

## MODYFIKACJA DREWNA SOSNY I JODŁY ŻYWICAMI MOCZNIKOWYMI UTOKSYCZNIONYMI

*Jerzy Warzecha, Kazimierz Siwek*

Instytut Technologii Drewna w Poznaniu

### WSTĘP

W ramach prowadzonych w Instytucie Technologii Drewna w Poznaniu prac nad modyfikacją drewna żywicami aminowymi badano kilka niskocząsteczkowych żywic mocznikowych, przy użyciu których wykonano próby modyfikacji drewna buka [6]. Pozytywne wyniki badań, które przedstawiono na poprzednim sympozjum zorganizowanym również przez Komitet Technologii Drewna PAN w 1977 r., [5], zachęciły do dalszych prac w tym kierunku.

Zadaniem badań stanowiących przedmiot niniejszego doniesienia było sprawdzenie przydatności opracowanych w ITD utoksycznionych żywic aminowych, które obok stabilizacji wymiarowej drewna i poprawy niektórych innych jego właściwości mają na celu przedłużenie trwałości drewna przez zwiększenie jego odporności na działanie czynników biologicznych — głównie grzybów.

W naszym przemyśle drzewnym największe zastosowanie znajduje sosna z uwagi na masowe jej występowanie dlatego też uznano za celowe zbadanie możliwości poprawy właściwości i przedłużenie trwałości właśnie tego gatunku drewna. Poprzez modyfikację drewna jodły, dążono do poprawy ogólnych jego właściwości użytkowych w stopniu umożliwiającym szersze stosowanie go zwłaszcza w stolarce budowlanej, gdzie niestety w naturalnym stanie przydatność jego jest ograniczona. Drewno jodły charakteryzuje się małą gęstością, dużą łupliwością, skłonnością do pękania i paczenia się, niską wytrzymałością na ściskanie i zginanie statyczne co w porównaniu z drewnem sosny stanowi o stosunkowo niskiej jego wartości technicznej [3, 4].

Biorąc pod uwagę dość prostą technologię i niski koszt modyfikacji drewna, żywicami aminowymi [1] zastosowanie tej metody do poprawy

wielu właściwości i przedłużenie trwałości drewna wymienionych gatunków na szerszą skalę w przypadku pozytywnych wyników badań, wydaje się być w pełni uzasadnione.

Modyfikacja drewna żywicami mocznikowymi zabezpiecza go w pewnym stopniu przeciw działaniu grzybów [2, 5]. Z uwagi na możliwość stosowania drewna modyfikowanego w szczególnie trudnych warunkach atmosferycznych i klimatycznych niezbędne stało się gruntowniejsze zabezpieczenie go przeciw czynnikom biotycznym w celu przedłużenia jego trwałości przez zastosowanie utoksycznionych żywic aminowych.

### METODYKA I OPIS BADAŃ

Materiał wyjściowy do sporządzania żywic stanowiły opracowane w ITD modyfikowane żywice mocznikowe do impregnacji i modyfikacji drewna [6]. Do utoksycznienia tego typu żywic zastosowano paratoluenosulfonamid, dwucyjanodwuamid i fluorek amonu. Dwa pierwsze środki są rzadko stosowane jako substancje utoksyczniające, są one raczej stosowane jako modyfikatory żywic aminowych. Wymienione środki współkondensowano w procesie sporządzania żywic.

Do modyfikacji drewna użyto trzech utoksycznionych żywic mocznikowych:

- 1) żywicę utoksycznioną p-toluenosulfonamidem,
- 2) żywicę utoksycznioną dwucyjanodwuamidem,
- 3) żywicę utoksycznioną fluorkiem amonu.

Stosowane żywice stanowiły około 50-procentowe roztwory wodne o lepkości 12-14 mPa·s.

