

METODA OCENY JAKOŚCI LIGNOMERU PRZY UŻYCIU TWARDOŚCIOMIERZA DYNAMICZNEGO

Wojciech Kokociński

Instytut Tworzyw Drzewnych AR w Poznaniu

WPROWADZENIE

W 1976 r. został oddany do eksploatacji Pilotowy Zakład Modyfikacji Drewna w Laskach (woj. kaliskie), który umożliwia produkcję dużych partii informacyjnych lignomeru dla wszystkich potencjalnych użytkowników, w celu ustalenia kierunków jego stosowania [18].

Podjęcie seryjnej produkcji nowego tworzywa drzewnego stawia przed techniką pomiarową zadanie, polegające na przystosowaniu istniejących już lub na opracowaniu nowych metod oceny jakości wytwarzanego materiału. Dotychczas o jakości lignomeru wnioskowano z wartości liczbowych poszczególnych właściwości mechanicznych oznaczanych w próbach wytrzymałościowych. Nadmienić należy, że z uwagi na dotąd nieznormalizowany sposób określania własności drewna zmodyfikowanego monomerami tworzyw sztucznych, próby wytrzymałościowe wykonuje się na podstawie norm opracowanych dla drewna litego, tworzyw drzewnych bądź też tworzyw sztucznych, przyjmowane w sposób dowolny przez niektórych badaczy.

Pomiar wytrzymałości dużych partii materiałów jest jednak kłopotliwy i pracochłonny, ze względu na konieczność przygotowywania specjalnych próbek a ponadto wymaga zaplecza laboratoryjnego. Taki sposób oceny jakości nie może być więc stosowany przy kontroli jakości seryjnie produkowanego lignomeru. Główną przyczyną jest to, że z każdego zmodyfikowanego elementu należałoby pozyskać do badań wytrzymałościowych od kilku do kilkunastu próbek co w większości przypadków spowodowałoby zniszczenie gotowego wyrobu. Konieczność zaś określania właściwości każdego z wyprodukowanych elementów wynika z faktu, że w poszczególnych partiach produkowanego w jednym procesie technologicznym lignomeru znajduje się pewna liczba elementów niedostatecznie uszlachetnionych o wyraźnie niższym od zakładanego stopniu nasycenia

polimerem bądź też o nierównomiernym jego rozmieszczeniu. Przyczyny tego zjawiska należy szukać głównie w tym, że w zakładzie przemysłowym do produkcji określonego rodzaju lignomeru stosuje się drewno pochodzące z różnych drzew oraz z różnych części pnia, a zatem drewno o niejednakowej podatności do nasycania.

Analiza wyników dotychczas przeprowadzonych i opublikowanych badań, w których określano właściwości drewna zmodyfikowanego przy użyciu monomerów tworzyw sztucznych [1, 3-9, 12-16, 19, 20], pozwala na sformułowanie twierdzenia, że spośród wszystkich badanych własności mechanicznych lignomeru twardość jest obiektywnym miernikiem jego jakości. Twardość jest bowiem pewną wielkością fizyczną uzależnioną od innych cech charakterystycznych każdego materiału, mimo iż zależy od metody pomiaru [2, 11, 21].

Najczęściej pomiar twardości tworzyw konstrukcyjnych, w tym również i lignomeru, przeprowadza się metodą Brinella. Metoda ta choć prosta i wygodna w stosowaniu, wymaga również pozyskiwania próbek do badania oraz ich oceny w laboratorium. Stąd też nie można jej wykorzystać z dużym pożytkiem przy seryjnej kontroli własności produkowanego lignomeru.

