

WŁAŚCIWA PRACA I SIŁA SWOBODNEGO SKRAWANIA DREWNA GROCHODRZEWU

Alina Staniszevska, Wiesław Zakrzewski

Katedra Obrabiarek i Urządzeń Przemysłowych
Akademii Rolniczej w Poznaniu

W publikacji zamieszczono wartości liczbowe właściwej pracy skrawania swobodnego drewna grochodrzewu dla kierunku wzdłuż i w poprzek włókien drzewnych. Określono jaki wpływ na właściwą pracę skrawania ma procentowy udział drewna późnego. Ponadto przedstawiono w postaci równań regresji liniowej wpływ grubości wióra na siłę skrawania.

WSTĘP I CEL PRACY

Względy społeczno-gospodarcze wymagają zużytkowania całej biomasy drewna oraz poszukiwania najwłaściwszych optymalnych dziedzin stosowania różnego rodzaju drewna mało dotąd wykorzystanego w gospodarce narodowej.

Biorąc pod uwagę bazę surowcową drewna grochodrzewu (*Robinia pseudoacacia* L.) występującego w znacznych ilościach na Węgrzech [9] i w Rumunii, gdzie jest hodowany w litych drzewostanach, jak również w Bułgarii, Jugosławii i Czechosłowacji [5], obserwuje się zainteresowanie wykorzystaniem tego drewna dla celów przemysłowych.

W naszym kraju grochodrzew można spotkać z reguły przy drogach i w parkach jako drzewo ozdobne i miododajne. Ze względu na ładną teksturę grochodrzewu i estetyczne wrażenie barwne powszechna jest opinia, że obecny stopień przemysłowego wykorzystania tego drewna pozostaje znacznie w tyle za możliwościami.

W rodzimej Ameryce i na Węgrzech stosuje się grochodrzew w meblarstwie jako drewno lite i okleinę [2, 11]. Znajomość tego faktu spowodowała, że w NRD pomimo bardzo słabo występującego na tych terenach grochodrzewu (0,11% całości zasobów leśnych) prowadzono badania o charakterze technologicznym. Drewno grochodrzewu poddane skrawaniu obwodowemu, a także skrawaniu płaskiemu wykazało dobre własności przy oklejaniu i dobrą przydatność do polerowania [2].

Badania w zakresie hydrotermicznej obróbki grochodrzewu [10, 11] w zależności od zastosowanych parametrów wykazały zmianę barwy od jasnożółtej do ciemno-brązowej i zmniejszenie twardości. Zmiana barwy jest spowodowana reakcjami chemicznymi zachodzącymi w trakcie obróbki hydrotermicznej, jak również uwarunkowana siedliskiem, z którego materiał pochodzi.

Dotychczasowe badania skrawalności drewna grochodrzewu prowadzone były dla sposobu obróbki frezowaniem i piłowaniem wzdłużnym na pilarsce tarczowej [4, 11]. Z badań [4] wynikało, że grochodrzew zawiera dużo krystalicznych związków wapnia. Są one źródłem powstania zjawisk elektryczności statycznej, piezoelektrycznych i wzrostu temperatury tarcia. Ponieważ nie doszukano się w grochodrzewie krzemionki [4] badania są zgodne z wynikami wcześniejszymi [1].

Pomimo małych zasobów krajowych tego surowca, pogłębiający się deficyt drewna spowodował wzrost zainteresowania tym gatunkiem. Zatem, celem pracy jest ustalenie wpływu gatunku drewna i grubości wióra na właściwą pracę skrawania.

Praca ma odpowiedzieć na pytania:

1. Jaka jest podstawowa wartość właściwej pracy skrawania swobodnego drewna grochodrzewu w kierunku wzdłuż i w poprzek włókien drzewnych?
2. Jaki jest związek właściwej pracy swobodnego skrawania drewna grochodrzewu wzdłuż włókien drzewnych z udziałem drewna późnego?
3. Jak kształtuje się zależność siły i właściwej siły skrawania swobodnego drewna grochodrzewu wzdłuż i w poprzek włókien drzewnych od grubości wióra?