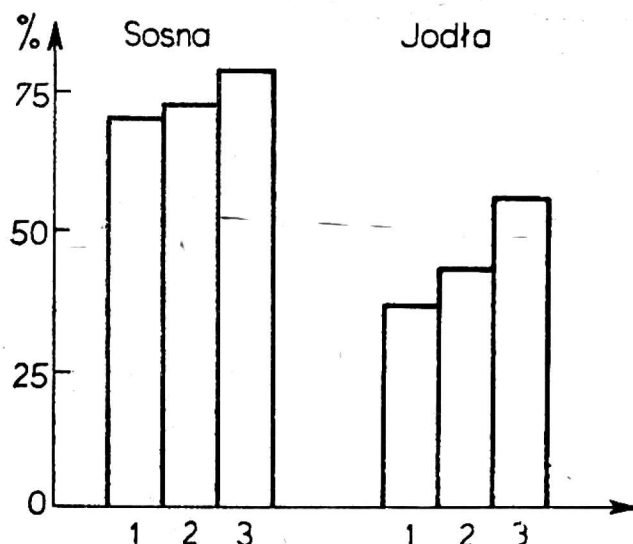
Do badań stosowano drewno sosnowe i jodłowe, wysuszone i wysezonowane, o wilgotności względnej około 10%. Z obu gatunków wycięto belecзки o wymiarach 300×65×20 mm o zorientowanych przyrostach rocznych.

Materiał drzewny nasycono żywicami z utwardzaczem w autoklawie metodą próżniowo-ciśnieniową. Powietrze ewakuowano z autoklawu w ciągu pół godziny uzyskując podciśnienie około 20 kPa a następnie przez 1 godzinę utrzymywano nadciśnienie około 0,5 MPa. Nasycone żywicą belecзки suszono wstępnie w temperaturze poniżej 313 K do uzyskania stałej masy, po czym ogrzewano je w temperaturze około 373 K przez 1 godzinę dla utwardzania żywicy. Z beleczek tych wycięto próbki, zgodnie z obowiązującymi normami dla drewna litego, w celu oznaczania właściwości fizycznych i mechanicznych zmodyfikowanego drewna.

WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Uzyskane wyniki przedstawiono graficznie na rysunkach 1-7.

Na rysunku 1 przedstawiono zależności stopnia nasycenia drewna od rodzaju drewna i stosowanej żywicy w jednakowych warunkach na-

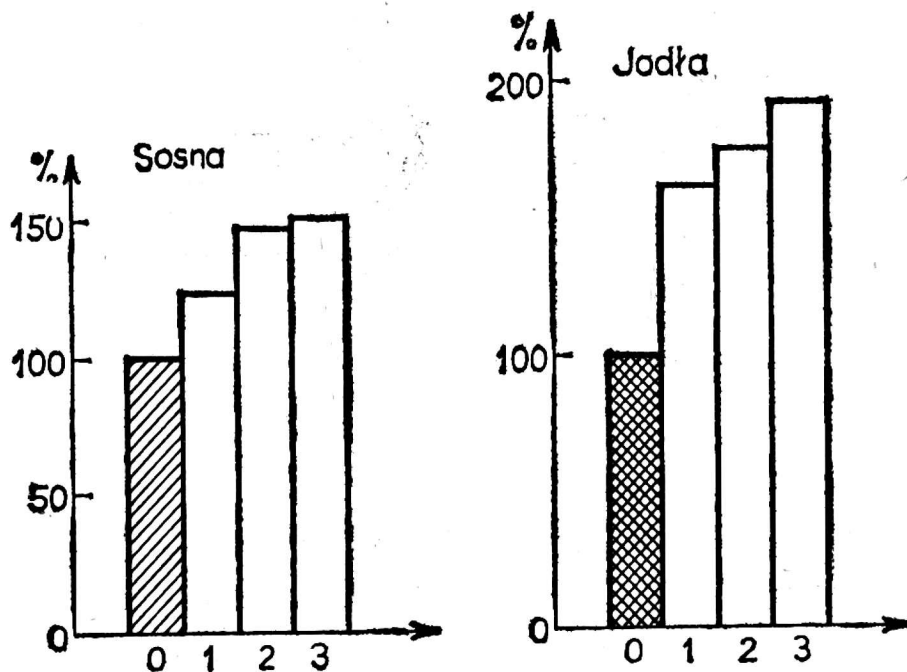


Rys. 1. Stopień nasycenia drewna sosny i jodły żywicami mocznikowymi utoksycznionymi