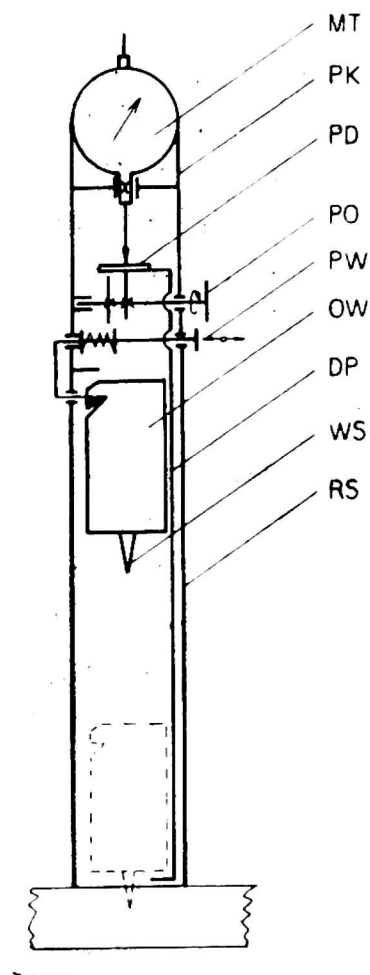
Mając na uwadze powyższe w Instytucie Tworzyw Drzewnych Akademii Rolniczej w Poznaniu opracowano nowy sposób pomiaru twardości lignomeru przy użyciu twardościomierza dynamicznego, którego konstrukcję, zasadę działania i sposób pomiaru zgłoszono w Ośrodku Ochrony Patentowej [10].

Celem niniejszego opracowania jest omówienie budowy i zasady działania twardościomierza dynamicznego oraz przedstawienie badań zmierzających do ustalenia metody oceny jakości lignomeru przy jego użyciu.

URZĄDZENIE DO OZNACZANIA TWARDOŚCI METODĄ DYNAMICZNĄ

Budowa twardościomierza

Schemat ideowy twardościomierza dynamicznego przedstawiono na rysunku 1. Konstrukcję urządzenia łączącą wszystkie podzespoły stanowi rura stalowa (*RS*), której jeden koniec zamyka pokrywa (*PK*) z zamocowanym w niej mikromierzem tarczowym (*MT*). Zasadniczą częścią twardościomierza jest obciążalnik (*OW*) w kształcie walca wraz z zamocowanym u dołu centrycznie wgłębniem stożkowym (*WS*). Obciążalnik (*OW*) podniesiony na ściśle określoną wysokość jest podtrzymywany przez wypust przycisku wyłącznika (*PW*), po wciśnięciu którego zwolniony obciążalnik spada swobodnie i w przypadku ustawienia urządzenia na badanym elemencie wgłębniem stożkowy wbije się w materiał. Głębokość



Rys. 1. Schemat ideowy urządzenia do badania twardości dynamicznej

zagłębienia się stożka mierzy mikromierz tarczowy (*MT*) po podniesieniu drążka pomiarowego (*DP*) przy pomocy pokrętła (*PO*). Drążek pomiarowy jednym końcem winien dotykać dolnej płaszczyzny obciążalnika walcowego drugi zaś koniec zaopatrzonej w płytkę dociskową (*PD*) podnosi stopkę mikromierza (*MT*).

Z przedstawionego opisu urządzenia do oznaczania twardości wynika, że pomiar twardości dynamicznej sprowadza się do ustalenia głębokości wbicia się wglębniaka stożkowego w badany materiał na skutek swobodnego spadku obciążalnika walcowego, w którym wglębniak jest zamocowany.

Wartości liczbowe twardości dynamicznej można wyliczać ze wzoru:

$$H_{ds} = \frac{A}{V} \text{ (MPa)},$$

w którym:

- H_{ds} — twardość dynamiczna w MPa,
- A — wartość wykonanej pracy J,
- V — objętość powstałego wglębienia w m³.

Charakterystyka techniczna twardościomierza dynamicznego

Parametry techniczne twardościomierza dynamicznego ustalono w oparciu o wyniki uprzednio przeprowadzonych badań, których celem było określenie: wartości kąta wierzchołkowego wglębniaka stożkowego, wysokości wglębniaka stożkowego, zasobu energii potencjalnej urządzenia (masy obciążalnika wraz z wglębniakiem stożkowym i wysokości jego podniesienia).

