

BADANIA NAD POLEPSZENIEM WŁAŚCIWOŚCI DREWNA DĘBU TURECKIEGO NA DRODZE MODYFIKACJI POLIMERAMI SYNTETYCZNYMI

Swilien Nikołow, Panajot Panajotow

Wyższy Techniczno-Leśny Instytut
Laboratorium Modyfikacji Drewna
Sofia, Bułgaria

W Ludowej Republice Bułgarii powierzchnia drzewostanów dębu tureckiego (*Quercus cerris* L.) obejmuje ponad 3 tys. km², a pozyskanie drewna wynosi około 500 tys. m³, co równa się połowie pozyskiwanego drewna dębowego. Obecnie drewno dębu tureckiego stosuje się przede wszystkim jako materiał opałowy. Przewiduje się znaczne zwiększenie pozyskania drewna dębu tureckiego i wykorzystanie go w przemyśle górniczym, w budowie kolei, jako materiał podłogowy itp. Stosowanie go do tych celów byłoby nieracjonalne gdyby nie były przewidziane środki zmierzające do eliminacji podstawowych wad tego drewna, takich jak krótka trwałość użytkowa, nieprzyjemny zapach, znaczne pęcznienie i kurczliwość. Jedną z metod polepszenia właściwości drewna dębu tureckiego jest modyfikacja polimerami syntetycznymi.

Przy doborze związków tworzących polimery bierze się pod uwagę następujące czynniki: produkcję krajową, nieskomplikowane dokonanie polimeryzacji lub polikondensacji ich w drewnie, odpowiednie właściwości oraz możliwie niską cenę. Przeprowadzono doświadczenia z 9 związkami tworzącymi polimery, z których najciekawszymi wynikami charakteryzowały się następujące:

- żywica fenolowo-formaldehdowa ZFF-1, rozpuszczalna w spirytusie (A),
- alkohol fenolowy P-4 o stosunku molowym fenol:formaldehyd = 1:2, rozpuszczalny w wodzie (B),
- mieszanina styrenu i alkoholu etylowego w stosunku objętościowym 95:5 (C),

— mieszanina styrenu i akrylonitrylu w stosunku objętościowym 60:40 (CA).

Otrzymanie i badania próbek dokonano zgodnie z odpowiednimi bułgarskimi normami państwowymi i metodyką opracowaną przez Iwanowa. Nasycanie drewna przeprowadzono w stanie powietrznie suchym (12%) według metodyki Abraszewa w wirówce przy częstotliwości obracania się bębna $f = 51,72\pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$. Czas nasycania zależy od długości próbki i charakterystyki cieczy. Jakość nasycania oznaczano na podstawie ilości wchłoniętej przez drewno cieczy, obliczanej w procentach wagowych i objętościowych na podstawie równań:

$$M_f = \frac{M_2 - M_1}{M_1} (100 + W)\% \quad (1)$$

$$V_f = \frac{M \cdot f \rho_o}{(1 - 0,65 \rho_o) \rho_f} \% \quad (2)$$

gdzie:

M_f — wchłonięta ilość cieczy w % wag.,

V_f — wchłonięta ilość cieczy w % obj.,

M_1 — masa próbki przed nasycaniem w stanie powietrznie suchym w kg,

M_2 — masa próbki po nasyceniu w kg,

W — wilgotność bezwzględna drewna przed nasyceniem w %,

ρ_o — gęstość drewna w stanie bezwzględnie suchym w kg/m^3 ,

ρ_f — gęstość cieczy w kg/m^3 .

Polikondensację związków fenolowo-formaldehydowych wykonano metodą nagrzewania konwekcyjnego w laboratoryjnej szafie suszarnianej. Polimeryzację styrenu i mieszaniny styrenu z akrylonitrylem wykonano również metodą nagrzewania konwekcyjnego w obecności nadtlenu benzoilu w ilości 0,5% w masie monomeru.

Zawartość polimeru oznaczono w procentach wagowych i objętościowych według wzorów:

$$M_p = \frac{M_3(1 + 0,01W) - M_1}{M_1} \cdot 100\% \text{ wag.} \quad (3)$$

$$V_p = \frac{M_p P_o}{(1 - 0,65 \rho_o) \rho_p} \% \text{ obj.} \quad (4)$$

gdzie:

M_p — zawartość polimeru w % wag.,

V_p — zawartość polimeru w % obj.,

M_3 — masa próbek po polimeryzacji w stanie bezwzględnie suchym w kg,

ρ_p — gęstość polimeru w kg/m^3 .

Pęcznienie szczątkowe drewna zmodyfikowanego oznaczono w stosunku do wymiarów drewna w stanie bezwzględnie suchym na podstawie równań:

$$P_{sz}^t = \frac{a_3 - a_1 k^t}{a_1 k^t} \cdot 100\% \quad (5)$$

$$P_{sz}^r = \frac{b_3 - b_1 \cdot k^r}{b_1 k^r} \cdot 100\% \quad (6)$$

$$P_{sz}^v = \frac{v_3 - v_1 \cdot k^v}{v_1 \cdot k^v} \cdot 100\% \quad (7)$$

gdzie:

P_{sz}^t — liniowe pęcznienie szczątkowe w kierunku stycznym w $\%$,

P_{sz}^r — liniowe pęcznienie w kierunku promieniowym w $\%$,

P_{sz}^v — objętościowe pęcznienie szczątkowe w $\%$,

a_1, b_1 — wymiary w kierunku stycznym i promieniowym przed nasycaniem w stanie powietrznie suchym w mm,

a_3, b_3 — wymiary w kierunku stycznym i promieniowym po polimeryzacji w stanie bezwzględnie suchym w mm,

k^t, k^r, k^v — współczynnik do przeliczania wymiaru i objętości ze stanu powietrznie suchego do stanu bezwzględnie suchego.

