

ZALEŻNOŚĆ WŁAŚCIWEJ SIŁY SKRAWANIA DREWNA GROCHODRZEWU OD CHROPOWATOŚCI POWIERZCHNI NATARCIA NOŻA

Marek Boratyński, Wiesław Zakrzewski

Katedra Obrabiarek i Urządzeń Przemysłowych
Akademii Rolniczej w Poznaniu

W pracy zamieszczono wyniki badań zależności siły swobodnego skrawania drewna grochodrzewu od chropowatości powierzchni natarcia noża dla różnych położeń skrawania, grubości wióra, kątów skrawania.

WSTĘP I CEL PRACY

Względy społeczno - gospodarcze wymagają zużytkowania całej biomasy drewna oraz poszukiwania dziedzin stosowania drewna dotychczas mało wykorzystywanego.

Duże ilości drewna grochodrzewu (*Robinia Pseudoacacia L.*) występują na Węgrzech i w Rumunii [10], gdzie jest hodowany w litych drzewostanach. Znaczne ilości tego drewna spotyka się również w Bułgarii, Jugosławii, Czechach i Słowacji, gdzie czynione są próby jego wykorzystania do celów przemysłowych.

W naszym kraju grochodrzew można spotkać zazwyczaj przy drogach i w parkach jako drzewo ozdobne i miododajne, rzadziej w zwartych drzewostanach.

W Katedrze Obrabiarek i Urządzeń Przemysłowych AR w Poznaniu w ramach współpracy z Wydziałem Drzewnym UT Zvolen prowadzono badania oporu swobodnego i szczelinowego skrawania drewna grochodrzewu w warunkach laboratoryjnych. Niniejsza praca stanowi kontynuację badań skrawalności drewna grochodrzewu [3, 4, 13] poszerzoną o wpływ chropowatości powierzchni natarcia ostrza skrawającego na właściwą siłę skrawania. Doty-

chczasowa literatura podkreśla istnienie tego wpływu dla drewna sosny i buka skrawanych jedynie wzdłuż i w poprzek włókien drzewnych [7]. Znaczenie chropowatości powierzchni natarcia noża w procesie skrawania podkreśla również Franz [6], zwracając przy tym uwagę na istotne znaczenie kierunku struktury geometrycznej powierzchni drewna..

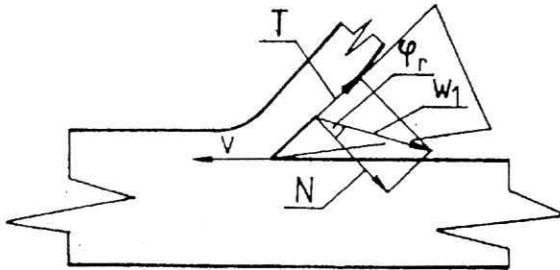
W niniejszej pracy postanowiono określić zależność właściwej siły skrawania drewna grochodrzewu od powierzchni natarcia noża dla kierunków skrawania wzdłuż, w poprzek i prostopadle do kierunku przebiegu włókien drzewnych.

Ustalenie charakteru tego wpływu przyczyni się do wzbogacenia wiedzy z zakresu skrawalności drewna grochodrzewu, oraz pozwoli wysunąć praktyczne zalecenia dotyczące chropowatości powierzchni natarcia noża skrawającego.

ZAŁOŻENIA METODYCZNE I OPIS PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

Zagadnienie oporu skrawania drewna

Na wartość oporu skrawania wpływają siły oddziaływujące na nóż ze strony wióra, krawędzi tnącej i powierzchni obrabianej [2]. Stąd, ażeby możliwe było skrawanie należy oddziaływać na drewno ostrzem z siłą równoważącą opór skrawania. Rozkład sił występujących w procesie obróbki drewna nożem elementarnym zilustrowano i opisano w poprzednich publikacjach dotyczących skrawania drewna grochodrzewu [3, 4]. Przedstawione w nich siły równoważące opór ruchu noża występujące nad i pod płaszczyzną skrawania rozłożono na dwie składowe, a mianowicie siłę skrawania i siłę odporu. Natomiast na rys.1 zilustrowano opór skrawania pochodzący z nacisku formującego się wióra na nóż. Opór ten można rozłożyć na składowe: normalną do płaszczyzny natarcia N i styczną do niej równą $T = \mu \cdot N$.



