

WŁAŚCIWA PRACA SKRAWANIA PRZY WIERCENIU
DREWNA I LIGNOMERU SOSNOWEGO I OLSZOWEGO

Grzegorz Wieloch

Katedra Obrabiarek i Urządzeń Przemysłowych AR w Poznaniu

1. WSTĘP

Nowe tworzywo drzewne, jakim jest lignomer, różni się własnościami mechaniczno-fizycznymi od drewna nie zmodyfikowanego. Również skrawalność lignomeru jest inna niż skrawalność drewna [6,11].

Właściwa praca skrawania jest jednym z podstawowych kryteriów używanych w literaturze dotyczącej teorii skrawania, gdyż charakteryzuje ona proces obróbki od strony sił występujących pomiędzy narzędziem a materiałem obrabianym.

Znajomość wartości właściwej pracy skrawania drewna i lignomeru, w praktyce utożsamianej z właściwym oporem skrawania, ma zasadnicze znaczenie w procesie obróbki, warunkującej prawidłowe obliczenie mocy skrawania, a tym samym i dobór mocy obrabiarki pracującej takim narzędziem.

Ponieważ technologia obróbki skrawaniem jest jedyną drogą do nadania ostatecznego kształtu wyrobom z lignomeru, wynika stąd potrzeba podjęcia badań w tym zakresie, tym bardziej, że dotychczasowe prace, oprócz nielicznych [6, 11], poświęcone były innym zagadnieniom.

Bliższe poznanie kształtowania się wartości właściwej pracy skrawania przy wierceniu lignomeru w porównaniu z drewnem nie modyfikowanym jest celem tego opracowania.

2. METODA I OPIS WYKONANYCH DOŚWIADCZEŃ

2.1. Dobór sposobu pomiaru właściwej pracy skrawania

Po analizie rozwiązań metod pomiaru właściwej pracy skrawania przy wierceniu i dynamometrów wiertarskich stosowanych do badań

[13] zdecydowano się wykorzystać przyrząd, którego działanie polega na wierceniu otworów w próbkach dosuwanych do wiertła za pomocą urządzenia, którego budowa oparta jest o działanie regulatora obrotów Watta. Aparaturę tę oraz sposób pomiaru dokładnie opisali Hoffman [3] i Hoffman, Staniszewski [4].

2.2. Dobór materiału doświadczalnego do badań

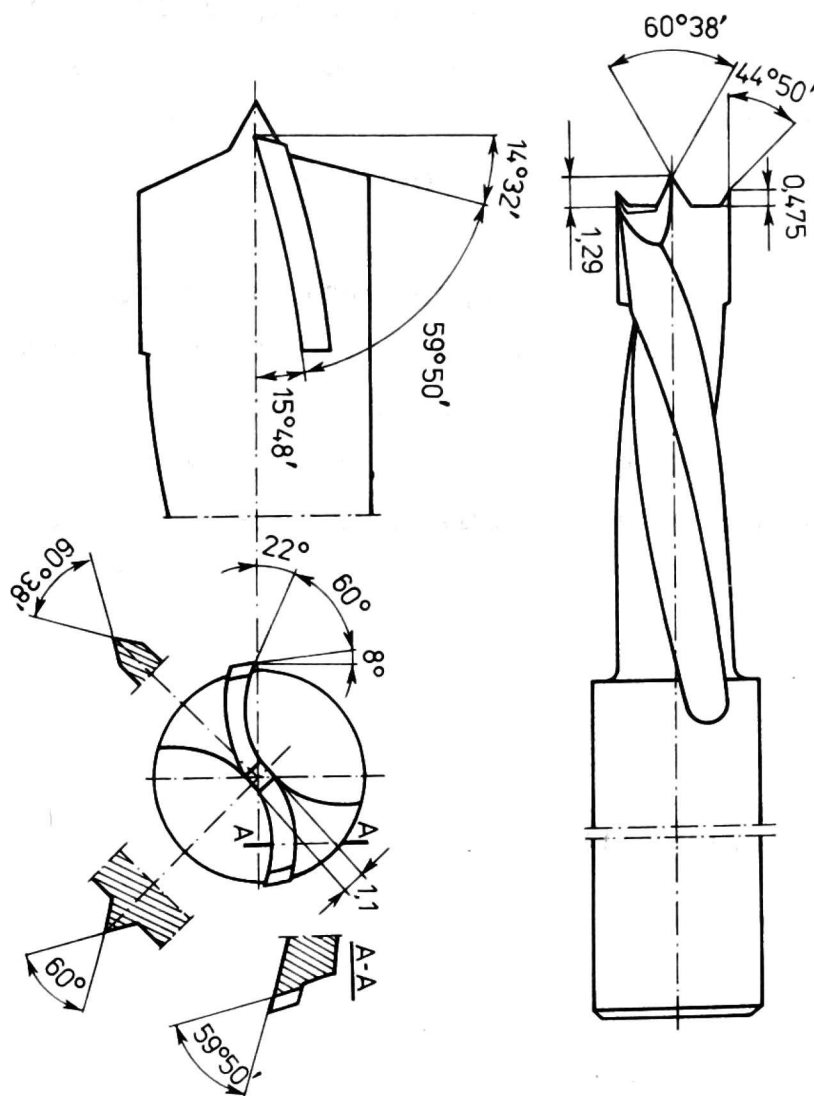
Badania właściwej pracy skrawania przeprowadzono na próbkach wykonanych z drewna sosny (*Pinus silvestris* L.) i olszy (*Alnus glutinosa* Gaertn.), lignomeru sosnowego i olśzowego uzyskanego na drodze polimeryzacji termicznej styrenu w naturalnym drewnie wyżej wymienionych gatunków według technologii opracowanej przez ławniczaka [9].