Wyniki przeprowadzonych badań wykazują, że drewno dębu tureckiego dobrze nasycy się związkami tworzącymi polimery. Ilość pochłoniętej cieczy dla odpowiednich serii jest następująca:

A — $M_t = 31,8 - 44,8\%$ wag., $V_t = 43,1 - 64,2\%$ obj.,

B — $M_t = 36,2 - 53,2\%$ wag., $V_t = 49,4 - 75,8\%$ obj.,

C — $M_t = 30,0 - 40,5\%$ wag., $V_t = 42,1 - 72,8\%$ obj.,

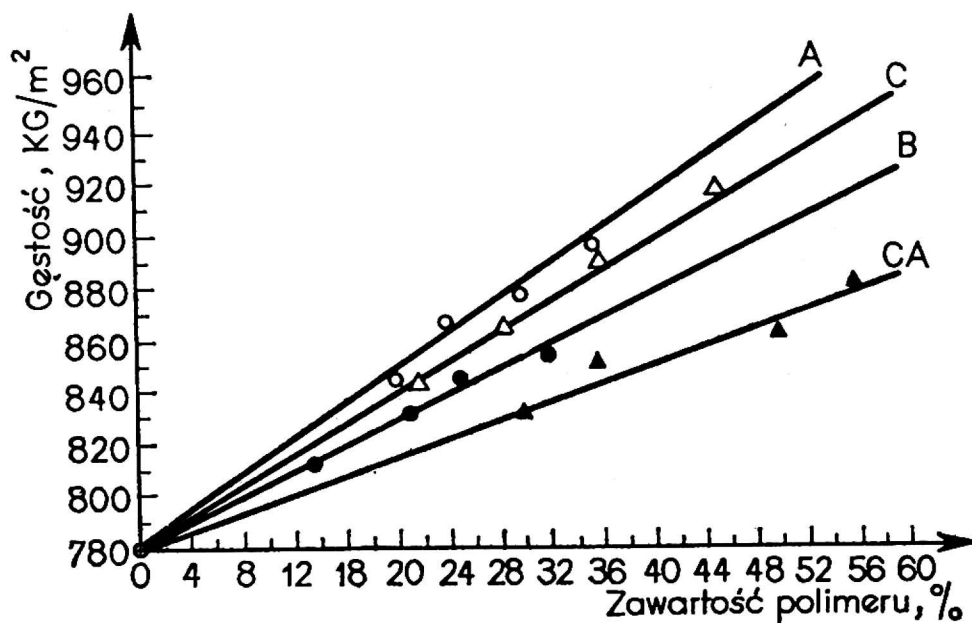
CA — $M_t = 36,3 - 45,4\%$ wag., $V_t = 65,6 - 82,1\%$ obj..

Przenikając do drewna ciecze te powodują pęcznienie, które nie znika po polimeryzacji, w wyniku czego obserwuje się pęcznienie szczątkowe. Obserwowane pęcznienie szczątkowe wykazuje, że w ściankach komórkowych drewna nawarstwia się polimer. Wielkość pęcznienia szczątkowego dla odpowiednich serii wynosi:

$A - P_{sz}^r = 3,0 - 4,2\%$	$P_{sz}^r = 3,8 - 5,7\%$	$P_{sz}^v = 6,9 - 9,8\%$
$B - P_{sz}^r = 3,4 - 5,4\%$	$P_{sz}^r = 5,3 - 7,9\%$	$P_{sz}^v = 8,3 - 13,6\%$
$C - P_{sz}^r = 3,1 - 5,4\%$	$P_{sz}^r = 5,4 - 7,9\%$	$P_{sz}^v = 8,7 - 13,6\%$
$CA - P_{sz}^r = 4,8 - 6,9\%$	$P_{sz}^r = 7,9 - 9,8\%$	$P_{sz}^v = 14,5 - 16,9\%$

Największe pęcznienie szczątkowe powoduje mieszanina styrenu z akrylonitrylem, a najmniejsze — żywica fenolowo-formaldehydowa. Należy zaznaczyć, że przy dodaniu do styrenu etanolu i przy nasycaniu drewna w stanie powietrznie suchym obserwuje się znaczne pęcznienie szczątkowe, które prawie zanika przy nasycaniu drewna tylko styrenem w stanie bezwzględnie suchym. Fakt ten ilustruje rolę zawartych w cieczach medium, powodujących pęcznienie oraz wilgotność drewna.

Wiadomo, że gęstość drewna zmodyfikowanego wzrasta liniowo ze wzrostem zawartości polimeru. Tenedencja ta istnieje również w wypadku zmodyfikowanego drewna dębu tureckiego (rys. 1).