Dane techniczne

- 1) parametry wglębniaka stożkowego: kąt wierzchołkowy $\frac{1}{16} \pi$ rad
wysokość stożka 10 mm.
- 2) zasób energii potencjalnej $A = 2,5$ J (masa obciążalnika 2 kg,
wysokość podniesienia $h = 0,125$ m).
- 3) maksymalna głębokość wcisku 10 mm.
- 4) dokładność odczytu głębokości wcisku 0,01 mm.

METODYKA

Doświadczenia wykonano na drewnie sosny (*Pinus silvestris* L.), olchy (*Alnus glutinosa* Geartn.) i buka (*Fagus silvatica* L.). Drewno pozyskane do badań, w postaci beleczek o wymiarach $60 \times 60 \times 500$ mm, sezonowano do wilgotności ok. 12%. Przygotowane do doświadczeń graniaki podzielono na 4 grupy: A B C i D. Trzy z nich A, B, i C przeznaczono do nasycania, grupę D natomiast stanowiły próbki kontrolne. Do modyfikacji przygotowano roztwór według następującej receptury: na każde 100 części wagowych styrenu technicznego dodano 0,6 części wagowych wodoronadtlenku mentapinanu, 0,3 części wagowe wodoronadtlenku kumenu i 0,2 części wagowe genitronu AZDN. Nasycanie drewna przeprowadzono w autoklawie przy zastosowaniu wstępnego podciśnienia 0,09MPa, które utrzymywano przez okres 1 godziny. Po wprowadzeniu roztworu monomeru ciśnienie podwyższono do 0,4MPa, na okres 1 godziny dla próbek grupy A, 3 godzin dla grupy B i 6 godzin dla próbek grupy C. Zróżnicowany czas nasycania poszczególnych partii beleczek zapewnić miał uzyskanie lignomeru o różnym stopniu nasycenia polistyrenem. Po zredukowaniu nadciśnienia do wartości ciśnienia atmosferycznego wszystkie graniaki pozostawiono w roztworze nasycającym przez 12 godzin.

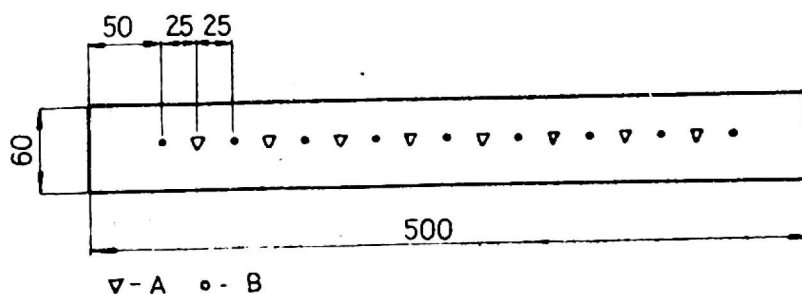
Polimeryzację przeprowadzono metodą termiczną poprzez ogrzewanie próbek zanurzonych w łaźni olejowej wg metody opracowanej przez Ławniczaka [12, 17].

Zawartość polistyrenu w tkance drzewnej wyprodukowanego lignomeru mieściła się w następujących przedziałach:

sosna — grupa	A	od 50 do 72 ⁰ / ₀ ,	średnio 63 ⁰ / ₀
	B	od 68 do 93 ⁰ / ₀ ,	średnio 82 ⁰ / ₀
	C	od 85 do 102 ⁰ / ₀ ,	średnio 95 ⁰ / ₀
olcha — grupa	A	od 63 do 81 ⁰ / ₀ ,	średnio 75 ⁰ / ₀
	B	od 74 do 92 ⁰ / ₀ ,	średnio 84 ⁰ / ₀
	C	od 82 do 104 ⁰ / ₀ ,	średnio 99 ⁰ / ₀
buk — grupa	A	od 32 do 52 ⁰ / ₀ ,	średnio 41 ⁰ / ₀
	B	od 39 do 63 ⁰ / ₀ ,	średnio 51 ⁰ / ₀
	C	od 48 do 68 ⁰ / ₀ ,	średnio 60 ⁰ / ₀

