

WPLYW PLASTYFIKATORÓW NA UDARNOŚĆ DREWNA MODYFIKOWANEGO

Swilen Nikołow, Panajot Panajotow, Krawimir Todorow,  
Todor Grandew

Wyższy Instytut Techniczno-Leśny w Sofii

Początkowe wyniki badań nad udarnością drewna modyfikowanego polimerami wskazują na znaczne pogorszenie tej cechy drewna [5], co można wyjaśnić zwiększoną kruchością materiału wywołaną głęboką penetracją polimeru w głąb ścian komórkowych i kruchością samego polimeru [1,3]. Można usunąć tę wadę modyfikując drewno monomerami trudno przenikającymi do ścian komórkowych stosując dodatek plastyfikatorów. Plastyfikator należy dodawać do monomeru bezpośrednio przed nasycaniem drewna, albo w trakcie wytwarzania monomeru.

W celu zbadania wpływu plastyfikatorów na udarność przeprowadzono doświadczenia na drewnie sosny (*Pinus silvestris* L.). Udarność oznaczano na próbkach drewna bielastego o wymiarach 10 x 10 x 15 mm w warunkach przewidzianych normą SEW-77. Modyfikację przeprowadzono metodą termochemiczną za pomocą 2-procentowego roztworu nadtlenku benzoilu w styrenie (S), metakrylanu metylu (MMA), żywicy polisterowej Winalkid 550 (PE-1) i żywicy poliestrowej PE-21 (PE-2) produkowanych w Bułgarii. Jako plastyfikatory stosowano ftalan dwuizobutyłowy (DP), octan winylu (VA), akrylonitryl (AN) i lateks butadienowo-styrenowy (L).

Mieszanki monomerów z plastyfikatorami stosowano w następujących stosunkach objętościowych: S + DP - 90 + 10, S + VA - 80 + 20, S + AN - 60 + 40, S + AN + L - 60 + 30 + 10, MMA + DP - 90 + 10, MMA + VA - 90 + 10, PE-1 + S - 80 + 20, PE-2 + S - 80 + 20.

Optymalne składy mieszanin ustalono na podstawie wstępnych doświadczeń i danych literatury [3,4]. Stwierdzono, że nadmiar plastyfikatora w mieszaninie sprzyja obniżeniu udarności. Na przykład optymalna zawartość ftalanu izobutyłu i ftalanu dwuizobutyłu w żywicy poliestrowej PE-21 wynosi 10%. W przypadku, gdy zawartość plastyfikatorów wynosi 30% udarność maleje poniżej udarno-

ści drewna modyfikowanego żywicą nie zawierającą plastyfikatorów, dalsze badania prowadzono z ftalanem dwuizobutyłu. W układzie PE-1 + S uczestniczy także plastyfikator. Jest nim kwas adypinowy wprowadzany do żywicy poliestrowej w procesie jej wytwarzania. Otrzymane wyniki przedstawiono w tabeli 1 i 2.

Chcąc poddać głębszej analizie te zagadnienia trzeba zapoznać się ze zmianami zachodzącymi w drewnie podczas jego modyfikacji (tab. 1). Dane doświadczalne wskazują, że biel sosny pęcznieje najsilniej podczas nasycania mieszaniną styrenu i akrylonitrylu. Pęcznienie objętościowe wynosi 6,35%, przy czym pęcznienie w kierunku promieniowym wynosi 2,99%, a w stycznym - 3,36%. Wynika to z dużej zdolności przenikania akrylonitrylu do ścian komórkowych. Najmniejsze pęcznienie obserwuje się podczas nasycania drewna styrenem i mieszaniną żywicy poliestrowej ze styrenem. Dodatek do styrenu i metakrylanu metylu ftalanu dwuizobutyłowego powoduje wzrost pęcznienia i zwiększenia stopnia nasycenia, natomiast dodatek do mieszaniny styrenu z akrylonitrylem lateksu butadienowo-styrenowego zmniejsza stopień nasycenia. Ponadto dodatek octanu winylu do styrenu i metakrylanu metylu nie wpływa na nasycenie, wywiera natomiast silny wpływ na proces polimeryzacji. Octan winylu nie jest odpowiednim plastyfikatorem dla metakrylanu metylu, gdyż obniża on stopień konwersji zaledwie do 43,5%. Ftalan dwuizobutyłu poprawia stopień konwersji styrenu i metakrylanu metylu. Taki wpływ na proces polimeryzacji powoduje znaczne różnice zawartości polimeru w poszczególnych seriach doświadczeń i związane z tym różnice gęstości otrzymanego kompozytu drewno-polimer.