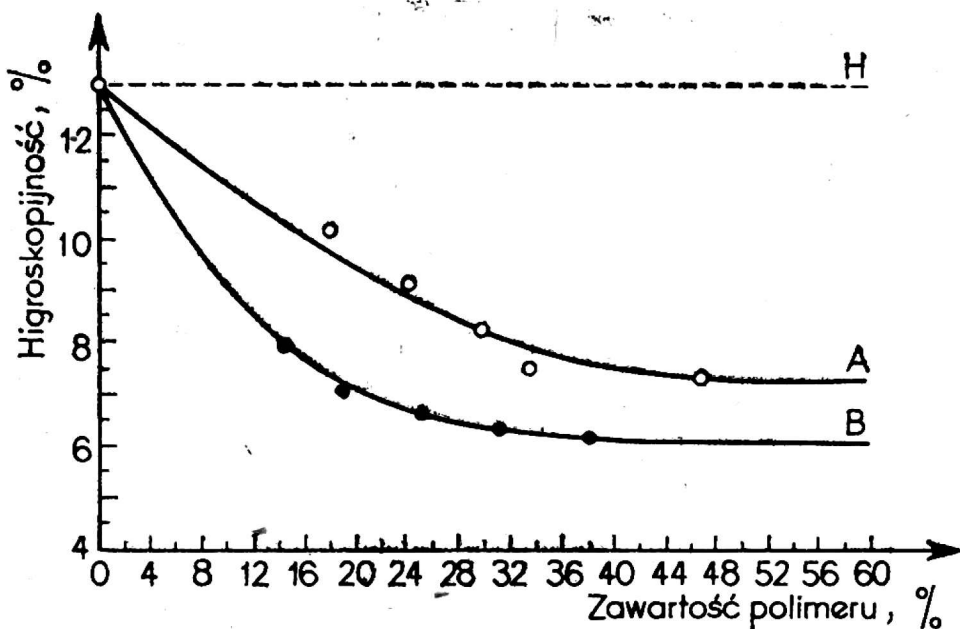


Rys. 1. Zależność gęstości drewna zmodyfikowanego dębu tureckiego od zawartości objętościowej polimeru

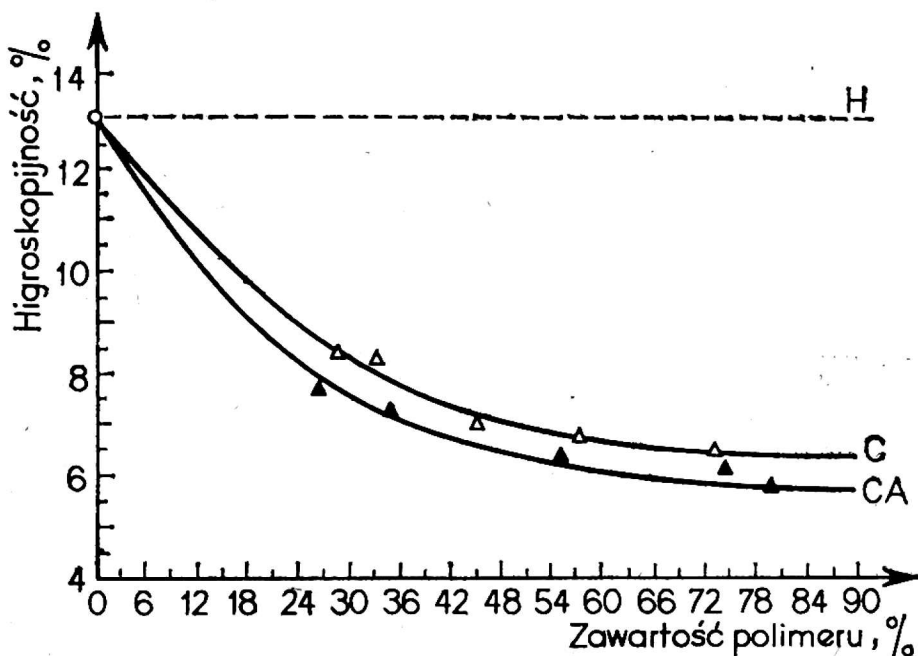
Konkretne wielkości zmiany gęstości spowodowane 1% zawartością objętościową polimeru dla poszczególnych serii przedstawiają się następująco: $A - 3,3 \text{ kg/m}^3$, $B - 2,4 \text{ kg/m}^3$, $C - 2,9 \text{ kg/m}^3$, $CA - 1,8 \text{ kg/m}^3$.

Analiza wyników ustaliła, że pęcznienie szczątkowe ma istotny wpływ na zmianę gęstości. Polimery nie przenikające do ścianek komórkowych i wypełniające przeważnie przestrzenie komórkowe zwiększają masę w wyniku czego zwiększa się gęstość. Polimery przenikające do błony komórkowej nie tylko zwiększają masę, lecz także objętość bryły drewna. Przy stosowaniu takich polimerów obserwuje się niższy stopień zwiększenia gęstości. Typowym przedstawicielem tych polimerów jest polistyrenakrylonitryl.

Zmodyfikowane drewno dębu tureckiego charakteryzuje się znacznie niższymi wielkościami wilgotności równowaznej w danych warunkach ($t = 293\text{ K}$, $\varphi = 76\%$) niż drewno naturalne. Podczas gdy, dla naturalnego drewna dębu tureckiego wilgotność równowazna wynosi $13,1\%$ a dla drewna zmodyfikowanego od $5,7$ do $10,2\%$ (rys. 2 i 3). Fakt ten tłumaczy



Rys. 2. Zależność nasiąkliwości w wodzie drewna dębu tureckiego zmodyfikowanego związkami fenolowo-formaldehydowymi od zawartości objętościowej polimeru