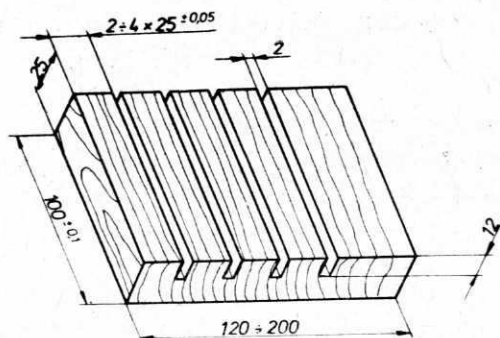
ZAŁOŻENIA METODYCZNE I OPIS PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

DOBÓR MATERIAŁU DOŚWIADCZALNEGO

W celu uzyskania materiału badawczego pozyskano 10 dłużyc grochodrzewu (*Robinia pseudoacacia* L.) z drzewostanu rosnącego na terenie Nadleśnictwa Kościan (woj. leszczyńskie), na siedlisku bonitacji I/II, jakości 3, w zwarciu umiarkowanym o zadrzewieniu 0,7. Wiek drzew wynosił średnio 82 lata, wysokość 24 metry, a pierśnica 29 cm. Z części odziomkowej każdej dłużycy wycięto po jednej kłodzie, którą następnie podzielono na wyrzynki. Z wyrzynków pozyskanych średnio na wysokości pierśnicy wymanipulowano deski o grubości około 35 mm.

Z uwagi na fakt, że próbek do badań właściwej pracy skrawania dotąd nie znormalizowano, postanowiono przyjąć kształt i wymiary próbek stosowanych w dotychczasowych badaniach skrawania swobodnego przy użyciu laborometru wahadłowego [7, 14]. W tym celu z przesezonowanych desek wycięto prostopadłościennie próbki. Następnie na frezarce poziomej do metalu zestawem frezów piłowych nacięto rowki przebiegające równoległe do włókien drzewnych na próbkach przeznaczonych do skrawania wzdłużnego i prostopadle do kierunku włókien na próbkach do skrawania poprzecznego. W ten sposób na próbce otrzymano kilka segmentów stanowiących próbki do pomiaru właściwej pracy skrawania. Widok próbki do badań właściwej pracy skrawania pokazano na rysunku 1. Wymiar $25 \pm 0,05$ mm stanowił szerokość próbki, zaś jej długość wynosiła $100 \pm 0,1$ mm. Rowki o szerokości 2 mm nacięto na głębokość 12 mm.

Charakterystykę materiału drzewnego użytego do badań zamieszczono w tabeli 1. Gęstość, wytrzymałość drewna oraz jego wilgotność badano zgodnie z obowiązującymi normami.



Rys. 1. Próbką do badania właściwej pracy skrawania swobodnego
Fig. 1. Specimen for testing specific work in free cutting

Tabela 1

Właściwości drewna grochodrzewu
Properties of investigated black locust wood

Właściwości Property	Średnia wartość liczbowa Mean numerical value	Odchylenie standardowe Standard deviation
Gęstość (kg/m ³) Density (kg/m ³)	740	± 60
Przeciętna szerokość stojów rocznych (mm) Mean width of growth rings (mm)	2,40	± 1,11
Udział drewna późnego (%) Share of latewood (%)	71	± 5
Wilgotność (%) Moisture content (%)	12	—
Wytrzymałość na zginanie statyczne (MPa) Static bending strength (MPa)	208	± 16
Wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien (MPa) Compressive strength along the fibres (MPa)	102	± 8
Wytrzymałość na ściskanie w poprzek włókien (MPa) Compressive strength across the fibres (MPa)	17	± 3,4

DOBÓR WARUNKÓW SKRAWANIA

Właściwą pracę skrawania drewna grochodrzewu ustalono dla następujących warunków:

- skrawanie swobodne,
- kierunek skrawania wzdłuż i w poprzek włókien drzewnych,
- krawędź tnąca prostopadła do kierunku ruchu $\lambda_{se}=0$,
- wilgotność bezwzględna drewna $W_0 \cong 13\%$,
- kąt skrawania $\delta = 60^\circ$,
- grubość wióra $g = 0,15$ mm,

- krawędź tnąca ostra $\rho < 6 \mu\text{m}$ (nóż wykonano ze stali SW 18),
- chropowatość powierzchni natarcia noża $R_a = 1,98 \mu\text{m}$.

Wpływ grubości wióra na właściwą pracę skrawania drewna grochodrzewu ustalono dla analogicznych warunków zakładając sześć grubości skrawanego wióra. Na podstawie badań wstępnych i danych literaturowych [3] ustalono następujące grubości wióra: 0,05; 0,08; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 mm.

DOBÓR LICZBY PRÓB

Zależnie od postawionego w celu pracy pytania liczba próbek użytych do badań była różna. W badaniach właściwej pracy skrawania założono, że próbki powinny reprezentować równomiernie cały materiał badawczy. W tym celu z każdego wyrzynka wybrano po pięć desek z różnych położeń na przekroju poprzecznym i wzdłużnym. Pozyskanie z desek próbek miało zapewnić różny układ słoików rocznych w odniesieniu do płaszczyzny skrawania i dużą zmienność właściwości fizyczno-mechanicznych drewna.