Rys 1. Siły obciążające powierzchnię natarcia ostrza skrawającego. W_1 - opór wynikający z oddziaływania wióra na płaszczyznę natarcia; N - składowa oporu W_1 działająca prostopadle do płaszczyzny natarcia; T - składowa oporu W_1 działająca w płaszczyźnie natarcia; ϕ_r - kąt tarcia
 Fig. 1. Forces weighting the cutting tool face of the cutting edge. W_1 - resistance resulting from the influence of the chip on the cutting tool face; N - component of W_1 resistance operating perpendicularly to the cutting tool face; T - component of W_1 resistance operating within the cutting tool face; ϕ_r - angle of repose

Na skutek zmieniającej się wraz ze zmianą chropowatości siły tarcia wióra o płaszczyznę natarcia T nastąpi zmiana nachylenia oporu W_1 do normalnej N , a w konsekwencji zmiana wartości siły skrawania (poprzez zmianę składowej poziomej W_1).

Właściwa siła skrawania, jest stosunkiem siły skrawania do przekroju poprzecznego wióra. Dlatego zmiana chropowatości powierzchni natarcia przy stałym kącie skrawania oraz stałej grubości i szerokości wióra powinna wpłynąć na zmianę właściwej siły skrawania.

Dobór materiału doświadczalnego, warunków skrawania oraz liczby prób

Dobór materiału doświadczalnego oraz właściwości drewna grochodrzewu opisano we wcześniejszych publikacjach [3, 12], których kontynuacją są podjęte badania. Skrawanie przeprowadzono na próbkach pochodzących z jednego wyrzynka, dla którego wyniki pomiaru właściwej siły skrawania były najbliższe średniej arytmetycznej właściwej siły skrawania obliczonej z dziesięciu wyrzynków pochodzących z dziesięciu dłużyc. Chodziło przy tym o materiał możliwie jednorodny pod względem właściwości fizyczno - mechanicznych, reprezentujący całość drewna grochodrzewu przewidzianego w badaniach.

Badania przeprowadzono dla następujących warunków:

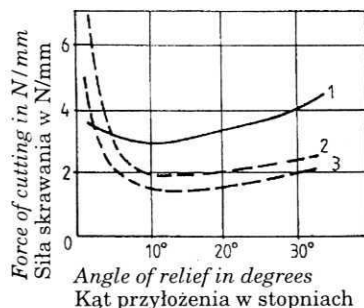
- skrawanie swobodne,
- kierunek skrawania wzdłuż, w poprzek i prostopadle do włókien drzewnych,
- krawędź tnąca prostopadła do kierunku ruchu $\lambda_{se} = 0$,
- szerokość skrawania $b = 5$ mm,
- wilgotność bezwzględna drewna $W_0 = 10\%$,
- krawędź tnąca ostra - promień zaokrąglenia ostrza $\rho \leq 8$ μm .

Do badań użyto 11 noży wykonanych z noża strugarki (stal NCV1) o kątach ostrza 30^0 i 50^0 . W niektórych badaniach [8,13] przyjmowano wprowadzić kąty ostrza od 20^0 do 50^0 to jednak, ze względu na stosowanie w niniejszej pracy również położenia prostopadłego do przebiegu włókien drzewnych, co daje największe opory skrawania, zrezygnowano z zastosowania kąta ostrza 20^0 .

Zastosowano kąt przyłożenia 10^0 . Na rycinie 2 zilustrowano zależność wynikającą z badań Kivimaa [2] uzasadniającą celowość stosowania kąta $\alpha = 10^0$. Poniżej tej wartości występuje bowiem silny wzrost, siły skrawania spowodowany dużym stykiem powierzchni przyłożenia z powierzchnią obrobioną.

Powierzchnię natarcia przeszlifowano ściernicami o różnej ziarnistości w ten sposób, ażeby rysy były równoległe do krawędzi tnących [7]. Następnie noże naostrzono po powierzchni przyłożenia. Chropowatość powierzchni natarcia mierzono profilografometrem typu Kalibr 252. Jako wartość parametru R_a dla każdego noża przyjęto średnią arytmetyczną z pięciu ścieżek pomiarowych rozłożonych równomiernie na szerokości skrawania.