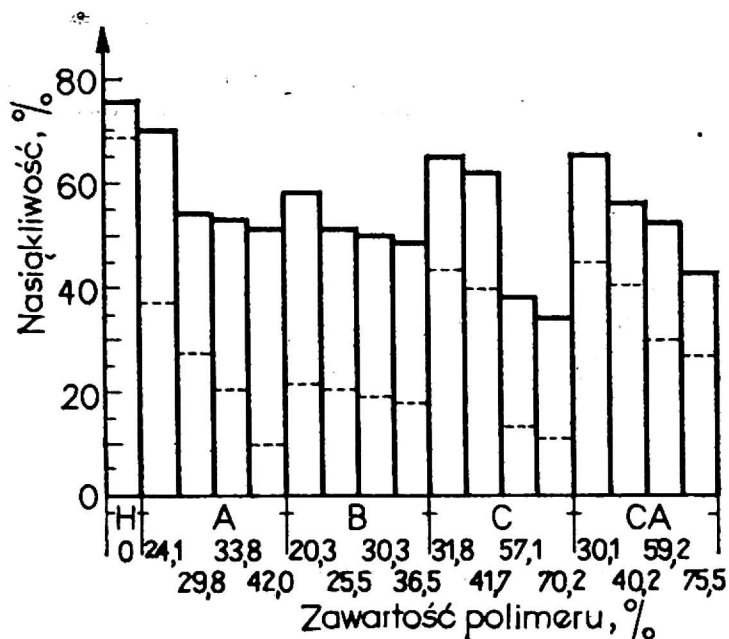


Rys. 3. Zależność nasiąkliwości w wodzie drewna dębu tureckiego zmodyfikowanego związkami winylowymi od zawartości objętościowej polimeru

się zmniejszeniem ilości adsorpcyjnie związanej wody, a przede wszystkim wody powstającej w wyniku kondensacji mikrokapilarnej. Polymer otrzymany z alkoholu fenolowego powoduje większy efekt antysorpcyjny

niż polimer otrzymany z żywicy ZFF-1. Polimer ten ma przewagę nad polistyrenem i polistyrenakrylonitrylem, gdyż przy 2-krotnym zmniejszeniu ilości polimeru osiąga się takie same obniżenie higroskopijności.

W wyniku wypełnienia wolnych przestrzeni struktury drewna przez polimer obniża się nasiąkliwość drewna (rys. 4). Na przykład nasiąkliwość

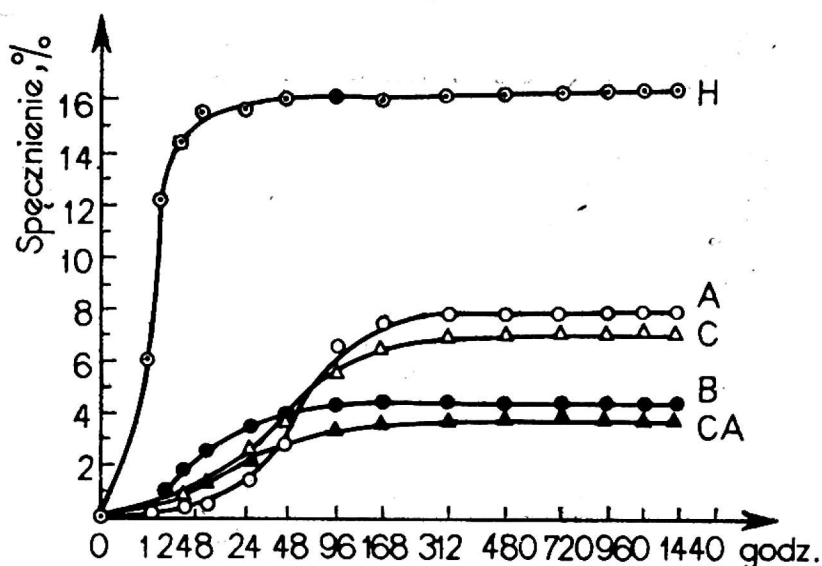


Rys. 4. Nasiąkliwość w wodzie zmodyfikowanego drewna dębu tureckiego przy różnej zawartości polimeru

dolna część słupka — ilość wody pochłoniętej w ciągu 24 godz., górna część słupka — ilość wody pochłoniętej w ciągu 1440 godz.

próbek zmodyfikowanych polistyrenem przy $V_p = 70,2\%$ obj. jest 2-krotnie mniejsza. Podczas gdy, drewno naturalne w ciągu pierwszych 24 godzin wchłania 69% wody, to drewno zmodyfikowane — 11% . Stanowi to 90% całej pochłoniętej wody dla drewna naturalnego i 32% dla drewna zmodyfikowanego. Wiadomo, że jedną z wad drewna w jego użytkowaniu jest pęcznienie przy pochłanianiu wilgoci i przede wszystkim wody.

Na rysunku 5 przedstawiono kinetykę pęcznienia drewna zmodyfikowanego dębu tureckiego w wodzie. Zależy ona zarówno od ilości jak i od właściwości polimeru. Ze zwiększeniem zawartości polimeru obniża się szybkość pęcznienia. Przyczyną tego obniżenia jest przede wszystkim obecność w przestrzeniach komórkowych polimeru stanowiącego przeszkodę mechaniczną, hamującą ruch wody. Z rysunku 5 wynika, że w wypadku serii B i CA z powodu niskiej zawartości polimeru w przestrzeniach komórkowych pęcznienie w początkowym okresie nasiąkania przebiega z większą szybkością niż pęcznienie próbek serii A i C. Próbki serii B i CA osiągają prędzej stan równowagi. W końcu procesu serie te charakteryzujące się większym pęcznieniem szczytkowym i niską zawartością