Do pomiaru właściwej pracy skrawania użyto łącznie 180 próbek, w tym dla położenia w poprzek włókien drzewnych 30 próbek.

Wpływ grubości wióra na właściwą pracę skrawania drewna grochodrzewu postanowiono badać na próbkach pochodzących z jednego wyrzynka, dla których wyniki pomiarów właściwej pracy skrawania byłyby najbliższe średniej arytmetycznej uzyskanej z dziesięciu wyrzynków. Chodziło o próbki możliwie jednorodne pod względem właściwości fizyczno-mechanicznych, reprezentujące całość drewna grochodrzewu przewidzianego w badaniach.

Przyjęto dla dwóch położeń skrawania i sześciu grubości wióra po dziesięć pomiarów właściwej pracy skrawania. Łączna liczba prób wynosiła 120.

SPOSÓB PRZEPROWADZENIA POMIARU WŁAŚCIWEJ PRACY SKRAWANIA

Pomiar właściwej pracy skrawania przeprowadzono przy użyciu laborometru wahadłowego, stosując znaną w literaturze [7, 14] zasadę wielokrotnego cięcia. W tym przypadku nóż zamocowany w imaku nożowym skrawał wióry o objętości V , aż do całkowitego zaniku energii wahadła E . Właściwą pracę skrawania określono zatem ilorazem energii wahadła w chwili uruchomienia E i całkowitą objętością V wiórów skrojonych przez nóż. Zależność tę, uwzględniając sprawność laborometru η , można wyrazić wzorem:

$$k = \frac{E\eta}{V} = \frac{E\eta}{g b l i_r} \quad (\text{MJ/m}^3)$$

$$\eta = \frac{i_j - i_r}{i_j}$$

gdzie oprócz znanych wielkości:

- g – grubość wióra,
 b – szerokość wióra (szerokość próbki),
 l – długość cięcia (długość próbki),
 i_j – liczba wahniec jałowych wahadła przy danym kącie spadania,
 i_r – liczba skrawań (wahniec roboczych) na jedno uruchomienie wahadła.

Pomiar właściwej pracy skrawania prowadzono dla poziomu energii wahadła $E=73,19$ J odpowiadającej kątowi spadania $\alpha=21^\circ 10'$. Stałą liczbę wahniec wahadła przy biegu jałowym określono po ustaleniu się energii wahadła. Średnia liczba wahniec jałowych $i_j=179$. Przystępując do pomiaru właściwej pracy skrawania próbkę mocowano w uchwycie suportu laborometru po czym skrawano pewną liczbę wiórów doprowadzając powierzchnię próbki do płaszczyzny skrawania.

Pomiar właściwy rozpoczynano po uniesieniu wahadła na poziom odpowiadający kątowi spadania i nastawieniu suportu na grubość skrawanego wióra. Po zwolnieniu wahadła następowały kolejne po sobie wychylenia: robocze, podczas których nóż wykonywał pracę skrawania i powrotne (jałowe). W czasie wychyleń powrotnych nastawiano suport z zamocowaną próbką na grubość wiórów (wielkość posuwu na ząb) z dokładnością $\pm 0,01$ mm. Po skrojeniu przez nóż pewnej objętości wiórów wahadło zatrzymywało się. Liczbę wiórów równą liczbie wahniec wahadła odczytywano z dokładnością do jednej dziesiątej długości cięcia.

SPOSÓB PRZEPROWADZENIA POMIARU UDZIAŁU DREWNA PÓZNEGO

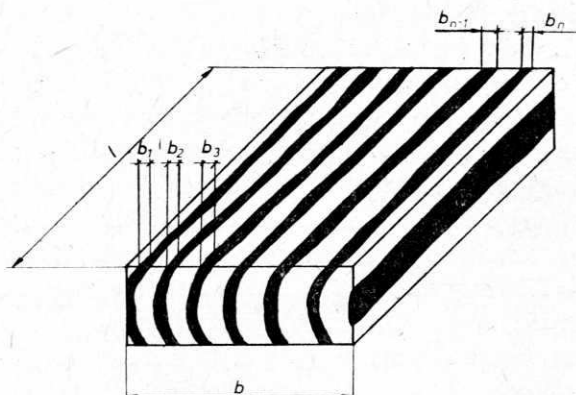
Dotychczasowe badania wykazały zależności między gęstością drewna wczesnego i późnego a jego właściwościami mechanicznymi [6]. Istnieje również związek pomiędzy udziałem drewna późnego i jego gęstością. Zatem założono, że na właściwą pracę skrawania, która należy do właściwości mechanicznych drewna, ma wpływ udział drewna późnego.