Do badań użyto tylko te beleczki lignomeru, w których zawartość polistyrenu była równa wartości średniego nasycenia $\pm 5^0/0$. Wybrane graniaki przechowywano w pomieszczeniu laboratorium przez 6 tygodni.

Sezonowane beleczki drewna naturalnego i zmodyfikowanego polistyrenem poddano próbie oznaczania twardości poprzecznej (w kierunku promieniowym i stycznym) statyczną metodą Brinella i przy użyciu twar-



Rys. 2. Miejsca pomiaru twardości beleczek drewna naturalnego i zmodyfikowanego polistyrenem

A — metoda Brinella, B — metoda dynamiczna

dościomierza dynamicznego. Miejsca pomiarów twardości przedstawiono na rysunku 2. Po przeprowadzeniu tych badań, z każdego graniaka pozyskano próbki do oznaczania wytrzymałości na zginanie statyczne wg PN — 68/D — 04103.

WYNIKI DOŚWIADCZEŃ

Wyniki pomiarów twardości statycznej oraz dynamicznej drewna naturalnego i zmodyfikowanego polistyrenem zebrano w tabeli 1. Z danych przedstawionych w tej tabeli wynika, że — niezależnie od metody pomiaru — wartości liczbowe twardości promieniowej i stycznej badanych rodzajów lignomeru są tym większe, im wyższa jest zawartość polistyrenu w tkance drzewnej. Z porównania rezultatów pomiaru twardości stosowanymi w badaniach metodami można sądzić, że zastosowanie dyna-

Tabela 1

Twardość drewna naturalnego i zmodyfikowanego polistyrenem oznaczona statyczną metodą Brinella oraz metodą dynamiczną

Rodzaj drewna	Zawartość polistyrenu %	Twardość oznaczona metodą			
		Brinella		dynamiczną	
		w kierunku			
		promie- niowym	stycz- nym	promie- niowym	stycz- nym
MPa					
Sosna	0	29,30	21,80	0,48	0,31
	63	33,00	38,60	1,40	1,20
	82	78,00	76,20	3,60	3,00
	95	93,80	91,60	5,50	4,80
Olcha	0	23,20	19,90	0,60	0,52
	75	42,80	47,50	2,60	1,80
	84	85,90	87,00	4,70	3,90
	99	93,00	91,00	8,50	7,30
Buk	0	31,00	33,20	0,95	0,83
	41	65,80	62,60	3,40	3,13
	51	89,70	93,00	4,90	4,80
	60	113,00	113,70	8,50	9,80

micznej metody oznaczania twardości lignomeru pozwala na określenie tej właściwości z dostateczną dokładnością, gdyż zróżnicowanie wartości liczbowych twardości dynamicznej poszczególnych rodzajów drewna zmodyfikowanego polistyrenem jest podobne a nawet nieznacznie większe od zróżnicowania analogicznych wartości uzyskanych przy stosowaniu metody Brinella. Potwierdzeniem powyżej sformułowanego stwierdzenia są wartości średniej twardości poprzecznej lignomeru wyrażone w procentach wartości twardości oznaczonej dla drewna naturalnego (tab. 2). W tabeli 2 zestawiono ponadto wyniki pomiaru wytrzymałości na zginanie statyczne badanych materiałów.