W trakcie skrawania grubość wióra była równa posuwowi na ząb Δ_z . Realizując założony cel pracy przyjęto prowadzić pomiary dla grubości wióra porównywalnych z wcześniejszymi pracami [3, 4, 8, 13], a jednocześnie w



Rys. 2. Zależność siły skrawania odniesionej do 1 mm krawędzi tnącej od wartości kąta przyłożenia według badań Kivimaa: 1 - brzoza, 2 - dąb; Palicz: 3 - jodła [2]

Fig. 2. Dependence of the force of the cutting with reference to 1 mm long a cutting edge upon the value of an angle of relief on the basis of the research done by Kivim: 1 - birch-tree, 2 - oak-tree; Palicz: 3 - fir-tree [2]

zakresie wartości najczęściej spotykanych w praktyce przemysłowej. Przyjęto zatem stosować następujące grubości wióra: 0,1; 0,2; 0,3 mm.

Liczbę prób obrano na podstawie oszacowania wyników badań wstępnych. Łącznie wykonano 588 pomiarów na dwunastu próbkach.

Sposób przeprowadzenia pomiaru właściwej siły skrawania.

Do pomiaru właściwej siły skrawania zastosowano siłomierz tensometryczny przygotowany do badań w Katedrze Obrabiarek i Urzędzeń Przemysłowych AR w Poznaniu. Głowicę pomiarową siłomierza zamocowano na wrzecionie pionowym frezarki do metalu typu FWD-25. W trakcie skrawania głowica była unieruchomiona, zaś próbka zamocowana w imadle obrabiarki wykonywała ruch roboczy (potrzebny do skrawania wióra) z prędkością 0,05 m/s.

Budowę i działanie głowicy pomiarowej opisano w poprzedniej publikacji [3]. Jako wzmacniacza użyto mostka tensometrycznego produkcji polskiej typu CMT - 831, a do rejestracji wyników skrawania zastosowano rejestrator typu H 327 - 5 produkcji radzieckiej.

Układ pomiarowy cechowano bezpośrednio na stanowisku badawczym przy użyciu siłomierza pałkowego typu PRL - T1 o zakresie pomiarowym 0 do 500 N.

Właściwą siłę skrawania obliczano z zależności

$$k = \frac{P}{b \cdot g} \text{ (N/mm}^2\text{)}, \text{ (MPa)}$$

gdzie:

P - zmierzona siła skrawania (N),

b - szerokość wióra w mm,

g - grubość wióra w mm

Zmierzoną siłomierzem siłę skrawania odczytywano z wykresu sporządzonego na podłączonym do wzmacniacza rejestratorze z dokładnością ± 1 N, zaś grubość wióra nastawiano ręcznie pokrętelem podnoszenia i opuszczania stołu frezarki z dokładnością $\pm 0,025$ mm.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Zależność właściwej siły skrawania od chropowatości powierzchni natarcia wyrażonej parametrem Ra przedstawiono w postaci funkcji i zamieszczono w tabeli 1. Opracowanie wyników badań w zależności funkcyjnej dokonano komputerowo.

Tabela 1

Table 1

Równania regresji zależności właściwej siły skrawania k od chropowatości powierzchni natarcia wyrażonej parametrem Ra

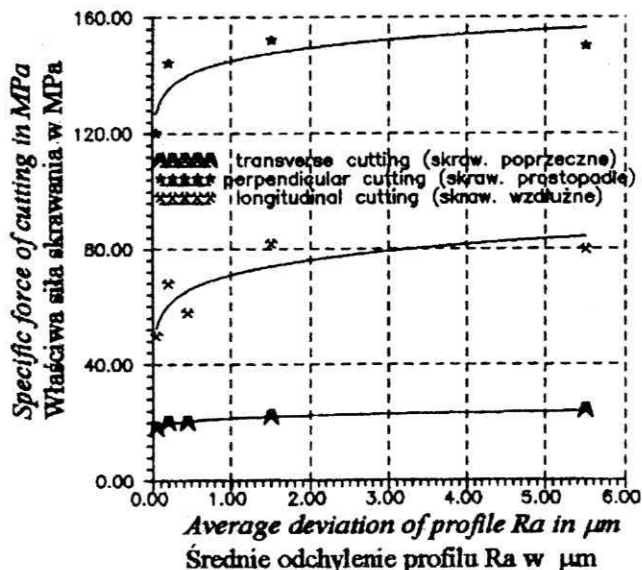
Regression equations of dependence of the specific force cutting upon the roughness of the cutting tool face expressed by means of Ra parameter