Na powierzchni skrawania utworzonej po skrojeniu przez nóż objętości wiórów wynikającej z jednego uruchomienia wahadła, dokonano pomiaru udziału drewna późnego. Dla próbek pochodzących ze skrawania wzdłużnego promieniowego do pomiaru użyto mikroskopu warsztatowego typu MWD-1. Przyjęto, że liniami pomiarowymi będą krawędzie utworzone z przecięcia powierzchni skrawania z powierzchnią przekroju poprzecznego próbki. W związku z tym badania udziału drewna późnego prowadzono na dwóch liniach pomiarowych, których długość odpowiadała wymiarowi szerokości próbki. Sposób pomiaru przedstawia rysunek 2.

Powierzchniowy udział drewna późnego U_F , dla skrawania wzdłużnego – promieniowego, obliczono według wzoru:

$$U_F = \frac{\sum_{i=1}^n b_i l}{2F} \cdot 100 \quad (\%)$$

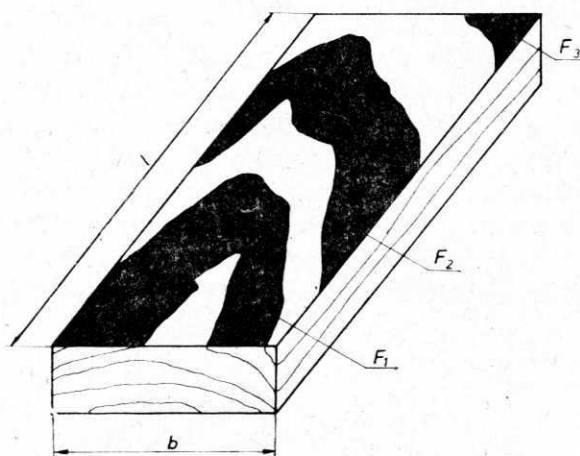
gdzie $\sum_{i=1}^n b_i$ – suma długości odcinków $b_1 + b_2 + \dots + b_n$ drewna późnego z dwóch linii pomiarowych, F – pole powierzchni drewna.



Rys. 2. Sposób pomiaru udziału drewna późnego na płaszczyźnie skrawania dla próbki promieniowej

Fig. 2. Method of measuring the share of latewood on the plane of cutting for the radial specimen

Dla próbek pochodzących ze skrawania stycznego do pomiaru powierzchniowego udziału drewna późnego zastosowano planimetr biegunowy PL-1. Na powierzchni skrawania tych próbek rozmieszczenie drewna wczesnego i późnego przebiegało jak wiadomo nieregularnie. Układ powierzchni drewna wczesnego i późnego przerysowano na kalkę techniczną zaznaczając na powierzchni próbki, które powierzchnie należą do drewna późnego (rys. 3). Powierzchnie drewna późnego planimetrowano trzykrotnie i jeśli rozrzut wyników pomiaru mieścił się w zakresie $\pm 10 \text{ mm}^2$ pomiar uznawano za prawidłowy.



Rys. 3. Sposób pomiaru udziału drewna późnego na płaszczyźnie skrawania dla próbki stycznej

Fig. 3. Method of measuring the share of latewood on the plane of cutting for the tangential specimen

Powierzchniowy udział drewna późnego U_F , dla skrawania wzdłużnego – stycznego, obliczano ze wzoru:

$$U_F = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{F} \cdot 100 \quad (\%)$$

gdzie $\sum_{i=1}^n F_i$ – suma powierzchni pól $F_1 + F_2 + \dots + F_n$ drewna późnego.

Niektóre próbki miały niewyraźny rysunek na powierzchni skrawania i nie zdołano rozgraniczyć na nich powierzchni drewna późnego i wczesnego. Z tego powodu do pomiarów użyto 90 próbek spośród 150 wziętych do badań właściwej pracy skrawania wzdłużnego.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

WPLYW GATUNKU DREWNA I UDZIAŁU DREWNA PÓZNEGO NA WŁAŚCIWĄ PRACĘ SKRAWANIA

Na podstawie wyników badań dla skrawania swobodnego wzdłużnego średnia wartość liczbową właściwej pracy skrawania drewna grochodrzewu wynosi: $\bar{k} = 38 \text{ MJ/m}^3$ przy odchyleniu standardowym $\sigma = \pm 5 \text{ MJ/m}^3$. Rozrzut wartości liczbowej właściwej pracy skrawania drewna grochodrzewu jest bardzo duży, gdyż wynosi $\pm 15 \text{ MJ/m}^3$, co stanowi $\pm 39\%$. Według literatury [8] zmienność właściwości mechanicznych drewna powoduje wahanie właściwej pracy skrawania w zakresie $\pm(25 - 30)\%$.