W celu lepszego uchwycenia zależności między ilością polistyrenu związanego z tkanką drzewną a wytrzymałością na zginanie statyczne i twardością sporządzono wykresy zamieszczone na rysunku 3. Z analizy graficznie przedstawionych zależności wynika, że istnieje ścisła korelacja między właściwościami poszczególnych rodzajów lignomeru oznaczonymi zgodnie z dotychczas znormalizowanymi sposobami i zaproponowaną metodą pomiaru twardości przy użyciu prototypowego twardościomierza dynamicznego.

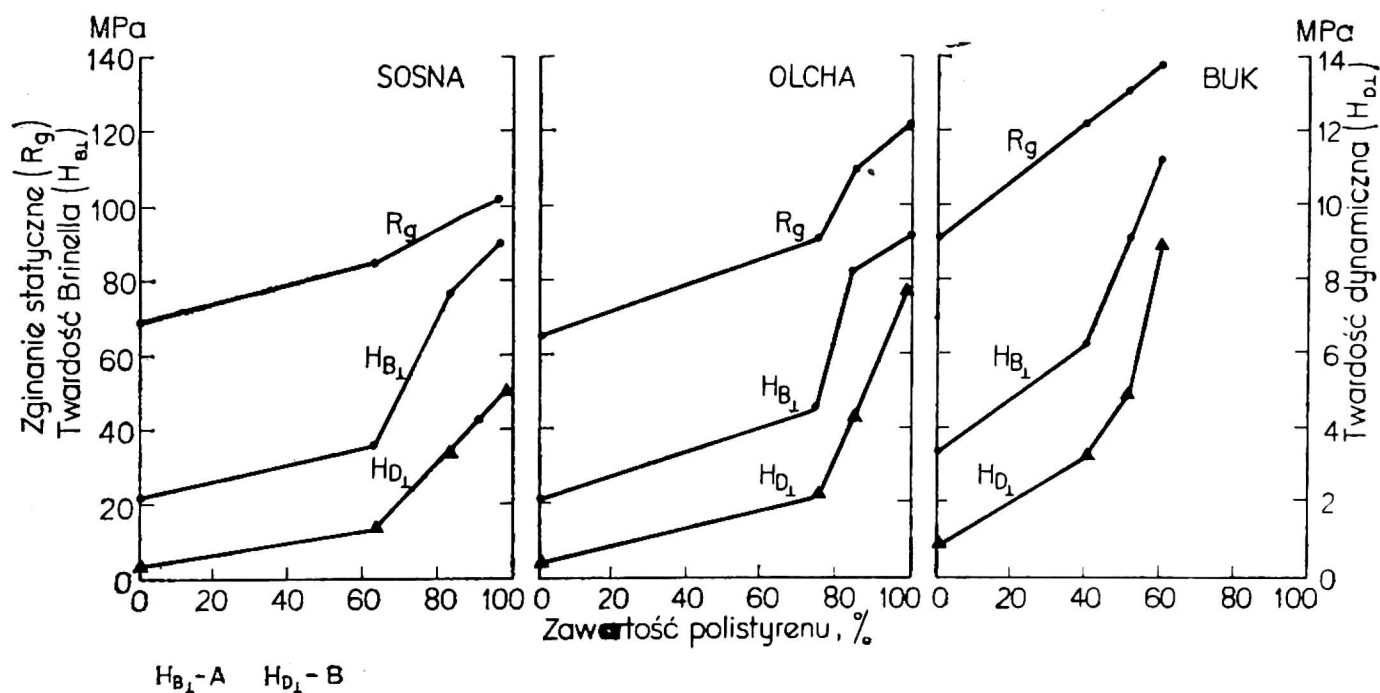
Przedstawione rezultaty pomiarów twardości dynamicznej drewna spolimeryzowanego i ich porównanie z twardością oznaczoną metodą Bri-

Tabela 2

Wytrzymałość na zginanie statyczne i twardość poprzeczna drewna naturalnego i zmodyfikowanego polistyrenem