Próbki drewna pozyskano przecierając kłody na bale o grubości 56 mm. Z bali rdzeniowych wykonano próbki o wymiarach 50 x 50 x 1200 mm o ściśle zorientowanym przebiegu włókien. Następnie drogą klimatyzacji doprowadzono drewno do wilgotności $10 \pm 2\%$ i dzielono każdy z elementów na dwie części, z których jedna przeznaczona była do modyfikacji. Drewno po modyfikacji było długo sezonowane. Następnie wszystkie elementy obrabiano, aby uzyskać próbki o wymiarach 20 x 20 x 150 mm, co było podyktowane wymiarami uchwytu w dynamometrze. Do badań użyto tylko tych próbek z lignomeru, które zawierały $74 \pm 2\%$ polistyrenu w stosunku do masy drewna zupełnie suchego.

2.3. Dobór narzędzia skrawającego do badań

W przypadku wiercenia wpływ na właściwą pracę skrawania ma rodzaj wiertła użytego do badań, a z tym związane są takie czynniki jak: kąt skrawania głównej krawędzi ostrza, kąt wierzchołkowy, kąt pochylecia linii zwoju wiertła, wysokość i sposób zaostrenia podcinaków, wysokość i sposób zaostrenia kolca centrującego, wartość kąta przyłożenia, a nade wszystko średnica wiertła.

Ponieważ badania dotyczyły wiercenia drewna w kierunku promieniowym i stycznym do włókien, do badań użyto wiertła śrubowego z podcinakami i kolcem centrującym, z chwytem walcowym - firmy Leitz - co jest zgodne z zaleceniami literaturowymi w tym zakresie [1, 5, 7, 10]. Odpowiada to również narzędziom stosowanym w obróbce materiałów kompozytowych z tworzyw sztucznych [2, 7]. Podstawowe parametry liniowe i kątowe wiertła użytego do badań przedstawiono na rysunku 1. Średnica użytego wiertła wynosiła 5 mm, co było po-