Określono jaki wpływ na wartość właściwej pracy skrawania wywiera odstępstwo od warunków podstawowych, wyrażające się zmianą gatunku skrawanego drewna. Otrzymano współczynnik korekcyjny c_r .

$$c_r = \frac{\bar{k}_{\text{grochodrzewu}}}{k_{\text{sosny}}} = \frac{38}{20} = 1,9$$

Uwzględniając rozrzut masymalny właściwej pracy skrawania współczynnik c_r waha się w granicach $1,15 \div 2,65$. Współczynnik określający wpływ gatunku drewna na właściwą pracę skrawania jest wysoki i może być porównany ze współczynnikiem dla drewna twardego, np. dla dębu, który waha się w zakresie $1,5 \div 1,6$ [12]. Według innych źródeł literaturowych [8] wpływ drewna jesionu i dębu (potraktowany łącznie) na właściwą pracę skrawania wyraża się współczynnikiem $c_r = 1,5 \div 2$.

Próbowano wyjaśnić przyczyny dużego rozrzutu wyników właściwej pracy skrawania drewna grochodrzewu udziałem drewna późnego. Analizowano oddzielnie skrawanie styczne i promieniowe, jednak średnie wartości właściwej pracy skrawania w jednym i drugim przypadku nieznacznie różniły się od siebie. Wyniki badań wpływu udziału drewna późnego na właściwą pracę skrawania opracowano statystycznie.

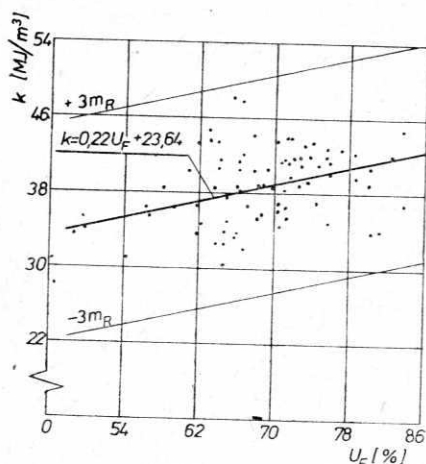
Z obliczeń tych wynika, że zależność właściwej pracy skrawania swobodnego wzdłuż włókien od udziału drewna późnego można uznać jako prostoliniową [13].

Współczynnik korelacji wynosi $r=0,48$, a jego stosunek do średniego błędu $r/m_r = 5,89 > 3$. Równanie związku wyraża się zależnością

$$k = 0,22U_F + 23,64 \quad (\text{MJ/m}^3)$$

Jego graficzną ilustrację przedstawiono na rysunku 4. Maksymalny błąd równania $\pm 3m_R$ zaznaczony na rysunku linią cieniłą wynosi $\pm 11,52 \text{ MJ/m}^3$. Wartość właściwej pracy skrawania w poprzek włókien drzewnych wynosi

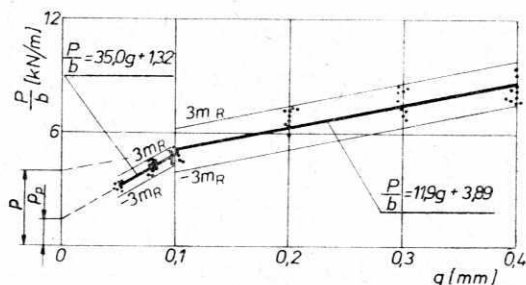
$$\bar{k} = 18 \pm 7 \quad (\text{MJ/m}^3)$$



Rys. 4. Zależność właściwej pracy skrawania od udziału drewna późnego
Fig. 4. Dependence of specific cutting work on the share of latewood

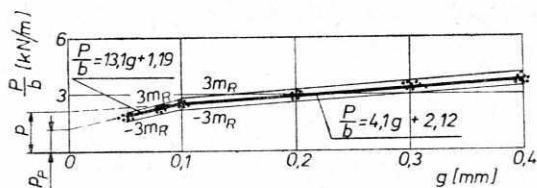
WPLYW GRUBOŚCI WIÓRA NA SIŁĘ ODNIESIONĄ DO 1 mm SZEROKOŚCI SKRAWANIA

Do obliczenia siły odniesionej do 1 mm szerokości skrawania P/b posłużyły wyniki pomiaru właściwej pracy skrawania od grubości wióra. Iloraz P/b w dalszej części artykułu będzie nazywany siłą skrawania. Jak wynika z diagramu punktowego