Zależność k od Ra Dependence of k upon Ra	Położenie skrawania Position of cutting	Kąt skrawania σ grubość wióra g Tool cutting edge angle chips thickness
$k = 9,836 Ra^{0,1353} + 11,58$ [MPa] $k = 144,8 Ra^{0,0415}$ [MPa] $k = -38,75 Ra^{-0,1523} + 111,8$ [MPa]	# ⊥ 	$\sigma = 40^\circ$ $g = 0,1$ mm
$k = -3,67 Ra^{-0,3486} + 21,38$ [MPa] $k = 3324 Ra^{0,002215} - 31,96$ [MPa] $k = -11,44 Ra^{-0,2241} + 55,15$ [MPa]	# ⊥ 	$s = 40^\circ$ $g = 0,2$ mm
$k = 10,99 Ra^{0,2056} + 3,589$ [MPa] $k = -3142 Ra^{-0,001722} + 3236$ [MPa] $k = 8,078 Ra^{0,3917} + 24,55$ [MPa]	# ⊥ 	$s = 40^\circ$ $g = 0,3$ mm
$k = 72,8 Ra^{0,1047} - 46,23$ [MPa] $k = 340,3 Ra^{0,0893} - 165,4$ [MPa] $k = -2378 Ra^{-0,006802} + 2505$ [MPa]	# ⊥ 	$s = 60^\circ$ $g = 0,1$ mm
$k = -224,1 Ra^{-0,02486} + 248,8$ [MPa] $k = -4460 Ra^{-0,004794} + 4612$ [MPa] $k = 34,84 \log(176,3 Ra) - 0,29$	# ⊥ 	$s = 60^\circ$ $g = 0,2$ mm
$k = -40,49 Ra^{-0,1072} + 59,18$ [MPa] $k = 34,78 \log(95,12 Ra) + 59,38$ [MPa] $k = -38,73 Ra^{-0,3255} + 100,6$ [MPa]	# ⊥ 	$s = 60^\circ$ $g = 0,3$ mm

Wstępnie naniesione na wykres punkty pomiarowe wskazywały na potęgowy lub logarytmiczny przebieg zależności, co pokrywało się z danymi zawartymi w literaturze [7] dotyczącymi drewna sosny i buka skrawanego wzdłuż i w poprzek włókien drzewnych. Stąd, wyniki doświadczeń aproksymowano funkcjami o postaci $k = a \cdot (Ra)^b + c$ i $k = a \cdot \log(b \cdot Ra) + c$. Do opracowywania, wyników doświadczeń wybierano każdorazowo tę postać funkcji, która dawała lepszy stopień dopasowania parametrów a , b , c .

Graficzny obraz funkcji zilustrowano na wykresach zamieszczonych na rysunkach od 3 do 8. Rysunki od 3 do 5 ilustrują zależność właściwej siły skrawania od chropowatości powierzchni dla kąta skrawania 40° , zaś od 6 do 8 dla kąta skrawania 60° . Rysunki 3 i 6 przedstawiają tę zależność dla grubości wióra 0,1 mm, 4 i 7 dla grubości 0,2 mm, zaś 5 i 8 dla grubości 0,3 mm.

Ze wszystkich zależności wynika wzrost właściwej siły skrawania wraz ze wzrostem chropowatości powierzchni natarcia noża. Największy wzrost cechuje skrawanie prostopadłe do przebiegu włókien drzewnych, zaś najmniejszy kierunek poprzeczny.