Rys. 1. Parametry kątowe wiertła użytego do badań

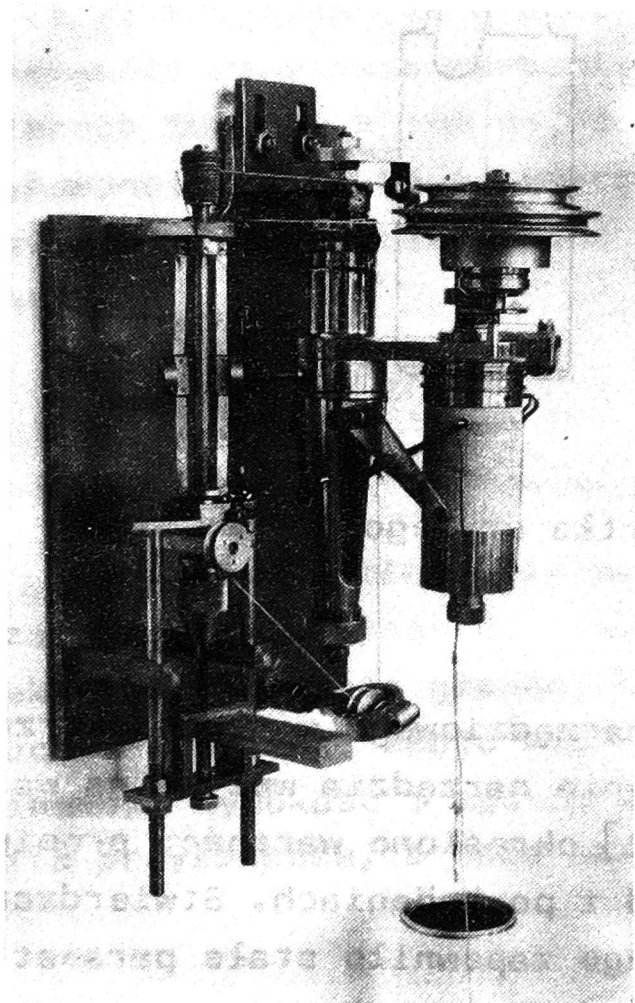
dyktowane małymi rozmiarami uchwytu narzędziowego w dynametrze. Ze względu na fakt, że stopień stępienia narzędzia wpływa na wartość właściwej pracy skrawania [5, 12] określono wartość promienia zaokrąglenia ostrzy wiertła przed i po badaniach. Stwierdzono, że ostrze wykonane z węgla spiekane zapewniło stałe parametry promienia zaokrąglenia - ostrość krawędzi tnących.

3. SPOSÓB PRZEPROWADZENIA DOŚWIADCZEŃ

Po przycięciu próbek do wymaganych wymiarów, podzielono je na dwie grupy A i B. Oznaczono na nich miejsca wiercenia otworów w kierunku stycznym i promieniowym do kierunku przebiegu słoików rocznych. Aby nie nastąpiło przecięcie się otworów wierconych w obu wspomnianych kierunkach w niewielkich rozmiarowo próbkach przesunięto ich osie względem siebie.

Do badań dobrano poziom energii równy 9,81 J, tak aby nie zachodziła możliwość wiercenia otworów o głębokości powyżej 2 d. Głębsze wiercenie mogłoby zniekształcić wartości właściwej pracy skrawania z uwagi na trudności z odprowadzeniem wiórów przez wiertło.

Każdorazowe przygotowanie dynamometru do badań polegało na nawinięciu na kółko pasowe cięgna o długości odpowiadającej wysokości opadania ciężarka Q. Opuszczano ciężarek Q, który opadając z założonej wysokości obracał wrzeciono wraz z wiertłem, zamieniając energię potencjalną w kinetyczną. Jednocześnie wirujące ciężarki powodowały nasuwanie się na wiertło próbki (rys. 2). W tym czasie



Rys. 2. Sposób pomiaru właściwej pracy skrawania przy wierceniu na dynamometrze obrotowym

rejestrowano przy użyciu indykatora pola pracy w czasie skrawania i na biegu luzem, co pozwalało ustalić sprawność dynamometru. Następnie mierzono głębokość wywierconego otworu posługując się głębokościomierzem mikrometrycznym, wyposażonym w płaską końcówkę pomiarową o średnicy 3 mm z dokładnością wskazań $\pm 0,01$ mm.