Rys. 5. Zależność siły skrawania wzdłużnego od grubości wióra

Fig. 5. Dependence of cutting force on the thickness of chip in longitudinal cutting



Rys. 6. Zależność siły skrawania poprzecznego od grubości wióra

Fig. 6. Dependence of cutting force on the thickness of chip in transversal cutting

zależność siły skrawania od grubości wióra przebiega według paraboli (rys. 5 i 6). Stosując pierwsze przybliżenie można przyjąć, że charakter zmian jest prostoliniowy. Zależność siły skrawania od grubości wióra dla $g \leq 0,1$ mm ma większy współczynnik kierunkowy prostej, aniżeli w zakresie $0,4 \geq g \geq 0,1$ mm, co potwierdza literatura [3].

Równania prostych mają postać

$$\frac{P}{b} = kg = Kg + p \quad (\text{kN/m})$$

gdzie oprócz znanych wielkości K – współczynnik kierunkowy prostej, p – stała wielkość siły niezależna od grubości wióra. Rysunek 5 i 6 ilustrują opracowane wyniki badań w postaci równań regresji i maksymalnych ich błędów $3m_R$.

Wpływ grubości wióra na siłę skrawania swobodnego można opisać następującymi równaniami:

– dla położenia poprzecznego

$$\frac{P}{b} = 13,1g + 1,19 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{dla} \quad g \leq 0,1 \text{ mm}$$

$$\frac{P}{b} = 4,1g + 2,12 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{dla} \quad 0,4 \geq g \geq 0,1 \text{ mm}$$

– dla położenia wzdłużnego

$$\frac{P}{b} = 35,0g + 1,32 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{dla} \quad g \leq 0,1 \text{ mm}$$

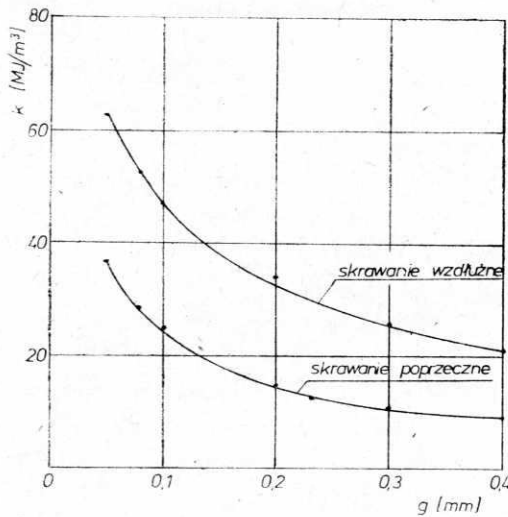
$$\frac{P}{b} = 11,9g + 3,89 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{dla} \quad 0,4 \geq g \geq 0,1 \text{ mm}$$

Z przedstawionych zależności wynika, że związek siły skrawania od położenia względem włókien drzewnych zachowuje prawidłowość, a mianowicie siła skrawania wzdłużnego wykazuje większe wartości od siły skrawania poprzecznego.

Dla obydwu położań skrawania przyrosty siły dla $0,1 \leq g \leq 0,4$ są mniejsze aniżeli dla $g \leq 0,1$ mm.

WPLYW GRUBOŚCI WIÓRA NA WŁAŚCIWĄ PRACĘ
SKRAWANIA DREWNA GROCHODRZEWU

Przebieg zmienności właściwej pracy skrawania swobodnego drewna grochodrzewu od grubości wióra ilustruje rysunek 7. Z rysunku 7 wynika, że ze wzrostem grubości wióra właściwa praca skrawania maleje. Zależność przebiega według hiperboli. Gwałtowny wzrost właściwej pracy skrawania występuje w przypadku skrawania wiórów o grubości poniżej 0,1 mm co znajduje, dla skrawania gatunków twardej, uzasadnienie w literaturze [12].



Rys. 7. Zależność właściwej pracy skrawania od grubości wióra

Fig. 7. Dependence of specific cutting work on the thickness of chip

W przedziale grubości od 0,1 - 0,2 mm spadek właściwej pracy skrawania jest znacznie mniejszy, zaś dla grubości powyżej 0,2 mm obserwuje się już tylko nieznaczny spadek właściwej pracy skrawania.

Wykorzystując wynikającą z badań liniową zależność siły skrawania od grubości wióra według równań

$$\frac{P}{b} = kg = Kg + p \quad (\text{kN/m})$$

można właściwą pracę skrawania przedstawić w postaci wzoru empirycznego

$$k = \frac{P}{bg} = K + \frac{P}{g} \quad (\text{MJ/m}^3)$$

W równaniu wielkości $K(\text{MJ/m}^3)$ i $p(\text{kJ/m}^2)$ są współczynnikami dla określonych warunków skrawania.