Rodzaj drewna	Zawartość polistyrenu %	Zginanie statyczne	Twardość poprzeczna oznaczana:	
			metodą Brinella	metodą dynamiczną
MPa				
Sosna	0	69,0(100)	21,05(100)	0,39(100)
	63	85,0(123)	35,80(170)	1,30(334)
	82	96,0(139)	77,10(399)	3,30(846)
	95	103,5(150)	92,70(441)	5,15(1345)
Olcha	0	66,0(100)	21,55(100)	0,56(100)
	75	91,5(139)	45,15(210)	2,20(393)
	84	111,5(169)	86,45(401)	4,30(768)
	99	122,0(185)	92,00(427)	7,90(1410)
Buk	0	94,0(100)	32,10(100)	0,89(100)
	41	122,5(130)	64,40(201)	3,30(371)
	51	133,5(142)	91,35(285)	4,85(546)
	60	138,0(147)	113,35(354)	9,15(1030)

nella oraz wytrzymałością na zginanie statyczne wydają się wskazywać na celowość prowadzenia prób oceny jakości lignomeru wytwarzanego w skali przemysłowej przy użyciu prototypowego twardościomierza dynamicznego.

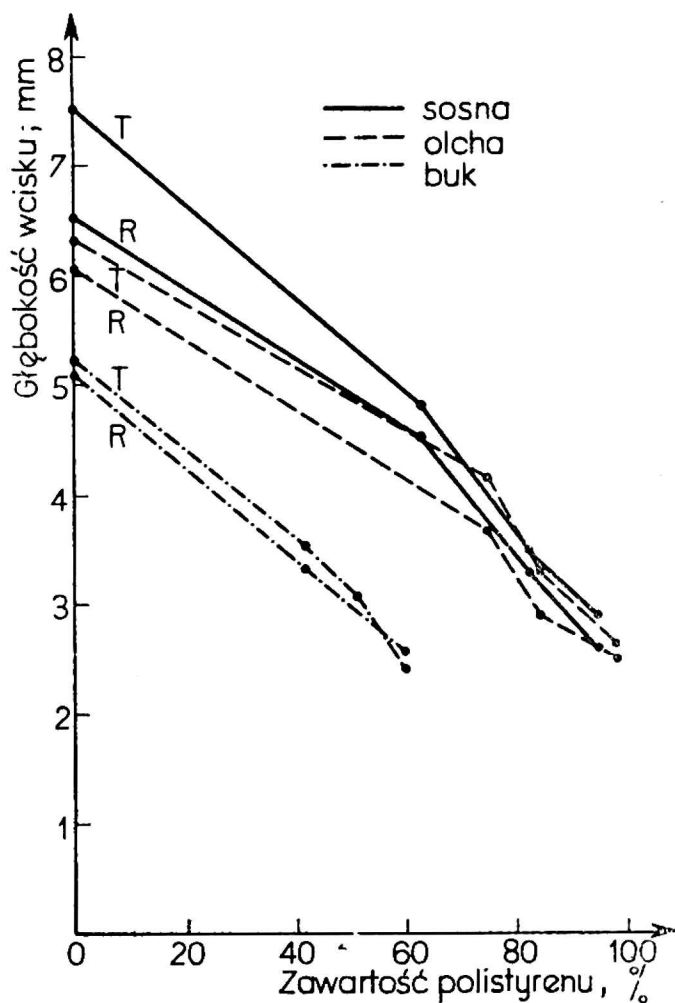


Rys. 3. Wpływ zawartości polistyrenu w tkance drzewnej sosny, olchy i buka na wytrzymałość przy zginaniu statycznym (R_g), twardość Brinella (A) oraz twardość dynamiczną (B)

Tabela 3

Twardość dynamiczna w zależności od głębokości wcisku węgelnika stożkowego (dane dotyczące urządzenia o charakterystyce podanej w tekście)