Właściwą pracę skrawania określono na podstawie następującej zależności:

$$k_o = \frac{Q \cdot h \cdot \eta_o}{V} = \frac{4Q \cdot h \cdot \eta_o}{l \cdot \pi \cdot d^2} \text{ J/cm}^3,$$

gdzie:

- Q - ciężar opadający na drodze h,
- η_o - sprawność dynamometru obrotowego,
- V - objętość wywierconego otworu,
- l - głębokość wywierconego otworu,
- d - średnica wywierconego otworu.

Wartość ciężaru Q określono z dokładnością ± 1 g, natomiast drogę opadania h ustalono z dokładnością ± 1 mm.

4. WYNIKI DOŚWIADCZEŃ

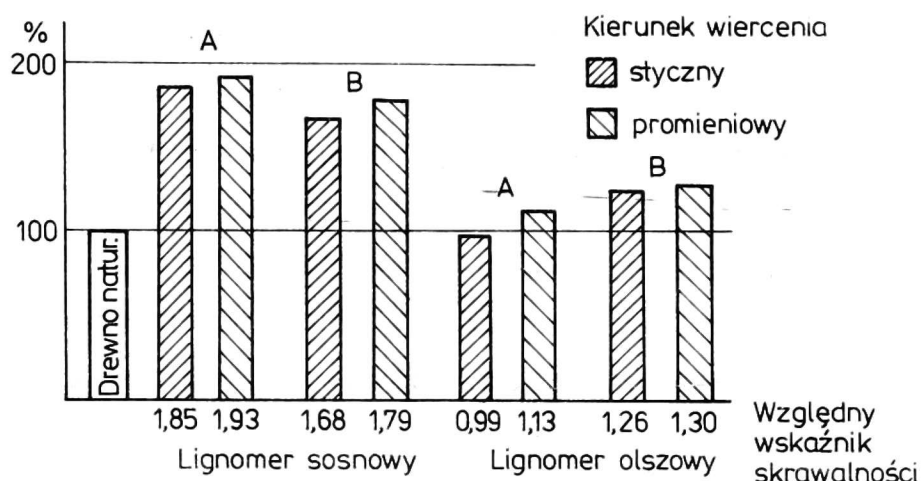
Wyniki pomiarów właściwej pracy skrawania przy wierceniu wiertłem o małej średnicy przedstawiono syntetycznie w tabeli 1. Wyniki te zilustrowano graficznie za pomocą względnych wartości skrawalności drewna modyfikowanego i naturalnego, które pozwalają lepiej uchwycić zależności między skrawanymi materiałami naturalnymi i modyfikowanymi (rys. 3).

Obliczono również wartości względnego wskaźnika właściwej pracy skrawania drewna modyfikowanego w stosunku do drewna naturalnego. Z porównania wyników można stwierdzić, że modyfikacja styrenem powoduje zwiększenie właściwej pracy skrawania, z tym że dla drewna sosny jest to wzrost znaczny, bo prawie 70-90%, w zależności od kierunku wiercenia względem włókien, natomiast dla drewna olszy zaobserwowany wzrost jest dużo mniejszy od 13-31%, a w jednym przypadku nie zaobserwowano wzrostu, lecz spadek wartości.

Dla wszystkich rozważanych przypadków właściwa praca skrawania przy wierceniu stycznie do włókien osiągała mniejsze wartości niż przy wierceniu w kierunku promieniowym, lecz różnice te w przypadku drewna naturalnego były dużo mniejsze niż w przypadku dREW-

Właściwa praca skrawania przy wierceniu drewna
naturalnego i zmodyfikowanego polistyrenem

Rodzaj drewna	Zawar- tość poli- styre- nu %	Właściwa praca skrawania przy wierceniu w kierunku:					
		stycznym			promieniowym		
		k_0	$\pm \sigma$	V	k_0	$\pm \sigma$	V
		J/cm ³		%	J/cm ³		%
Próbki grupy A							
Sosna =508	0	162,34	6,94	2,48	173,35	17,73	10,23
kg/m ³	72	301,91	4,89	1,62	334,57	11,93	3,30
Olśza =510	0	168,15	19,37	11,52	177,46	15,51	8,74
kg/m ³	74	167,17	12,80	7,66	200,83	11,08	5,52
Próbki grupy B							
Sosna =518	0	161,87	13,82	8,54	176,30	20,55	11,66
kg/m ³	74	271,62	16,35	6,02	315,53	26,89	8,52
Olśza =536	0	148,97	9,16	6,15	166,82	14,24	8,54
kg/m ³	75	187,72	8,11	4,32	217,60	8,42	3,87