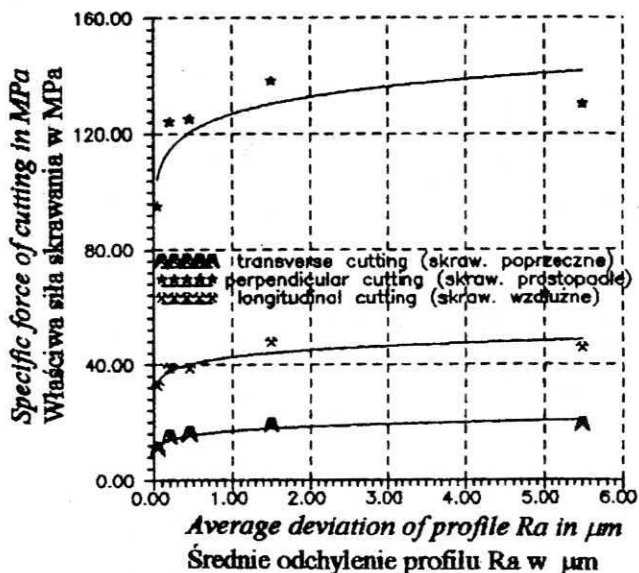


Rys. 3. Zależność właściwej siły swobodnego skrawania drewna gorchodrzewu od chropowatości powierzchni natarcia noża dla kąta skrawania 40° i grubości wióra 0,1 mm

Fig. 3. Dependence of the specific force of free cutting of the black locust tree upon the roughness of the cutting knife face at the cutting angle of 40° and a chip's thickness of 0,1 mm

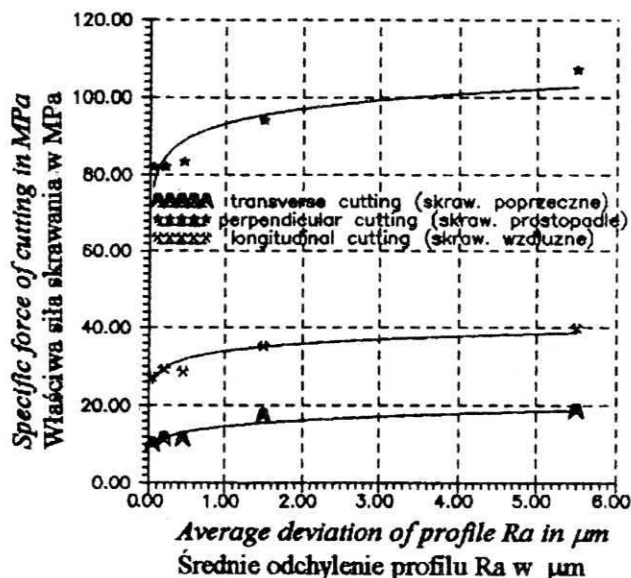
Zilustrowane na rysunkach od 6 do 8 krzywe mają przebieg bardziej stromy, aniżeli na rysunkach od 3 do 5, co świadczy, że dla kąta skrawania 60° wpływ chropowatości powierzchni natarcia na wartość właściwej siły skrawania jest bardziej istotny aniżeli dla kąta skrawania 40° . Większy wzrost właściwej siły skrawania obserwuje się dla małych wartości Ra (do 1 µm), szczególnie dla skrawania prostopadłe i wzdłuż włókien drzewnych. Największy wzrost właściwej siły skrawania w zakresie wartości Ra od 0,3 do 1 µm jest dla skrawania prostopadłego, dla grubości wióra 0,1 mm, przy kącie skrawania 60° i wynosi 34,68 MPa. Najmniejszy wzrost właściwej siły skrawania dla tego przedziału wartości parametru Ra jest dla skrawania w poprzek włókien drzewnych dla grubości wióra 0,1 mm przy kącie skrawania 40° , i wynosi 1,48 MPa.

Dla przedziału wartości parametru Ra w granicach od 1 do 5 µm największy wzrost, właściwej siły jest dla skrawania prostopadłego, dla grubości wióra 0,1 mm, przy kącie skrawania 60° i wynosi 52,60 MPa. Najmniejszy wzrost jest, dla skrawania poprzecznego dla grubości wióra 0,2 mm, przy kącie skrawania 40° i wynosi 1,58 MPa. W przeliczeniu na jedną działkę osi odciętych (dla Ra = 0,1 µm) największy wzrost, jest, dla skrawania prostopadłego przy kącie skrawania 60° , grubości wióra 0,1 mm, przedziale Ra od 0,3 do 1 µm i wynosi