Wiadomo, że przy wzroście gęstości drewna jego udarność rośnie wykładniczo [2,6]. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że udarność bielastego drewna sosnowego znacznie wzrasta wskutek modyfikacji i zależy w istotny sposób od gęstości (tab. 2), co jest zgodne z opublikowanymi danymi [1,7].

W wyniku modyfikacji drewna mieszaniną PE-1 + S zaobserwowano wysoką gęstość -  $1084 \text{ kg/m}^3$  oraz wysoką udarność -  $72,43 \text{ kJ/m}^3$ . Jest to spowodowane nie tylko wysoką zawartością polimeru - 143,0%, ale i nieznacznym pęcznieniem resztkowym - 0,33% (tab. 1 i 2). Nieznaczne pęcznienie wskazuje, że polimer nie wytworzył się w ścianach komórkowych. By wyjaśnić rolę i wpływ pęcznienia resztkowego na udarność należy porównać wyniki modyfikacji drewna układami S + AN i PE-1 + S. W przypadku układu S + AN polimer powstaje w ścia-

T a b e l a 1

Zmiany zachodzące w bielastym drewnie sosnowym podczas modyfikacji termo-chemicznej

Skład impregnatu	Gęstość drewna kg/m <sup>3</sup>	Zawartość impregnatu %		Pęcznienie, %		Gęstość kompozytu kg/m <sup>3</sup>	Zawartość polimeru %	Skurcz, %		Pęcznienie resztkowe %	Stopień konwersji %			
		r	t	r	t			r	t					
		%		%				%						
S	428	127,4	0,91	1,43	2,34	801	97,2	1,05	1,24	2,29	0,18	0,35	0,53	76,3
S+DP	462	132,1	1,22	2,14	3,36	962	109,6	0,86	1,05	1,91	0,56	0,81	1,37	83,0
S+VA	435	114,6	0,81	1,33	2,14	798	70,3	0,81	1,31	2,11	0,36	0,70	1,06	61,4
S+AN	449	145,9	2,99	3,36	6,35	926	142,4	1,53	1,71	3,24	1,40	1,59	2,99	97,0
S+AN+L	438	91,2	2,36	2,87	5,23	684	63,3	1,26	1,64	2,90	1,10	1,23	2,33	69,4
MMA	469	97,9	1,63	2,08	3,71	822	57,3	0,96	1,36	2,32	0,65	0,69	1,34	58,6
MMA+DP	487	111,4	1,84	2,15	3,99	907	98,5	0,81	1,03	1,84	1,04	1,09	2,13	88,2
MMA+VA	474	98,9	1,42	1,78	3,20	739	43,1	0,52	1,23	1,75	0,36	1,06	1,42	43,5
PE-1+S	440	146,8	0,81	1,32	1,13	1070	142,9	1,13	1,33	2,46	0,16	0,17	0,33	97,4
PE-2+S	448	141,6	0,90	1,37	2,27	973	131,4	1,15	1,38	2,53	0,21	0,31	0,52	92,8

r - promieniowo, t - stycznie, v - objętościowo, S - styren, DP - ftalan dwuizobutyloowy, VA - octan winyli, AN - akrylonitryl, L - lateks butadienowo-styrenowy, MMA - metakrylan metylu, PE-1 - żywica poliestrowa Winalkid 550, PE-2 - żywica poliestrowa PE-21.

T a b e l a 2

Udarność naturalnego i modyfikowanego bielastego  
drewna sosnowego

Skład impreg- natu	Gęstość drewna kg/m <sup>3</sup>	Zawartość polimeru %	Wilgotność %	Udarność			
				$\bar{x}$	$\pm \sigma$	$\pm m$	V P
				kJ/m <sup>2</sup>		%	
Drewno natura- lne	512	0	12,4	28,10	7,51	1,37	26,7 4,88
S	920	101,7	7,0	47,36	5,85	1,31	12,4 2,76
S+DP	962	106,2	6,8	48,43	5,06	1,23	10,4 2,33
S+VA	785	80,6	7,3	51,00	11,13	2,52	22,1 4,95
S+AN	926	147,2	6,5	45,36	8,54	1,91	18,9 4,20
S+AN+L	678	63,7	7,4	44,60	8,19	1,83	18,4 4,11
MMA	684	51,7	8,1	41,78	8,28	1,85	19,8 4,12
MMA+DP	912	101,4	7,1	50,32	10,57	2,36	21,0 4,40
MMA+VA	621	48,4	9,4	43,36	6,53	1,46	15,1 3,38
PE-1+S	1084	143,0	6,7	72,43	12,08	2,70	16,7 3,73
PE-2+S	983	131,6	7,3	42,38	8,15	1,82	19,1 4,31