Głębokość wcisku węgelnika mm	Twardość dynamiczna MPa	Głębokość wcisku węgelnika mm	Twardość dynamiczna MPa
1,0	133,10	5,5	0,79
1,5	39,10	6,0	0,61
2,0	16,60	6,5	0,48
2,5	8,50	7,0	0,38
3,0	4,90	7,5	0,31
3,5	3,10	8,0	0,25
4,0	2,00	8,5	0,21
4,5	1,40	9,0	0,18
5,0	1,00	9,5	0,15



Rys. 4. Zależność między zawartością polistyrenu w tkance drzewnej sosny, olchy i buka a głębokością wcisku (h) węgelnika stożkowego podczas oznaczania twardości dynamicznej

R — twardość w kierunku promieniowym, T — twardość w kierunku stycznym

Do praktycznego wykorzystania wyników pomiaru głębokości wcisku przy stosowaniu twardościomierza dynamicznego sporządzono tabelę 3 oraz rysunek 4. W tabeli 3 zestawiono wartości liczbowe twardości dynamicznej w zależności od głębokości wcisku (h) wgłębnika stożkowego zastosowanego w omawianym urządzeniu. Krzywe zaś przedstawione na rysunku 4 ilustrują zależność między zawartością polistyrenu w tkance drzewnej a doświadczalnie wyznaczoną głębokością wcisku wgłębnika. Z wykresów tych wynika, że chcąc wykorzystać twardościomierz dynamiczny w praktyce przemysłowej, wystarczy określenie głębokości wcisku i z uzyskanego pomiaru wnioskowanie o jakości wyprodukowanego lignomeru. Okazuje się bowiem, że w przypadku lignomeru z drewna sosny i olchy głębokość wcisku do 3 mm świadczy o wysokich właściwościach mechanicznych tego tworzywa zaś głębokość wcisku od 3 do 4 mm jest typowa dla dostatecznie zmodyfikowanego drewna tych gatunków. Dla lignomeru bukowego natomiast analogiczne właściwości tego tworzywa uzyskano przy głębokości wcisku odpowiednio do 2,5 mm i 2,5-3,5 mm.

WNIOSKI

1. Wartości liczbowe twardości dynamicznej drewna zmodyfikowanego polistyrenem oznaczone przy użyciu twardościomierza dynamicznego z wgłębnikiem stożkowym są w ścisłej korelacji z mechanicznymi właściwościami tego tworzywa określonymi w próbach znormalizowanych.

2. Urządzenie do pomiaru twardości dynamicznej może być stosowane do oceny jakości lignomeru produkowanego w skali przemysłowej.

3. Główną zaletą urządzenia do pomiaru twardości dynamicznej, decydującą o możliwości jego stosowania w praktyce przemysłowej jest to, że w sposobie pomiaru twardości nie przewiduje się pozyskiwania specjalnych próbek z elementów lignomeru, którego twardość należy oznaczyć!

LITERATURA

1. Beall, F. C., Witt, A. E., Bosco, L. R.: Hardnes and Hardnes Modulus of Wood-Polymer Composites. *Forest Prod. J.*, 1973, 23, 1, 56-60
2. Bronikowski, T., Iwasiewicz, A., Kapko, J., Płaczek, W.: *Metody badań i ocena własności tworzyw sztucznych*. Warszawa, 1970, WNT
3. Helińska-Raczkowska, L., Ławniczak, M., Raczkowski, J.: *Pr. Komis. Technol. Drewna PTPN* 1973, 4, 65-105
4. Kannenberg, K. G., Bäder, E.: *Eigenschaften der Polymerholzer*. *Moderns Holzverarbeitung* 1970, 10