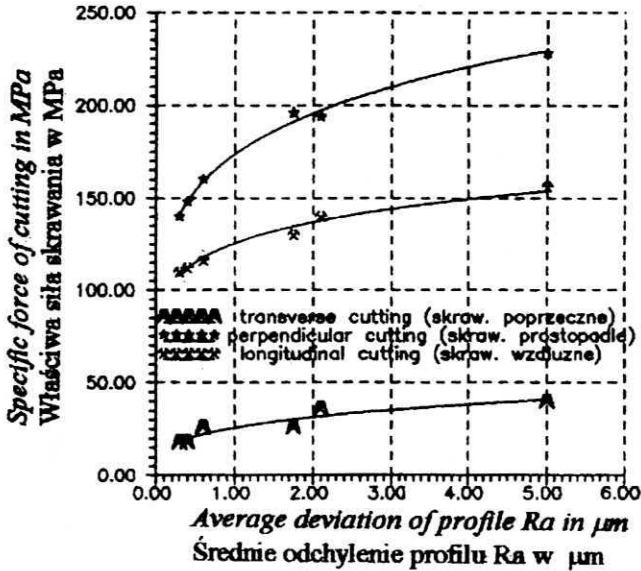
Rys. 4. Zależność właściwej siły swobodnego skrawania drewna gorchochrzewu od chropowatości powierzchni natarcia noża dla kąta skrawania 40° i grubości wióra 0,2 mm

Fig. 4. Dependence of the specific force of free cutting of the black locust tree upon the roughness of the cutting knife face at the cutting angle of 40° and a chip's thickness of 0,2 mm



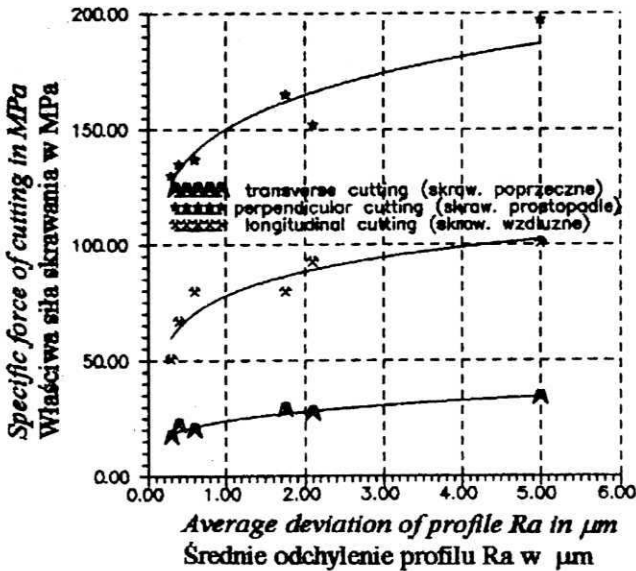
Rys. 5. Zależność właściwej siły swobodnego skrawania drewna gorchochrzewu od chropowatości powierzchni natarcia noża dla kąta skrawania 40° i grubości wióra 0,3 mm

Fig. 5. Dependence of the specific force of free cutting of the black locust tree upon the roughness of the cutting knife face at the cutting angle of 40° and a chip's thickness of 0,3 mm



Rys. 6. Zależność właściwej siły swobodnego skrawania drewna gorchodrzewu od chropowatości powierzchni natarcia noża dla kąta skrawania 60° i grubości wióra 0,1 mm

Fig. 6. Dependence of the specific force of free cutting of the black locust tree upon the roughness of the cutting knife face at the cutting angle of 60° and a chip's thickness of 0,1 mm

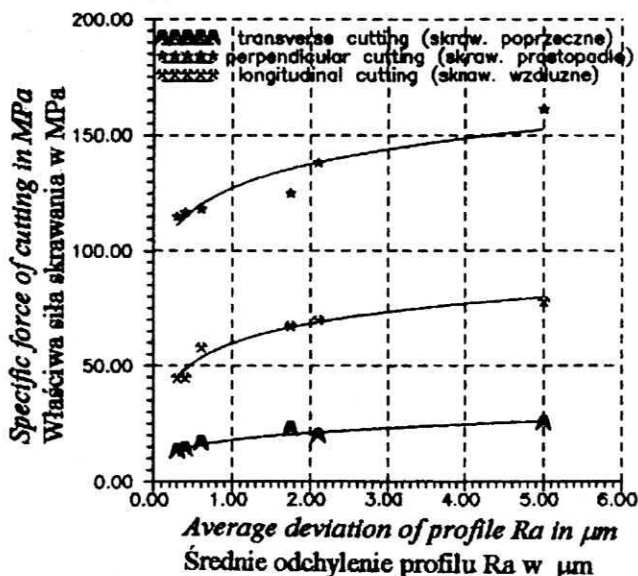


Rys. 7. Zależność właściwej siły swobodnego skrawania drewna gorchodrzewu od chropowatości powierzchni natarcia noża dla kąta skrawania 60° i grubości wióra 0,2 mm