1 — p-toluenosulfonamidem, 2 — dwucyjanodwuamidem, 3 — fluorkiem amonu

sycania. Z powyższego wynika, że drewno sosny daje się łatwiej nasycić niż drewno jodły. W przypadku impregnacji żywicą 1 próbka sosnowa wchłonęła 2 razy więcej żywicy niż próbka jodłowa. Dla żywicy 2 i 3 stosunek ten jest nieco niższy, przy czym żywica 3 najlepiej wnika do drewna obu gatunków.

Nasycenie drewna żywicami utwardzonymi w drewnie spowodowało



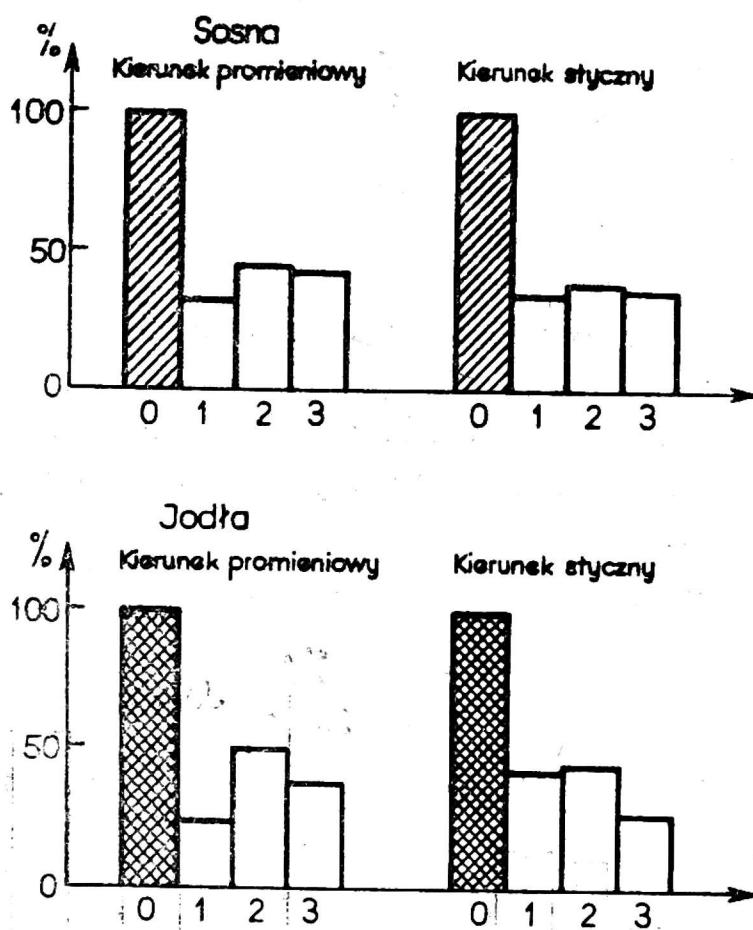
Rys. 2. Gęstość drewna sosny i jodły modyfikowanych żywicami mocznikowymi utoksycznionymi w porównaniu z drewnem naturalnym

0 — drewno naturalne, 1 — żywica utoksyczniona p-toluenosulfonamidem, 2 — żywica utoksyczniona dwucyjanodwuamidem, 3 — żywica utoksyczniona fluorkiem amonu

zwiększenie gęstości drewna sosny od 23 do 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a jodły — od 62 do 91<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, czyli w wyższym stopniu podwyższona została gęstość drewna o niższej wartości wyjściowej (rys. 2).