Zależność właściwej pracy skrawania od grubości wióra można więc opisać równaniami

– dla skrawania swobodnego poprzecznego

$$k = 13,1 + \frac{1,19}{g} \quad (\text{MJ/m}^3) \quad \text{dla} \quad g \leq 0,1 \text{ mm}$$

$$k = 4,1 + \frac{2,12}{g} \quad (\text{MJ/m}^3) \quad \text{dla} \quad 0,4 \geq g \geq 0,1 \text{ mm}$$

– dla skrawania swobodnego wzdłużnego

$$k = 35,0 + \frac{1,32}{g} \quad (\text{MJ/m}^3) \quad \text{dla} \quad g \leq 0,1 \text{ mm}$$

$$k = 11,9 + \frac{3,89}{g} \quad (\text{MJ/m}^3) \quad \text{dla} \quad 0,4 \geq g \geq 0,1 \text{ mm}$$

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań i analizy ich wyników można sformułować następujące wnioski:

1. Wartość liczbowa właściwej pracy skrawania swobodnego drewna grochodrzewu wynosi:

– dla kierunku wzdłużnego

$$\bar{k} = 38 \pm 15 \quad (\text{MJ/m}^3)$$

– dla kierunku poprzecznego

$$\bar{k} = 18 \pm 7 \quad (\text{MJ/m}^3)$$

2. Współczynnik uwzględniający wpływ gatunku drewna na wartość pracy skrawania wynosi $c_r = 1,9$.

3. Właściwa praca skrawania drewna grochodrzewu rośnie ze wzrostem powierzchniowego udziału drewna późnego według równania

$$k = 0,34U_F + 15,05 \quad (\text{MJ/m}^3)$$

przy współczynniku korelacji równym 0,48 i ilorazie $r/m_r = 5,89$

4. Zależność właściwej pracy skrawania od grubości wióra dla kierunku wzdłuż i w poprzek włókien drzewnych przebiega według hiperboli. Wzrost właściwej pracy jest tym większy im mniejsza jest grubość skrawanego wióra.

5. Siła skrawania rośnie ze wzrostem grubości wióra według równań:

– dla położenia poprzecznego

$$\frac{P}{b} = 13,1g + 1,19 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{dla} \quad g \leq 0,1 \text{ mm}$$

$$\frac{P}{b} = 4,1g + 2,12 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{dla} \quad 0,4 \geq g \geq 0,1 \text{ mm}$$

– dla położenia wzdłużnego

$$\frac{P}{b} = 35,0g + 1,32 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{dla} \quad g \leq 0,1 \text{ mm}$$

$$\frac{P}{b} = 11,9g + 3,89 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{dla} \quad 0,4 \geq g \geq 0,1 \text{ mm}$$

Praca wpłynęła do Redakcji we wrześniu 1986 r.

LITERATURA

1. Amos G. L.: Silica in Timbers Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Melbourne 1952, Bulletin No 267.
2. Achterberg W., Bucher K., Matschey H.: Die Robinie – ein brauchbares Furnierholz Die Sozialistische Forstwirtschaft, 1972, t. 22, nr 3, s. 90 - 91.
3. Beršadski A. L., Cvetkova N. I.: Rezanie drevesiny. Izdatelstvo Vyšejšaja Škola, Minsk 1975.
4. Fraiss J.: Optimalizacia konštrukcie nástroja a režimu pilenia agátového dreva na kotúčevej rozrezávacej pile. Kandidatska dizertačná práca, Vysoká Škola Lesnícka a Drevárska, Zvolen 1984.
5. Göhre K.: Die Robinie und ihr Holz. Deutscher Bauernverlag, Berlin 1952.
6. Helińska-Raczkowska L., Raczkowski J.: Wpływ gęstości wczesnego i późnego drewna jedlicy (*Pseudotsuga Menziesii* France) na jego właściwości oznaczone w próbie rozciągania wzdłuż włókien. PTPN, Prace Komisji Technologii Drewna, Poznań 1979, t. 8, s. 29 - 38.
7. Kien W., Staniszewski J.: Wpływ chropowatości powierzchni natarcia noża na właściwą pracę swobodnego skrawania drewna. PTPN, Prace Komisji Technologii Drewna, Poznań 1979, s. 58 - 68.
8. Manžos F. M.: Rezanie drevesiny. Mašinostrojenije, Gosudarstvennoje Naučno-Techničeskoje Izdatelstvo Mašinostroitelnoj Literatury Moskva 1959, t. 9, s. 675 - 701.
9. Molnár Š.: Ispolzovanie drevesiny beloј akacii v Vengrii. Derevoob. Prom. 1978, nr 12, s. 25.
10. Molnár Š.: Az Akác Hidrotermikus Kezeléséről. Faipar, 1979, nr 3, s. 91 - 95.
11. Molnár Š., Miklovcik N.: K voprosu o svojstvach drevesiny akacii beloј. Stanki i Instrumenty Derevoob. Proizvodstv, Leningrad 1982, nr 9, s. 110 - 113.
12. Orlicz T.: Obróbka drewna narzędziami tnącymi. Skrypt SGGW, Warszawa 1967.
13. Sobolev M.: Statističeskij kontrol' kačestva ramnoj razpilovki. Lesnaja Promyšlennost', Moskva 1971.
14. Staniszewski J.: Wpływ obróbki hydrotermicznej na właściwą pracę skrawania drewna olchy czarnej. PTPN, Prace Komisji Technologii Drewna, Poznań 1969, t. 2, s. 51 - 115.