Fig. 7. Dependence of the specific force of free cutting of the black locust tree upon the roughness of the cutting knife face at the cutting angle of 60° and a chip's thickness of 0,2 mm

4,95 MPa, zaś najmniejszy jest, dla skrawania poprzecznego przy kącie skrawania 40° , grubości wióra 0,2 mm, przedziale Ra od 1 da 5 m i wynosi 0,04 MPa.

Stwierdzone powyżej fakty uzasadnić można występującym zjawiskiem tarcia pomiędzy płaszczyzną natarcia noża a spływającym po niej wiórem.



Rys. 8. Zależność właściwej siły swobodnego skrawania drewna gorchodrzewu od chropowatości powierzchni natarcia noża dla kąta skrawania 60° i grubości wióra 0,3 mm

Fig. 8. Dependence of the specific force of free cutting of the black locust tree upon the roughness of the cutting knife face at the cutting angle of 60° and a chip's thickness of 0,3 mm

Większą istotność wpływu chropowatości powierzchni na wartość właściwej siły skrawania, przy kącie skrawania 60° , można by wytłumaczyć większą wartością siły normalnej docisku wióra do powierzchni natarcia aniżeli przy kącie skrawania 40° i pochodzącym stąd większym tarciem wióra o nóż. Przy kącie skrawania 60° nie ma bowiem tendencji do powstawania wyprzedzającego odłupywania się noża przed krawędzią tnącą noża. Natomiast przy kącie skrawania 40° taka tendencja istnieje. Zwrócili na to uwagę Franz [6], a później Kien [7], który zarejestrował proces skrawania na taśmie filmowej 16 mm kamerą szybkich zdjęć (3800 zdjęć na sekundę) dla różnych kątów skrawania. Franz określił współczynnik tarcia między wiórem a powierzchnię natarcia noża i sformułował wniosek, że współczynnik ten nie zależy od kąta skrawania i grubości wióra z wyjątkiem grubości wióra poniżej 0,1 mm.

Lothe [8] określił wartość współczynnika tarcia dla skrawania wzdłuż włókien drzewnych dla dziesięciu rosnących w Polsce rodzajów drewna. W badaniach swoich stosował analogiczne warunki skrawania jak w niniejszej pracy. Wartości obliczonych przez niego kątów tarcia dla poszczególnych kątów skrawania i rodzajów drewna nie pozwalają wyciągnąć wniosków o zależności

wartości kąta tarcia od wartości kąta skrawania w obrębie jednego rodzaju drewna. Zmieniają się one w sposób przypadkowy. W tej sytuacji można powiedzieć, że w obrębie jednego rodzaju drewna i przy stałej wilgotności współczynnik tarcia pomiędzy wiórem a płaszczyzną natarcia noża zależy wyłącznie od chropowatości tej powierzchni.

WNIOSKI

Dla skrawania drewna grochodrzewu przy użyciu noża ostrego na podstawie przeprowadzonych badań i analizy ich wyników można sformułować wnioski:

1. Istnieje wyraźny wpływ chropowatości powierzchni natarcia noża na właściwą siłę swobodnego skrawania drewna grochodrzewu. Ze wzrostem chropowatości powierzchni natarcia noża właściwa siła skrawania rośnie według zależności potęgowej lub logarytmicznej. Zależności te opisują funkcje zawarte w tabeli 1 i zilustrowane graficznie na rycinach od 3 do 8.

2. Wraz ze wzrostem chropowatości powierzchni natarcia noża przyrost właściwej siły swobodnego skrawania drewna grochodrzewu jest większy dla większego kąta skrawania.