Modyfikacja drewna utoksycznionymi żywicami mocznikowymi ograniczyła pęcznienie moczonych przez 30 dni w wodzie o temperaturze  $293 \pm 2$  K próbek sosnowych w kierunku promieniowym od 56 do 60<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a w kierunku stycznym — od 62 do 66<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Dla drewna jodły wyniki te są korzystniejsze: w kierunku promieniowym ograniczenie pęcznienia wyniosło od 50 do 76<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a w kierunku stycznym — od 56 do 73<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (rys. 3).

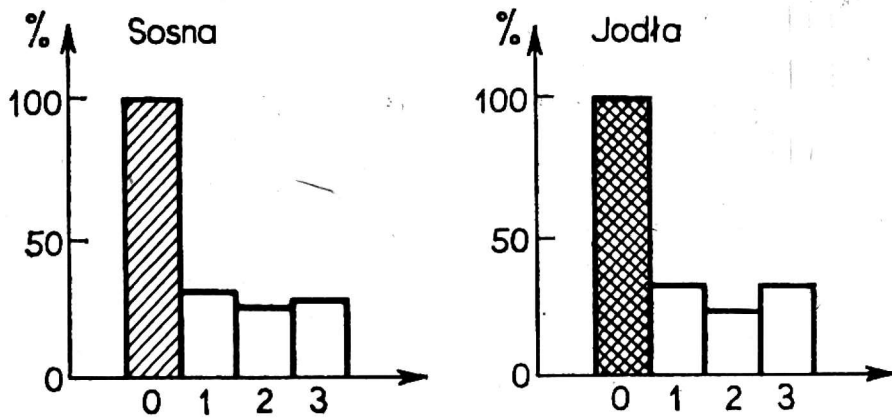


Rys. 3. Pęcznienie drewna sosny i jodły modyfikowanych żywicami mocznikowymi utoksycznionymi, po 30 dobach moczenia w wodzie o temperaturze 293 K (oznaczenia jak na rys. 2)

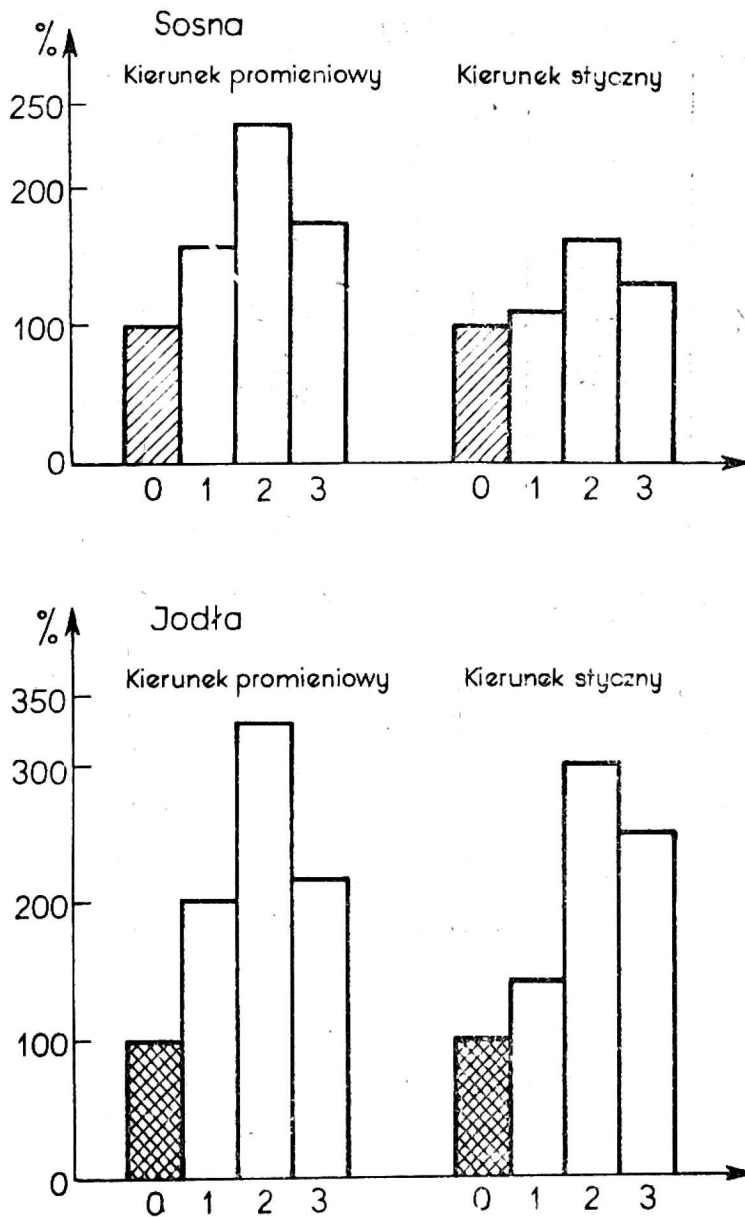
Zmodyfikowane drewno wykazuje znacznie mniejszą higroskopijność (rys. 4). Nasiąkliwość próbek sosnowych zmniejszyła się od 68 do 77<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a jodłowych — od 71 do 80<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Przez modyfikację drewna żywicami uzyskano znaczne podwyższenie twardości (wg Brinella) zarówno sosny, jak i jodły (rys. 5).