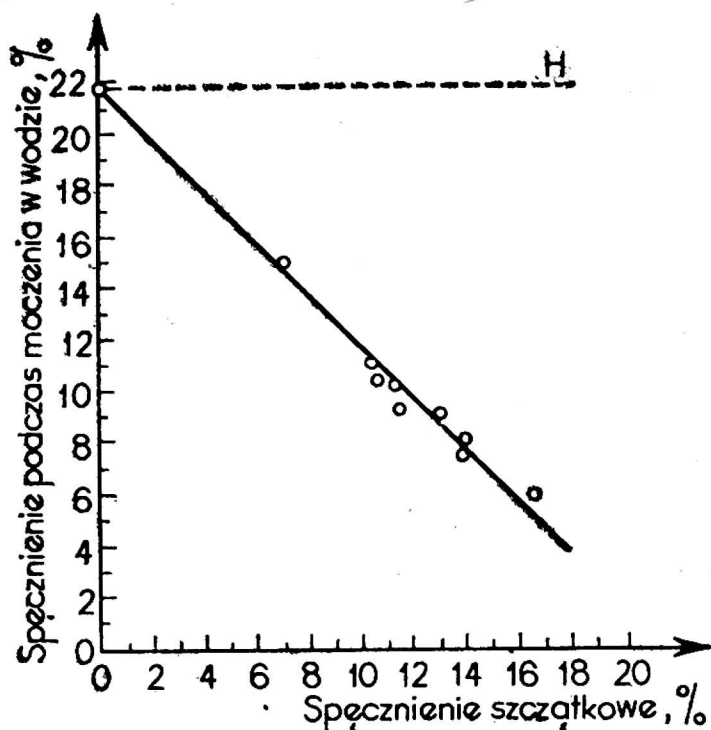
Rys. 5. Kinetyka pęcznienia

(H) — $V_p = 0\%$ obj., (A) — $V_p = 46,4\%$ obj., (B) — $V_p = 36,5\%$ obj., (C) — $V_p = 70,2\%$ obj., (CA) — $V_p = 73,3\%$ obj.

polimeru mniej pęcznią przy pochłanianiu wody niż próbki serii A i C. charakteryzującymi się niższym pęcznieniem szczątkowym. Tak na przykład pęcznienie próbek serii B, przy zawartości objętościowej polimeru 36,5% w kierunku stycznym po 24 godzinach moczenia wynosi 3,5% czyli jest 4,45 razy mniejsze niż pęcznienie drewna naturalnego, którego pęcznienie w kierunku stycznym wynosi 15,58%. Pęcznienie w ciągu tego samego czasu próbek serii A, przy zawartości objętościowej polimeru 42,0%, wynosi 1,4% czyli jest 11,2 razy mniejsze. W końcu procesu przy osiągnięciu stanu równoważnego pęczniania próbek serii B wynosi 4,1% czyli jest 4-krotnie mniejsze niż pęcznienie drewna naturalnego a pęcznienie próbek serii A wynosi 7,9% czyli jest 2-krotnie mniejsze. Równocześnie próbki serii CA przy zawartości objętościowej polimeru w końcu procesu spęczniały o 3,80% czyli 4,3 razy mniej niż próbki drewna naturalnego. Analizując wyniki ustalono, że polimer znajdujący się w przestrzeniach komórkowych nie ma istotnego wpływu na końcowe wielkości pęcznienia. Wielkość końcowa zależy przede wszystkim od pęcznienia szczątkowego i związana jest z ilością polimeru znajdującego się w błonach komórkowych (rys. 6).

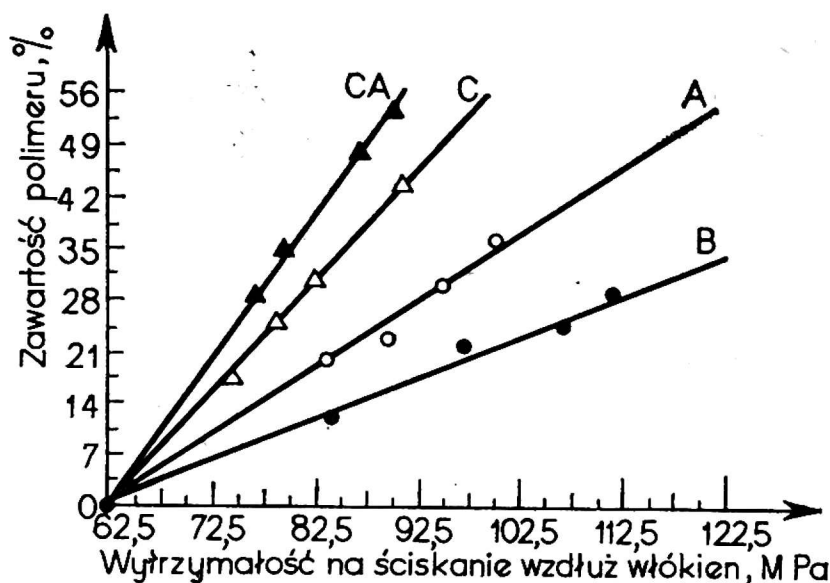
Między pęcznieniem w wodzie drewna zmodyfikowanego a pęcznieniem szczątkowym zachodzi zależność liniowa.