Rys. 3. Właściwa praca skrawania lignomeru względem drewna naturalnego przy wierceniu

na modyfikowanego. Jest to zgodne z kształtowaniem się innych własności drewna i lignomeru sosnowego i olszowego, np. wytrzymałością na ściskanie lub twardością [8]. Można również zauważyć, że polimeryzacja bardziej różnicuje wartości właściwej pracy przy wierceniu w kierunku stycznym i promieniowym; w większym stopniu dotyczy to sosny. Wydaje się to być ściśle związane z budową anatomiczną drewna sosny i olszy, z których sosna ma bardziej zróżnicowaną budowę.

W przypadku lignomeru sosnowego mamy do czynienia z typowym tworzywem warstwowym, którego proces skrawania bardzo się komplikuje. Warstwami są tu z pewnością drewno wczesne i późne przyrostu rocznego, których zróżnicowane własności wydają się zwiększone w wyniku modyfikacji styrenem.

Kierunek ruchu ostrza względem warstw, jakimi są przyrosty roczne, ma istotne znaczenie dla kształtowania się określonej postaci rozkładu naprężeń i odkształceń w nasadzie wióra. Jest to szczególnie ważne przy wierceniu dającym różne położenie krawędzi skrawających względem włókien w czasie jednego obrotu oraz stosunkowo małe przekroje warstwy skrawanej (np. w prowadzonych badaniach grubość warstwy skrawanej przy jednym obrocie wiertła wynosiła średnio $u_n = 0,12$ mm).

Na podstawie analizy wyników można również stwierdzić, że wartości współczynników zmienności badanych próbek z lignomeru są mniejsze niż dla próbek z drewna naturalnego. Świadczy, to że lignomer ma bardziej wyrównane własności od drewna naturalnego na rozpatrywanych przekrojach próbek.

Trudny do wyjaśnienia jest fakt uzyskiwania mniejszych wartości właściwej pracy skrawania przy wierceniu zmodyfikowanego drewna olszy. Chociaż jest to zgodne z wcześniejszymi badaniami Porankiewicza [11] dotyczącymi piłowania lignomeru olszowego, to jednak nie wydaje się możliwe do interpretacji za pomocą stosowanych do tej pory teorii i modeli procesu skrawania.

W przypadku skrawania tworzyw warstwowych, takich jakim jest niewątpliwie kompozyt drewno-polimer, stopień skomplikowania czynników wpływających na skrawalność rośnie ogromnie ze względu na dodatkowe własności polimerów np. zależność od temperatury, wielokierunkowość budowy itp. [2].

Zasygnalizowane problemy winny stanowić przedmiot dalszych badań.

5. WNIOSKI

Na podstawie badań obróbki wierceniem drewna i lignomeru sosnowego i olszowego można stwierdzić, że:

1. Właściwa praca skrawania przy wierceniu drewna lignomeru sosnowego jest średnio większa o 80% niż przy wierceniu drewna sosny, natomiast przy wierceniu lignomeru olszowego średnio o 20% większa niż przy drewnie olszy.

2. Drewno sosnowe i olszowe zmodyfikowane i naturalne wykazuje większą właściwą pracę skrawania przy wierceniu w kierunku promieniowym niż przy wierceniu w kierunku stycznym.