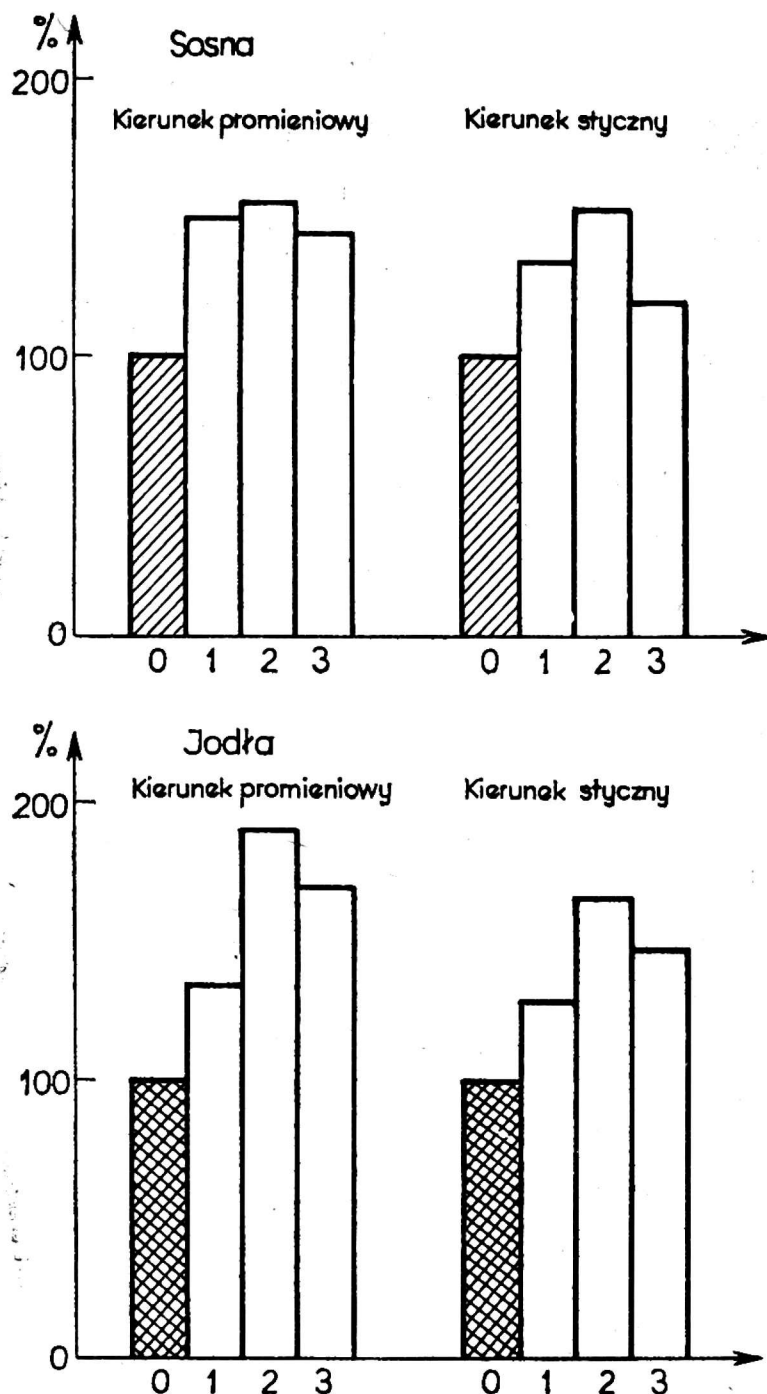
Twardość sosny w stosunku do drewna wyjściowego wzrosła od 37 do 146<sup>0</sup>/<sub>0</sub> w kierunku promieniowym, tj. z 25,8 do 62 MPa, a w kierunku stycznym od 8 do 64<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, czyli z 25,9 do 42,5 MPa.