Średnie wielkości arytmetyczne wyników zmian właściwości mechanicznych i technologicznych drewna po modyfikacji przedstawiono w tabelach 1 i 2. Zastosowane polimery przyczyniają się do zwiększenia twardości stycznej. Zwiększenie to jest wprost proporcjonalne do zawartości polimeru. Największy wzrost obserwuje się przy zastosowaniu polimeru fenolowo-formaldehydowego otrzymywanego przy nasycaniu żywicą fe-



Rys. 6. Zależność pęcznienia przy moczeniu drewna zmodyfikowanego dębu tureckiego od pęcznienia szczątkowego

nolowo-formaldehydową FFS-1. Liniowa zależność zachodzi również pomiędzy wytrzymałością na ściskanie wzdłuż włókien a zawartością polimeru w drewnie (rys. 7). Najefektywniejszy okazał się polimer otrzy-



Rys. 7. Zależność wytrzymałości na ściskania wzdłuż włókien drewna zmodyfikowanego dębu tureckiego od zawartości objętościowej polimeru

many z alkoholu fenolowego R-4. W trakcie badań ustalono również, że wilgotność w każdym wypadku obniża wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien. Ze wzrostem zawartości wilgoci zwiększa się różnica między wytrzymałością drewna zmodyfikowanego a naturalnego. Tłumaczy się to większym obniżeniem sił kohezji w wyniku nawilżania w drewnie na-

Tabela 1

Właściwości mechaniczne drewna dębu tureckiego naturalnego i zmodyfikowanego polimerami syntetycznymi

Ser- ia	Zawar- tość poli- meru % obj.	Wil- got- ność %	Twardość MPa		Wytrzyma- łość przy ściskaniu wzdłuż włókien MPa		Wytrzymałość przy zgniataniu części powierzchni w kie- runku poprzecznym MPa		Wytrzymałość na ścinanie wzdłuż włókien MPa		Wytrzymałość na zginanie statyczne MPa		Moduł sprę- żystości przy zginaniu sta- tycznym 110 MPa	
			L	R	T	L	R	T	R	T	R	T	R	T
H	0,0	9,8— 11,2	78,4 100,0	58,9 100,0	54,6 100,0	62,5 100,0	29,4 100,0	22,7 100,0	9,1 100,0	13,4 100,0	113,7 100,0	117,2 100,0	11,44 100,00	11,25 100,00
A	25,8— —36,9	6,7— —9,8	119,4 152,3	92,9 157,7	83,5 152,9	104,6 166,7	54,0 183,7	39,2 172,7	13,9 152,7	19,3 144,0	151,9 133,6	146,3 131,0	12,29 107,40	12,13 107,80
B	18,3— —28,0	6,2— —7,1	118,3 150,9	87,5 148,6	80,7 147,8	114,4 183,0	47,6 161,9	36,2 159,5	11,3 124,2	15,8 117,9	153,7 135,2	140,6 125,9	14,20 124,90	12,98 115,40
C	30,3— —47,7	6,4— —7,9	99,4 126,8	78,5 132,6	76,3 139,7	88,3 141,3	40,0 136,1	31,6 139,2	13,4 147,3	17,9 133,6	159,8 140,5	151,8 135,9	13,89 120,40	13,80 120,40
CA	52,7— —65,2	5,9— —7,8	106,8 136,2	85,4 145,0	82,3 151,0	90,7 145,1	48,9 166,3	39,7 174,9	14,4 158,2	20,5 153,0	161,6 142,1	158,8 142,2	14,95 130,70	14,90 132,40

L — kierunek wzdłuż włókien, R — kierunek promieniowy, T — kierunek styczny.
W liczniku podano bezwzględne wielkości parametrów, a w mianowniku — procenty w stosunku do wielkości parametrów dla drewna naturalnego.

Tabela 2

Właściwości technologiczne drewna dębu tureckiego naturalnego i zmodyfikowanego polimerami syntetycznymi

Seria	Zawartość polimeru % obj.	Wilgotność %	Odporność na ścieranie mm/ob. ($f=0,63 \cdot 2\pi \text{rad} \cdot 6^{-1}$ $n=160 \text{ 2 rad}$)		Odporność na łupanie KN/m		Zdolność utrzymywania wkrętów MN/m		Wytrzymałość przy ścinaniu wzdłuż włókien po spoinie klejowej			
			R	T	R	T	Q	L	RLS	RLSD	RD	wielkość MPa
H	0,0—	9,7—	$\frac{0,0173}{100,00}$	$\frac{0,0168}{100,00}$	$\frac{17,0}{100,00}$	$\frac{25,8}{100,0}$	$\frac{282,0}{100,0}$	$\frac{236,0}{100,0}$	46,4	46,9	7,2	$\frac{8,03}{100,00}$
A	27,5— —34,3	6,8— —7,2	$\frac{0,0076}{42,30}$	$\frac{0,0076}{45,20}$	$\frac{16,2}{95,3}$	$\frac{21,5}{83,3}$	$\frac{321,0}{114,0}$	$\frac{320,0}{135,6}$	93,3	6,7	0,0	$\frac{6,05}{75,30}$
B	19,4— —27,3	6,4— —7,2	$\frac{0,0091}{50,70}$	$\frac{0,0075}{44,70}$	$\frac{12,8}{75,3}$	$\frac{18,2}{70,5}$	$\frac{318,0}{111,3}$	$\frac{308,0}{130,5}$	100,0	0,0	0,0	$\frac{3,35}{53,20}$
C	43,3 —50,5	6,0— —7,3	$\frac{0,0096}{53,80}$	$\frac{0,0089}{53,20}$	$\frac{15,4}{90,6}$	$\frac{23,0}{89,1}$	$\frac{301,0}{106,7}$	$\frac{292,0}{123,7}$	46,7	26,7	26,6	$\frac{9,84}{122,50}$
CA	51,5— —68,7	5,6— —6,1	$\frac{0,0088}{48,90}$	$\frac{0,0084}{50,20}$	$\frac{16,4}{96,5}$	$\frac{22,5}{87,2}$	$\frac{318,0}{112,8}$	$\frac{309,0}{130,9}$	93,3	6,7	0,0	$\frac{6,76}{84,20}$