УДЕЛЬНАЯ РАБОТА И СИЛА СВОБОДНОГО РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ АКАЦИИ

Резюме

Дефицит древесного сырья интерес к древесине акации белой. В литературе помещены лишь немногие данные об обрабатываемости этой древесины резанием. Поэтому и выполнены испытания по определению удельной работы свободного резания древесины акации в продольном и поперечном направлениях. Замеры удельной работы резания были произведены при многократном резании с применением маятникового измерительного прибора.

Исследования показали, что средний показатель основной удельной работы свободного резания древесины акации в продольном направлении составляет 38 MJ/m^3 , в поперечном направлении 18 MJ/m^3 . Исходя из этого установлен коэффициент c , удельной работы резания которого среднее значение составляет 1,9.

Установлено также, что удельная работа резания k зависит от удела U_F поздней древесины по формуле:

$$k = 0,34 U_F + 15 \quad (\text{MJ/m}^3)$$

Взаимосвязь между силой резания и толщиной стружки можно выразить уравнениями: — при поперечном расположении

$$\frac{P}{b} = 13,1g + 1,19 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{где} \quad g < 0,1 \text{ mm}$$

$$\frac{P}{b} = 4,1g + 2,12 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{где} \quad 0,4 \text{ mm} \geq g \geq 0,1 \text{ mm}$$

— при продольном расположении

$$\frac{P}{b} = 35,0g + 1,32 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{где} \quad g \leq 0,1 \text{ mm}$$

$$\frac{P}{b} = 11,9g + 3,89 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{где} \quad 0,4 \text{ mm} \geq g \geq 0,1 \text{ mm}$$

SPECIFIC WORK AND FORCE OF FREE CUTTING OF BLACK LOCUST WOOD

Summary

The shortage of wood caused the interest in black locust wood. There is only little data available in the literature concerning the working properties of this species. Therefore it was decided to determine the specific work of free cutting in longitudinal and transversal directions for this wood. Measurements were performed using a pendulum-type laborometr and a multiple cutting principle was observed.

It was found that mean numerical values of specific cutting work in free cutting were 38 MJ/m^3 for longitudinal cutting and 18 MJ/m^3 for transversal cutting respectively. On the basis of the data, the specific cutting work coefficient c , was calculated: the mean value of this coefficient is 1.9.

It was also established that the specific cutting work depends on the share U_F of latewood. This dependence can be described by the formula:

$$k = 0.34 U_F + 15 \quad (\text{MJ/m}^3)$$

Relationship between the specific work P/b of cutting and the thickness g of chip is presented by following equations:

$$\frac{P}{b} = 13.1g + 1.19 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{for} \quad g \leq 0.1 \text{ mm}$$

$$\frac{P}{b} = 4.1g + 2.12 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{for} \quad 0.4 \text{ mm} \geq g \geq 0.1 \text{ mm}$$

in transversal cutting and

$$\frac{P}{b} = 35.0g + 1.32 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{for} \quad g \leq 0.1 \text{ mm}$$

$$\frac{P}{b} = 11.9 + 3.89 \quad (\text{kN/m}) \quad \text{for} \quad 0.4 \text{ mm} \geq g \geq 0.1 \text{ mm}$$

in longitudinal cutting.

Adresy autorów

dr inż. Alina Staniszevska,
dr inż. Wiesław Zakrzewski
Akademia Rolnicza w Poznaniu
Katedra Obrabiarek i Urządzeń Przemysłowych
ul. Wojska Polskiego 38/42, 60-637 Poznań