5. Karpow, W. L., i in.: Radiation Makes Better Woods and Co-Polymers. *Nucleonics* 1960, 18
6. Karpow, W. L.: Radiacionno-chimiczeskaja modifikacija drierwiesiny. *Chimija DREW. Ryga* 1971, Izd. Zinatne.
7. Kent, J. A., Winston, A., Boyle, W. R.: Preparation of Wood-Plastic Combinations using Gamma Radiation on Wood. Annual Report: 1. Nov. 1962
8. Kent, J. A., Winston, A., Boyle, W. R., Updyke, L.: Manufacture of Wood-Plastic Combinations by Use of Gamma Radiation. *Industrial Uses Large Radiat. Sources. vol. 1, Wiedeń, 1963*
9. Kokociński, W., Ławniczak, M.: Wpływ modyfikacji drewna olchy polistyrenem na jego właściwości. *Pr. Komis. Technol. Drewna PTPN, 1977 (w druku)*
10. Kokociński, W., Ławniczak, M.: Urządzenie do pomiaru twardości metodą dynamiczną. *Zgł. Pat., Poznań 1977*
11. Leibler, K.: Zastosowanie metod fizycznych w badaniach technicznych. *Warszawa, 1959, PWN*
12. Ławniczak, M.: *Przem. drzew. 1971, 7, 13-18*
13. Ławniczak, M.: *Holzforschung und Holzverwertung, 1973, 2*
14. Ławniczak, M.: Sposób modyfikacji drewna monomerami na drodze polimeryzacji termicznej. *AR Poznań, 1974*
15. Ławniczak, M., Kokociński, W.: Sprawozdanie z badań zmierzających do ulepszenia własności drewna poprzez jego modyfikację monomerami winylowymi na drodze polimeryzacji termicznej. *Cz. III (maszynopis, IMTD) Poznań, 1975, 1-95*
16. Ławniczak, M.: *Pr. Komis. Technol. Drewna PTPN, 1976, 6, 49-77*
17. Ławniczak, M.: Patent PRL nr 81908. *zgł. 1971, opublik. 1976*
18. Ławniczak, M.: *Przem. Drzew. 1977, 5, 18-21*
19. Raff, R. A., Herrick, J. W., Adams, M. F.: *Forest Prod. J., 16, 1969, 7: 260-262*
20. Ramalingam, K. V., Werezak, G. M., Hodgins, J. W.: *J. Polymer Sci., 1963 Part C, 153-167*
21. Van Krevelen, D. W.: *Swojstwa i chemiczeskoje strojenije polimerow. (tłum. z ang.). Moskwa, 1976, Izd. Chimija.*

В. Кокоциньски

МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЛИГНОМЕРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ТВЕРДОМЕРА

Резюме

В статье описывается конструкция и принцип действия прибора для определения динамической твердости лигномера и рассматриваются опыты по определению метода оценки качества древесины модифицированной полистиролом при ее использовании.

Опыт проводился на сосновой, ольховой и буковой древесине модифицированной полистиролом. Определяли устойчивость статическому изгибу, твердость Бринелла и динамическую твердость. Полученные результаты указывают на существование тесной корреляции между числовыми величинами динамической твердости лигномера и механическими свойствами этого материала определен-

ными в нормализованных пробах. Тем самым констатируется, что прибор для измерения динамической твердости может находить применение в оценке качества литномера производимого в промышленном масштабе.

W. Kokociński

ESTIMATION METHOD OF THE LIGNOMER QUALITY
AT USE OF THE DYNAMICAL HARDNESS TESTER

Summary

The construction and the functioning principle of the device for determining the dynamical hardness of lignomer are described and the experiments on establishing the estimation method of quality of wood modified with polystyrene at its utilization are presented in the paper.

The experiments were carried out on the pine, alder and beech wood modified with polystyrene. Static bending strength, Brinell's hardness and dynamical hardness were determined. The results obtained have proved a close correlation of numerical value of dynamical hardness of lignomer with mechanical properties of the material determined in standard tests. Thus it has been proved that the device for measurement of dynamical hardness can be used for estimation of the lignomer quality produced on an industrial scale.