Q — kierunek w poprzek włókien, RLS — zniszczenie wzdłuż spoiny klejowej, RD — zniszczenie w drewnie, RLSD — zniszczenie mieszane w drewnie i spoinie klejowej.

turalnym niż w drewnie zmodyfikowanym. Polimer znajdujący się w drewnie zmodyfikowanym nie tylko zmniejsza dostęp do przestrzeni między fibrylami lecz również hamuje wyboczenie fibryli pod działaniem sił osiowych. Stopień hamowania zależy od ilości zawartego polimeru, jego twardości i charakteru jego powiązań ze składnikami drewna.

Wytrzymałość przy zgniataniu części powierzchni w kierunku poprzecznym do włókien ma szczególne znaczenie przy stosowaniu drewna na elementy konstrukcyjne. Z danych przedstawionych w tabeli 1 wynika, że i ta właściwość znacznie się polepsza. Podobną tendencję do polepszenia obserwuje się również w wypadku wytrzymałości na ścinanie wzdłuż włókien oraz wytrzymałości i modułu sprężystości przy zginaniu statycznym.

Z właściwości technologicznych zbadano: wytrzymałość na łupanie, zdolność utrzymywania wkrętów, wytrzymałość przy ścinaniu wzdłuż włókien spoiny klejowej oraz odporność na ścieranie.

Największy wzrost odporności na ścieranie zaobserwowano w wypadku polimeru otrzymanego z żywicy fenolowo-formaldehdowej FFS-1. Dla tej serii wielkość ścierania w płaszczyźnie promieniowej wynosi $0,0076 \text{ mm}/2\pi \text{ rad}$, a drewna naturalnego — $0,0173 \text{ mm}/2\pi \text{ rad}$. Odporność na ścieranie zwiększa się ze wzrostem zawartości polimeru, gęstości i twardości drewna zmodyfikowanego.

W wyniku modyfikacji zwiększa się zdolność utrzymywania wkrętów. Zwiększenie to jest istotniejsze wzdłuż włókien. Drewno zmodyfikowane ma większe zdolności utrzymywania wkrętów w kierunku włókien niż w kierunku poprzecznym do włókien aczkolwiek różnica ta nie jest duża.

W wyniku modyfikacji polepsza się łupliwość drewna dębu tureckiego. Tłumaczy się to sposobem rozmieszczenia polimeru w drewnie. Ustalono, że polimery rozmieszczone przeważnie w błonie komórkowej obniżają odporność na łupanie. Na przykład obniżenie to dla próbek serii B w płaszczyźnie promieniowej wynosi $24,7^0\%$, a w płaszczyźnie stycznej — $29,5^0\%$. Polimer nawarstwiony w błonach komórkowych oddala fibryle od siebie i zmniejsza ilość wiązań poprzecznych między nimi. Prawdopodobnie przy łączeniu polimeru ze składnikami drewna nie zmniejsza się ilość powiązań poprzecznych między fibrylami.

Możliwość sklejania drewna dębu tureckiego zbadano z zastosowaniem rozpuszczalnego w wodzie kleju mocznikowo-formaldehdowego do klejenia na zimno. Wytrzymałość na ścinanie wzdłuż spoiny klejowej dla drewna naturalnego dębu tureckiego wynosi $8,03 \text{ MPa}$, a dla drewna zmodyfikowanego — $3,35 \text{ MPa}$. Z tabeli 2 wynika, że tylko próbki serii C tj. drewna zmodyfikowanego polistyrenem charakteryzują się dobrym sklejeniem. Pozostałe próbki charakteryzują się złą jakością sklejenia. Można tu tłumaczyć obniżeniem się przyczepności. Po przeanalizowaniu wyni-

ków dochodzimy do wniosku, że wytrzymałość na ścinanie wzdłuż włókien spoiny klejowej obniża się w miarę zwiększenia się zawartości polimeru, nawarstwionego w błonach komórkowych i że klej mocznikowo-formaldehdowy nie jest odpowiedni do klejenia drewna zmodyfikowanego.

Na podstawie przeprowadzonych badań można uważać, że zmodyfikowane drewno dębu tureckiego ma takie same właściwości jak drewno zmodyfikowane miękkich gatunków liściastych. Różnica polega tylko na tym, że stopień zmian właściwości drewna dębu tureckiego jest znacznie mniejszy. Tłumaczy się to wyższymi wielkościami bezwzględными odpowiednich parametrów drewna naturalnego.

Otrzymane wyniki wykazują, że modyfikacja polimerami syntetycznymi może znacznie polepszać właściwości drewna dębu tureckiego. Przyczynia się ona do podniesienia stabilności kształtu i wymiarów drewna. W procesie modyfikacji drewno dębu tureckiego traci nieprzyjemny zapach i skłonność do gnicia.

Zmodyfikowane polimerami syntetycznymi drewno dębu tureckiego nadaje się do stosowania we wszystkich dziedzinach gospodarki narodowej, gdzie wymagana jest odporność na działanie wilgoci i wody, stabilność wymiarowa i odporność na działanie warunków atmosferycznych.