Rys. 4. Nasiąkliwość drewna sosny i jodły modyfikowanych żywicami mocznikowymi utoksycznionymi po 30 dobach moczenia w wodzie o temperaturze 293 K (oznaczenia jak na rys. 2)



Rys. 5. Twardość drewna wg Brinella sosny i jodły modyfikowanych żywicami mocznikowymi utoksycznionymi (oznaczenia jak na rys. 2)

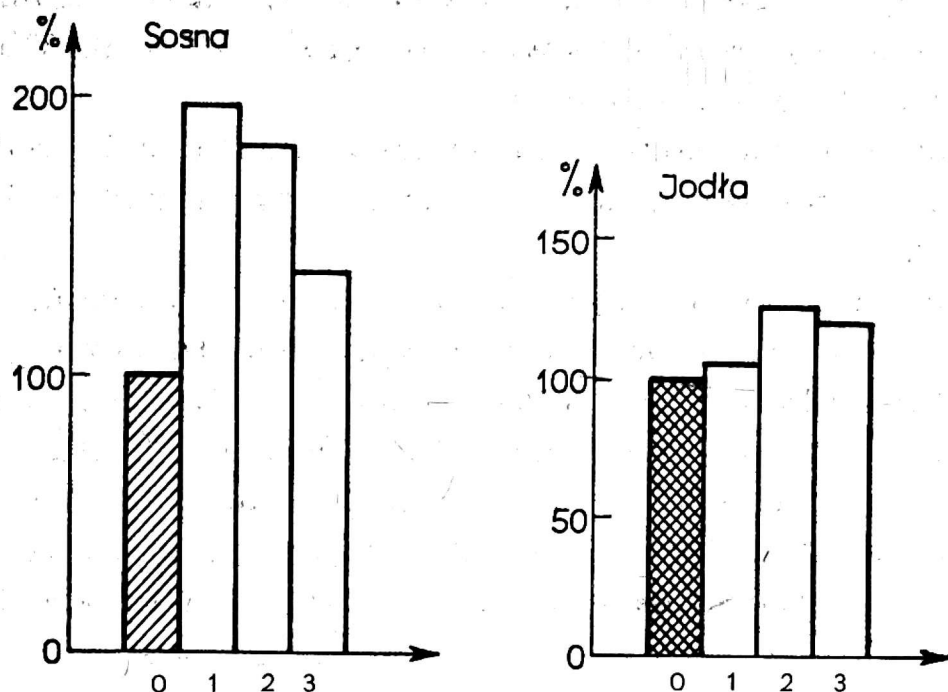


Rys. 6. Wytrzymałość na zginanie drewna sosny i jodły modyfikowanych żywicami mocznikowymi utoksycznionymi (oznaczenia jak na rys. 2)

Wzrost twardości jodły był jeszcze większy i wynosił od 104 do 233<sup>0</sup>/<sub>0</sub> w kierunku promieniowym (wzrost od 11,7 MPa dla drewna naturalnego do 39 MPa po modyfikacji), a w kierunku stycznym od 42 do 201<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, tj. z 14,1 do 42,5 MPa.