$\bar{x}$  - średnia arytmetyczna,  $\sigma$  - odchylenia standardowe,  $m$  - błąd średni,

V - współczynnik zmienności, P - współczynnik dokładności. Pozostałe oznaczenia jak w tab. 1.

nach komórkowych. Pęcznienie resztkowe jest tu 9 razy większe niż dla układu PE-1 + S. Właśnie dlatego przy niemal jednakowej zawartości polimeru w obu przypadkach obserwuje się znaczne różnice gęstości i związane z tym różnice udarności (45,36 kJ/m<sup>2</sup> w przypadku układu S + AN i 72,43 kJ/m<sup>2</sup> dla układu PE-1 + S). Szczególną rolę odgrywa tu kwas adypinowy wchodzący w skład żywicy Winalkid - 550. Wpływ tego kwasu jest jeszcze silniej widoczny przy porównaniu udarności drewna modyfikowanego nasyconą żywicą poliestrową PE-21 zawierającą 2% parafiny (układ PE-2 + S) i modyfikowanego żywicą Winalkid - 550 zawierającą kwas adypinowy (układ PE-1 + S).

Z danych tabeli 2 wynika, że udarność w przypadku modyfikacji układem PE-1 + S wynosi  $72,43 \text{ kJ/m}^2$ , a dla modyfikacji układem PE-2 + S -  $42,38 \text{ kJ/m}^2$ .

Otrzymane wyniki wskazują, że wpływ na udarność ftalanu dwuizobutyloвого wprowadzonego do monomeru przed impregnacją jest znacznie mniejszy niż wpływ kwasu adypinowego wprowadzonego do nienasyconej żywicy poliestrowej w procesie jej produkcji.

Zatem w celu otrzymania drewna modyfikowanego o zwiększonej udarności należy stosować monomery plastyfikowane w procesie ich wytwarzania. W danym przypadku proponuje się stosowanie nienasyconej żywicy poliestrowej Winalkid-550 zawierającej kwas adypinowy.

#### LITERATURA

1. Chanenia R. P., Szutow G. M.: Niektóre fiziko-mechaniczne i technologiczne właściwości modyfikowanej drewniny olchy. [W:] Mechaniczna technologia drewniny, Minsk, BTI, 7, 1977, s. 120-123.
2. Chew P.: The average toughness values of 14 selected commercial wood and wood board products. Forest Prod. -J. 23, 12, 1973, s. 24-28.
3. Impregnated Fibrous Materials. IAEA, Vienna 1968.
4. Onishi H., Jodai S., Goto T.: Studies on the Improvement of Wooden Materials. Bulletin of the Faculty of Agriculture, Shimane University, Matsue, Japan, 7, 1972, s. 80-85.
5. Opredelenije jakostta na udar pri ogvanie. Drewnina, Standard na SIW 815-77.
6. Takahashi A., Murakami., Schniewind A.: Relationship between Gravit and Absorbed Energy in Impact Bending. Journal of the Japan Wood Research Society, 19, 11, 1973, s. 521-532.
7. Wichrow J. W., Karpowicz S. I., Łaptiew W. P.: Modyfikowana drewnina i jej zastosowanie. Mechaniczna Technologia drewniny, BTI, Minsk, 2, 1972, s. 134-140.

С. Николов, П. Панайотов, К. Тодоров, Т. Градев

#### ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА УДАРНУЮ ПРОЧНОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

#### Р е з ю м е

В статье рассматриваются результаты исследований по влиянию пластификаторов на ударную прочность древесины модифицируемой стиролом, метиловым метакрилатом и полиэфирными смолами. В качестве

пластификаторов использовали диизобутиловый фталат, винилацетат, акрилонитрил и бутадиеново-стироловый латекс. Не установлено существенных различий в действии отдельных пластификаторов. Высокая ударная прочность древесины модифицированной полиэфирной смолой Виналкид 550 приписывается влиянию адипиновой кислоты введенной в эту смолу в процессе ее производства.

S. Nikolov, P. Panayotov, K. Todorov,  
T. Gradev

INFLUENCE OF PLASTIFIERS ON THE SHOCK RESISTANCE  
OF MODIFIED WOOD

S u m m a r y

Results of the investigations on influence of plastifiers on the shock resistance of wood modified with styrene, methyl methacrylate and polyester resins are presented in the paper. Diisobutyl-phtalate, vinyl acetate, acrylonitrile and butadieno-styrene latex were applied as plastifiers. No significant differences in the action of particular plastifiers have been found. A high shock resistance of wood modified with WINALKID 550 polyester resin is ascribed to the effect of adipic acid introduced into this resin in the course of its production process.