С. Николов, П. Панаятов

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ
ТУРЕЦКОГО ДУБА (*QUERCUS CERRIS*)
ПУТЕМ МОДИФИКАЦИИ СИНТЕТИЧЕСКИМИ ПОЛИМЕРАМИ

Резюме

Проблема рационального использования древесины турецкого луба все еще остается неразрешенной в Болгарии, где в настоящее время эту древесину используют преимущественно на топливо. Поскольку ресурсы этой древесины значительны, делаются поиски за способами расширения пределов ее применения.

В статье обсуждаются возможности улучшения свойств указанной древесины путем ее модификации синтетическими полимерами. Применяли девять образующих полимеры соединений, из которых наиболее интересные результаты дали следующие:

- феноло-формальдегидная смола ФФС-1, растворимая в спиртах,
- феноло-формальдегидный спирт растворимый в воде в молярном соотношении феноль-формальдегид = 1 : 2,
- смесь стирола и этилового спирта в объемном соотношении 95 : 5,
- смесь стирола с акрилонитрилом в объемном соотношении 60 : 40.

Исследовали следующие свойства: физические — степень пропитки, содержание полимера, остаточное набухание, плотность, влагоемкость; механические —

статическая твердость, сопротивление сжатию вдоль волокон, сопротивление смятию части поверхности поперек волокон, сопротивление и модуль упругости при статическом сгибе; технологические свойства — способность удерживания винтов, сопротивление истиранию, сопротивление колке и сопротивление срезу клеевой пленки.

В результате модификации исследуемые свойства древесины гурецкого дуба улучшались. Исключение в этом отношении составляют сопротивление колке и сопротивление срезу клеевой пленки.

Исследования показали хорошую податливость древесины турецкого дуба пропитке. Примененные образующие полимеры жидкости пропитывающие древесину вызывают набухание удерживающееся после окончания процесса полимеризации, т.е. наблюдается постоянная деформация. Самую большую постоянную деформацию — 16,9%, вызывает стироло-акрилонитриловый кополимер. Эта деформация оказывает существенное влияние на свойства модифицированной древесины, особенно на величину набухания при пропитке. Так напр. для серии древесины модифицированной полистироло-акрилонитрилом при объемном содержании полимера 73,3%, набухание в тангентальном направлении составляет 3,8, т.е. 4.3 раза меньше в сравнении с природной древесиной, для которой набухание в тангентальном направлении составляет обычно 16,3%. Между набуханием в воде модифицированной древесины и постоянной деформацией существует линейная зависимость.

Густота и сопротивление сжатию вдоль волокон улучшаются при удержании линейной зависимости по мере увеличения содержания полимера. При модификации синтетическими полимерами повышается стабильность формы и размеров древесины турецкого дуба, а также она теряет неприятный запах.

Древесина турецкого дуба модифицированная синтетическими полимерами пригодна для использования в любой отрасли народного хозяйства, где требуется водо- и влагостойкость, стабильность размеров и устойчивость к действию атмосферных условий.

S. Nikolov, P., Panayotov

INVESTIGATIONS ON IMPROVEMENT OF PROPERTIES
OF TURKISH OAK (*QUERCUS CERRIS*)
BY ITS MODIFICATION WITH SYNTHETIC POLYMERS

S u m m a r y

The problem of rational utilization of the Turkish oak wood was not solved hitherto in Bulgaria, where this wood is utilized mostly as fuel. Since the resources of this wood are considerable, the ways of widening its utilization range are investigated.

Possibilities of an improvement of properties of this wood kind by its modifying with synthetic polymers are discussed in the paper. Nine polymer-forming compounds have been applied, of which the most interesting results gave the following:

— phenolo-formaldehyde alcohol soluble in water in the molar phenol-formaldehyde ratio of 1:2,

— mixture of styrene and ethyl alcohol in the voluminal ratio of 95:5,

— mixture of styrene and acrylonitrile in the voluminal ratio of 60:40.

The following properties of the Turkish oak wood are investigated: physical properties — saturation degree, content of polymer, residual swelling, density, water absorption; mechanical properties — static hardness, compression strength along fibres, crushing strength of a part of surface across fibres, shear strength along fibres, strength and module of elasticity at static bending; technological properties — ability of holding screws, abrasion strength of the glue joint.

The properties tested of Turkish oak improve in consequence of the modification. Exceptions are: splitting strength and shear strength of the glue joint.

The investigations have proved that the Turkish oak wood is readily submittable to saturation. The liquids applied, consisting of wood-penetrating polymers, result in swelling maintenance upon finishing the polymerization process, and thus permanent deformations are observed. The strongest permanent deformation — 16.9%, is caused by the styrene-acrylonitrile copolymer. This deformation exerts a significant effect on properties of the modified wood, the most perceptible effect being on the swelling degree at saturation. For instance, for the series of the wood modified with the polystyrene-acrylonitrile at voluminal content of the polymer 73.3%, the swelling in tangential direction will be 3.8%, i.e. 4.3 times less than that of the natural wood, for which the swelling in tangential direction is usually 16.3%. A linear relationship is between swelling in water of the modified wood and the permanent deformation.

Density and compression strength along fibres improve at the maintenance of linear relationship along with increasing polymer content. At modification with synthetic polymers increases the stability of shape and dimensions of the Turkish oak wood and at the same time it loses its unpleasant smell.

The Turkish oak wood modified with synthetic polymers is suitable for use in all branches of the national economy, where water- and moisture-proofness, dimensional density and resistance to atmospheric conditions are required.