W wyniku modyfikacji podwyższona została wytrzymałość na zginanie statyczne sosny — w kierunku promieniowym od 49 do 55<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a stycznym od 9 do 54<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, co odpowiada wzrostowi z 122 do 189,5 MPa i z 109,1 do 168,5 MPa.

Wytrzymałość na zginanie statyczne drewna jodłowego zwiększyła się od 33 do 90<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, tj. z 74,1 do 168,5 MPa, a w kierunku stycznym — od 29 do 66<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, co odpowiada wzrostowi wytrzymałości z 74 do 140 MPa.



Rys. 7. Wytrzymałość na ścinanie drewna sosny i jodły modyfikowanych żywicami mocznikowymi utoksycznionymi (oznaczenia jak na rys. 2)

Wytrzymałość ulepszonego drewna sosny na ścinanie w płaszczyźnie stycznej wzrosła od 37 do 98<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (z 10 MPa dla drewna naturalnego do 19,8 MPa dla drewna zmodyfikowanego żywicą 1); a jodły — od 5 do 26<sup>0</sup>/<sub>0</sub> — z 9,5 do 11,4 MPa.

Odporność drewna sosny i jodły modyfikowanych żywicami utoksycznionymi p-toluenosulfonamidem, dwucyjanodwuamidem i fluorkiem amonu na działanie grzyba *Coniophora puteana* przez 3 miesiące przedstawiono w tabeli 1.

Wszystkie zastosowane środki utoksyczniające wprowadzone wraz z żywicą do drewna uodporniły je w bardzo wysokim stopniu.

Tabela 1

Odporność drewna sosny i jodły modyfikowanej żywicami mocznikowymi utoksycznionymi na 3-miesięczne działanie grzyba *Coniophora puteana*

Drewno	Substancja utoksyczniona	Ubytek masy próbek, %			Stopień nasycenia drewna %
		min.	śred.	maks.	
Sosna	próbka kontrolna	13,26	17,93	20,60	—
	p-toluenosulfonamid	0,06	0,19	0,24	71,0
	dwucyjanodwuamid	0,02	0,07	0,12	70,7
	fluorek amonu	0,09	0,15	0,23	69,5
Jodła	próbka kontrolna	14,21	19,40	24,70	—
	p-toluenosulfonamid	0,17	0,34	0,51	48,0
	dwucyjanodwuamid	0,36	0,80	1,42	43,1
	fluorek amonu	0,08	0,16	0,32	56,3

Średnie ubytki mas próbek drewna sosny modyfikowanej powyższymi żywicami wynosiły odpowiednio 0,19; 0,07 i 0,15%. Wszystkie próbki były nasycone w około 70%.

Ubytek masy próbki kontrolnej wynosił 17,03% czyli średnio uzyskano 100-krotne zmniejszenie ubytku masy drewna pod wpływem działania grzybów.

W przypadku drewna jodły modyfikowanej żywicami zanotowano następujące ubytki masy próbek pod wpływem działania grzyba testowego 0,34, 0,80, 0,16%. Stopień nasycenia drewna jodły był niższy niż sosny i wynosił odpowiednio 48,0, 43,1 i 56,3%. Ubytek masy próbki kontrolnej wynosił 19,4% czyli przez modyfikację obniżono około 50-krotnie ubytek masy drewna jodły. Normy przedmiotowe dopuszczają 3% ubytek masy próbek drewna lub tworzyw drewnopochodnych.

#### PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania wykazały, że w wyniku modyfikacji drewna sosny i jodły żywicami mocznikowymi utoksycznionymi można uzyskać polepszenie właściwości fizycznych i mechanicznych, co rozszerza zakres stosowania drewna lub wręcz umożliwia jego zastosowanie do niektórych celów (jodła).

Lepsze rezultaty dała modyfikacja gorszego materiału wyjściowego czyli jodły.