3. Drewno zmodyfikowane ma niższe wartości wskaźników zmienności właściwej pracy skrawania niż drewno naturalne, co świadczy o jego bardziej wyrównanych własnościach,

4. Istnieje potrzeba prowadzenia dalszych badań w celu wyjaśnienia procesów zachodzących przy skrawaniu lignomeru.

LITERATURA

1. Baskina E. E.: Derevorežušče tverdospławnyje sverļa. Derevo-obrab. Promyšlennost, 1977, nr 2.
2. Darlewski J.: Obróbka skrawaniem tworzyw sztucznych warstwowych. WNT Warszawa 1978.
3. Hoffman M.: Przydatność techniczna metody pomiaru właściwej pracy skrawania drewna opartej na dynamometrze obrotowym. Maszynopis pracy doktorskiej. Poznań 1977.
4. Hoffman M., Staniszewski J.: Nowa metoda pomiaru skrawania drewna Przem. Drzew., 1978 nr 6.
5. Ivanovskij E. G.: Rezanje drevesiny. Izd. Lesnaja Promyšlennost. Moskva 1975.

6. Kortylewski B.: Badania właściwych oporów skrawania i sił występujących podczas toczenia lignomeru olchowego. Maszynopis w IPT-AR. Poznań 1977.
7. Krištofa N. A., Radzevič S. P., Bobko A. J.: Obrabotka otvierstvi v kompozicionnyh i niemetaličeskich materialach. Izd. Technika. Kiev 1980.
8. Ławniczak M.: Sposób modyfikacji drewna monomerami na drodze polimeryzacji termicznej. Akademia Rolnicza Poznań 1974.
9. Ławniczak M., Walentynowicz T.: Lignomer, właściwości i zastosowanie. Akademia Rolnicza, Poznań 1979.
10. Orlicz T.: Narzędzia do obróbki drewna. Wyd. SGGW - AR Warszawa 1967.
11. Porankiewicz B.: Badania właściwej pracy i mocy skrawania podczas piłowania lignomeru olchowego. Maszynopis w IPT-AR Poznań 1977.
12. Staniszewski J., Porankiewicz B.: Obróbka i obrabiarki do drewna. Cz.4. Kryteria i metody oceny stopienia ostrzy narzędzi skrawających do obróbki drewna. Poznań 1978.
13. Wieloch G.: Przegląd metod pomiaru właściwej pracy skrawania wierceniem. Maszynopis IPT-AR Poznań 1979.

Г. Велёх

ПРАВИЛЬНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ ПРИ СВЕРЛЕНИИ
СОСНОВОЙ И ОЛЬХОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ И СОСНОВОГО И ОЛЬХОВОГО ЛИГНОМЕРА

Р е з ю м е

Целью соответствующих исследований было изучение образования правильной обработки резанием при сверлении лигномера и немодифицированной древесины. Исследования проводились с использованием сверлильного динамометра на образцах изготовленных из сосновой (*Pinus silvestris* L.) и ольховой (*Alnus glutinosa* Gaertn.). Древесины и соснового и ольхового лигномера содержащего 74±2% полистирола по отношению к массе сухой древесины. Образцы сверлили в направлении радиальном и тангенциальном к волокнам с использованием винтового сверла диаметром 5 мм с подрезывателями и центрирующим шипом.

Результаты исследований позволяют констатировать, что модификация стиролом приводит к повышению павильности обработки резанием на 70-90% для сосновой и на 13-31% для ольховой древесины. Как сосновая так и ольховая модифицированная древесина характеризуется высшей правильностью обработки резанием при сверления в тангенциальном направлении к волокнам. Модифицированная древесина характеризуется более выровненной обрабатываемостью резанием, чем природная древесина в обоих рассматриваемых направлениях.

G. Wieloch

PROPER MACHINING WORK IN DRILLING PINE AND ALDER
WOOD AND LIGNOMER

S u m m a r y

The aim of the respective investigations was to recognize the formation of proper work in machining of lignomer and non-modified wood. The investigations were carried out on drilling dynamometer on samples made from pine (*Pinus silvestris* L.) and alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.) wood and from pine and alder lignomer containing 74[±]2% of polystyrene in relation to the dry matter of wood. The samples were drilled in the direction radial and tangential to fibres with the use of the screw drill of 5 mm in dia with undercuttings and centric spike.

The results obtained allow to state that the modification with styrene results in an increase of the proper machining work by 70-90% for pine wood, and 13-31% for alder wood. Modified both pine and alder wood shows a higher machinability at drilling in longitudinal direction to fibres. Modified wood is characterized by more uniform machinability than natural wood in both directions considered.