3. Wzrost właściwej siły swobodnego skrawania drewna grochodrzewu jest największy dla skrawania prostopadłego, a najmniejszy dla poprzecznego do przebiegu włókien drzewnych.

4. Wzrost właściwej siły swobodnego skrawania drewna grochodrzewu jest największy w zakresie chropowatości płaszczyzny natarcia noża dla $R_a = 0,3 - 1 \mu\text{m}$.

Praca wpłynęła do Redakcji
w październiku 1994

LITERATURA

1. Achterberg W., Bucher K., Matschey H.: Die Robinie - ein brauchbares Furnierholz. Die Sozialistische Forstwirtschaft, 1972, 22(3), 90-91.
2. Barśadski A. L., Cvetkova N. I.: Rezanie drevesiny. Goslesbumizdat. Moskva - Leningrad 1975.
3. Boratyński M., Staniszevska A., Zakrzewski W.: Opór swobodnego skrawania drewna grochodrzewu dla położenia poprzecznego. Folia Forestalia Polonica, seria B, 1992, z. 23, 31-42.
4. Boratyński M., Staniszevska A., Zakrzewski W.: Opór swobodnego skrawania drewna grochodrzewu dla położenia prostopadłego. Folia Forestalia Polonica, seria B, 1993, z. 24, 169-179.
5. Fraiz J.: Optymalizacie konstrukcie nastroja a režimu pilenia agatoveho dreva na kotučevoj rozrezavacej pile. Kandidatska dizertačna práca. Vysoká Škola Lesnicka a Drevarska, Zvolen 1981.
6. Franz N. C.: An analysis of the Wood - Cutting Process. The Engineering Research Institute. Ann Arbor: 1958, 10, 52-119, 144-148.

7. K i e n W., S t a n i s z e w s k i J.: Wpływ chropowatości powierzchni natarcia noża na właściwą pracę swobodnego skrawania drewna. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk - Wydział Nauk Technicznych. Prace Komisji Technologii Drewna. Poznań 1979, t. IX, 59-68.
8. L o t h E.: Badanie oporów płaskiego skrawania wzdłużnego nożem prostym wybranych gatunków drewna. Rozprawa doktorska wykonana w Katedrze Maszyn i Narzędzi SGGW - AR Warszawa 1982.
9. M c K e n z i e W. M.: Friction in Wood - Cutting For. Prod. J. 1967, 11, 38-43.
10. M o l n a r Š.: Ispolzovanie drevesiny beloј akacii v Vengrii. Derevoob. Prom. 1978, 12, 25.
11. M o l n a r Š.: Az Akac Hidrotermikus Kezéléséről. Faipar, 1979, 3, 91-95.
12. M o l n a r Š., M i k l o v c i k N.: K voprosu o svojstvach drevesiny akacii beloј. Stanki i Instrumenty Derevoob. Proizvodst, v. Leningrad 1982, 3, 110-113.
13. S t a n i s z e w s k a A., Z a k r z e w s k i W. L i s i c h a n J.: Porovnanie reznej sily pri volnom a uzavretom (škarovom) rezani agatoveho dreva. Zbornik Vedeckych Prac, Zvolen 1990, 67-81.

DEPENDENCE OF THE SPECIFIC FORCE OF CUTTING THE BLACK LOCUST UPON THE ROUGHNESS OF THE CUTTING KNIFE FACE

Summary

In the paper the dependencies of the specific force of free cutting of the black locust-tree upon the roughness of the cutting knife face are defined. The values of the dependencies have been calculated only in respect of cutting lengthways, crosswise and perpendicularly to wood fibres. In the research the angle of relief of 10° and the cutting angles of 40° and 60° have been applied.

The chips cut had a thickness of 0,1; 0,2; 0,3 mm. The roughness of the cutting tool face of the knives made of alloy tool steel NCV1 has been expressed by means of Ra parameter. Functional dependencies of the specific force of cutting upon the roughness of the cutting knife face are presented in table 2. Graphic representations of these dependencies are shown with the help of the illustrations 3-8.

Adres autorów:

Dr inż. Marek Boratyński

Dr inż. Wiesław Zakrzewski

Akademia Rolnicza w Poznaniu,

Katedra Obrabiarek i Urządzeń Przemysłowych
60-627 Poznań, ul. Wojska Polskiego 38/42