Przez modyfikację drewna sosny i jodły utoksycznionymi żywicami uzyskano znaczne uodpornienie tego drewna na działanie grzyba *Coniophora puteana*. Średnie ubytki masy próbek sosnowych nie przekroczyły 0,2%, a jodłowych — 0,8%.

Najkorzystniejsze wyniki modyfikacji drewna utoksycznionymi żywicami zarówno pod względem właściwości fizycznych i mechanicznych drewna, jak też jego oporności na działanie grzybów uzyskano po zastosowaniu żywicy utoksycznionej dwucyjanodwuamidem. Żwicę mocznikową utoksycznioną dwucyjanodwuamidem można więc uznać za najbardziej odpowiednią do modyfikacji drewna sosny i jodły.

W dalszym etapie badań przewiduje się modyfikację utoksycznionymi żywicami mocznikowymi drewna olchy, brzozy i topoli oraz prace związane z praktycznym stosowaniem zmodyfikowanego drewna tymi żywicami.

#### LITERATURA

1. Gillwald W., Lehman G.: Beitrag zur gezielten Vergütung von Holz durch Tränken mit Harnstoff — Formaldehydharzen. Holztechnologie, z. 4, 1967 275-278.



2. Junea S. C., Shields V. K.: Increased fungal resistance of wood treated with modified urea — based fire retardant resins. For. Prod. J., nr 5, 47-49.
3. Krzysik F.: Fizyczne i mechaniczne właściwości drewna jodły i dębu szypułkowego. WPL, Warszawa 1955.
4. Krzysik F.: Nauka o drewnie. PWN, Warszawa 1974.
5. Siwek K., Warzecha J.: Drewno modyfikowane żywicami aminowymi i możliwości jego zastosowania. Materiały z sympozjum pt. Modyfikacja drewna. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 260, 1981, z. 231, 1980.
6. Warzecha J.: Opracowanie optymalnych parametrów modyfikacji drewna przy użyciu żywic termoutwardzalnych. Maszynopis, Poznań 1976.

*Ежи Важеха, Казимеж Сивек*

ИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МОДИФИКАЦИИ СОСНОВОЙ И ПИХТОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ ТОКСИЦИЗИРОВАННЫМИ МОЧЕВИННЫМИ СМОЛАМИ

Резюме

В статье рассматриваются результаты исследований по модификации сосновой и пихтовой древесины токсичизированными мочевиными смолами в рамках комплексных исследований по продлению прочности древесины.

В результате модификации древесины, независимо от известного повышения плотности полученного материала, было достигнуто значительное снижение набухания, напр. свыше 4-кратного для пихты в радиальном направлении и снижение в такой же степени водопоглощения для обоих видов древесины, среднее 2-3-кратное повышение прочности и 1,5-2,0-кратное, соответственно для сосны и пихты, повышение устойчивости статическому изгибу и почти 2-кратное повышение устойчивости скалыванию для сосновой древесины.

Исследования показали возможность достижения значительного улучшения благодаря модификации худшего исходного материала и заметного улучшения технических свойств пихтовой древесины, что может способствовать её более широкому использованию в деревообрабатывающей промышленности.

*Jerzy Warzecha, Kazimierz Siwek*

FROM INVESTIGATIONS ON THE MODIFICATION OF PINE AND FIR WOOD WITH TOXICIZED UREA RESINS

Summary

The results of investigations on the modification of pine and fir wood with toxicized urea resins, within the framework of complex investigations on the wood strength prolongation, are presented in the paper.

In consequence of the wood modification, beside a certain increase of density of the material obtained, a considerable reduction of swelling, e.g. over 4fold one

for fir wood in radial direction and the same reduction of water sorption for both wood kinds, as well as 2-3fold increase of strength, 1.5-2.0fold increase, respectively, for pine and fir wood of resistance to static bending and almost 2fold increase of shear strength for pine wood, have been reached.

The investigations have proved the possibility of a considerable improvement owing to the modification of a worse initial material and a distinct improvement of technical properties of fir wood, what can contribute to a wide use of this wood kind in the wood processing industry.