

WPLYW RODZAJU MEDIUM OGRZEWczego I WARUNKÓW OBRÓBKI TERMICZNEJ NA PROCES POLIMERYZACJI STYRENU W DREWNI I NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI LIGNOMERU

Maciej Ławniczak

Instytut Mechanicznej Technologii Drewna AR w Poznaniu

WPROWADZENIE

Wiadomo, że drewno, materiał stale odtwarzany przez przyrodę na drodze biosyntezy, w następstwie wysoko zorganizowanej struktury, ma wiele właściwości bardzo korzystnych a równocześnie jest obarczone wieloma wadami.

Dotychczas wady drewna starano się ograniczyć przede wszystkim na drodze rozdrobnienia i świadomego ponownego scalenia lub też przez ścieśnianie poddając obróbce chemicznej i mechanicznej, na przykład jak to ma miejsce podczas produkcji lignamonu, kiedy drewno najpierw poddaje się obróbce amoniakiem a następnie ścieśnianiu. Wszystkie te sposoby naruszają stworzoną przez przyrodę mikrokonstrukcję drewna i zmniejszają wady drewna kosztem szczytowych jego właściwości.

Zadaniem technologów drewna winno być dążenie do zmniejszenia wad drewna i przedłużenia trwałości jego użytkowania nie kosztem niszczenia tego co już przyroda stworzyła, lecz przez danie drewnu sprzymierzeńca. Takim sprzymierzeńcem są tworzywa sztuczne, które odznaczają się dużą odpornością na działanie wody. Należy je jednakże do drewna wprowadzić w postaci najmniejszych cząsteczek, to jest monomerów, które spolimeryzowane w drewnie, tworząc częściowo kopolimer z substancją drzewną, stanowiącą polimer naturalny, zmniejszają wady drewna i poprawiają właściwości wytrzymałościowe drewna, nawet te szczytowe. Natomiast szkielet celulozowy drewna poprawia wytrzymałość tworzywa sztucznego.

Dotychczas przeprowadzane badania zmierzające do stworzenia kompozytu drewno-polimer polegały przede wszystkim na wykorzystaniu polimeryzacji radiacyjnej. W tym przypadku drewno trzeba było dostarczać

do wysoko wyspecjalizowanych zakładów, wyposażonych w źródło wysokiej energii, które najczęściej znajduje się w miastach uniwersyteckich. W badaniach tych jako monomer stosowany jest najczęściej drogi metakrylan metylu, do którego spolimeryzowania potrzebna jest stosunkowo mała dawka promieniowania. W przypadku zastosowania o wiele tańszego monomeru styrenu, zachodziła konieczność stosowania bardzo wysokiej dawki promieniowania, powodującej destrukcję drewna.

Zasadniczą wadą polimeryzacji radiacyjnej — jak wiadomo — duże nakłady inwestycyjne, wysoki koszt urządzeń i instalacji zabezpieczającej oraz konieczność zatrudnienia wysoko kwalifikowanych specjalistów, których niewątpliwie trudno byłoby namówić do pracy na terenie zakładów przemysłu drzewnego znajdującego się w miejscowościach oddalonych od większych ośrodków kulturalnych. Z wymienionych przyczyn, tworzenie kompozytu materiałowego drewno-polimer na drodze polimeryzacji radiacyjnej nie rozpowszechniło się szeroko.

Podjęmując badania na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych, wyszliśmy z założenia, że rozpowszechnienie nowego kompozytu materiałowego drewno-polimer wymaga opracowania takiej technologii produkcji, która będzie przystosowana do stanu technicznego, istniejącego w przemyśle drzewnym. Twierdzono wówczas, że do polimeryzacji monomerów w drewnie nie nadaje się polimeryzacja termiczna. Stwierdzono bowiem, że monomery wprowadzone do drewna, charakteryzujące się niską temperaturą wrzenia, na przykład metakrylan metylu 374 K, pod wpływem reakcji egzotermicznej procesu polimeryzacji zostają wydalone z drewna na zewnątrz i grożą wybuchem. Dlatego też dążymy do zmniejszenia tej wady polimeryzacji termicznej przez dobór odpowiedniego układu inicjatorów polimeryzacji oraz przez dobór medium ogrzewczego i parametrów obróbki termicznej [1, 7-12, 15-17].

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu rodzaju medium ogrzewczego oraz warunków obróbki termicznej na proces polimeryzacji styrenu w drewnie oraz na niektóre właściwości otrzymanego lignomeru.

METODYKA BADAŃ I OPIS DOŚWIADCZEŃ

MATERIAŁ DOŚWIADCZALNY

R o d z a j d r e w n a. Przy doborze rodzaju drewna do badań, kierowano się głównie kryterium możliwości nasycenia drewna monomerem styrenu. Do produkcji lignomeru nadaje się przede wszystkim drewno łatwo nasycalne gatunków liściastych rozpierzchnonaczyniowych. Do tego rodzaju drewna zalicza się olchę, która w znikomym stopniu jest wykorzystywana w praktyce oraz buk. Wiadomo również, że łatwo nasycalne

jest bielaste drewno sosnowe. W związku z tym, do badań użyto wymienionych rodzajów drewna.

W celu otrzymania jednorodnego materiału doświadczalnego na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Siemianicach pozyskano z każdego rodzaju drewna kłody, które przetarto na bale o grubości 56 mm. Z bali rdzeniowych oraz z tych samych stref przyrostów rocznych wykonano próbki o wymiarach $50 \times 50 \times 200$ mm, o ściśle zorientowanym przebiegu słoików rocznych. Następnie drogą klimatyzacji doprowadzono je do wilgotności $10 \pm 2\%$. Drewno o tejże wilgotności można uznać za dostatecznie spęczniałe, aby umożliwić przenikanie monomeru do wnętrza ścian komórkowych. Wyższa wilgotność jest niepożądana z uwagi na fakt, że powoduje ona obniżenie nasycalności drewna, a podczas polimeryzacji termicznej występują naprężenia desorpcyjne.

R o d z a j m o n o m e r u. Z dotychczasowych publikacji wynika, że najbardziej przydatne do modyfikacji drewna drogą polimeryzacji są monomery winylu. Monomery tej grupy powodują poprawę wielu właściwości fizycznych i mechanicznych drewna przy jednoczesnym zachowaniu struktury drewna. Dotychczasowe badania wykazały, że największą poprawę właściwości drewna uzyskuje się przy użyciu monomeru styrenu i metakrylanu metylu [13]. Do badań zdecydowano się zastosować monomer styrenu wraz z inhibitorem, produkcji Oświęcimskich Zakładów Chemicznych.

R o d z a j i n i c j a t o r ó w. Od doboru inicjatorów jest uzależniony przebieg polimeryzacji termicznej, której towarzyszy zmiana temperatury wewnątrz drewna [16], przeto w niniejszych badaniach zdecydowano się na zastosowanie dwóch rodzajów inicjatorów polimeryzacji charakteryzujących się zróżnicowanym czasem i temperaturą półrozpadu. Badania wykazały, że stosując jednocześnie dwa inicjatory polimeryzacji o zróżnicowanym czasie i temperaturze półrozpadu, osiąga się lepsze właściwości lignomeru [2, 15-17].

Do badań zastosowano następujące inicjatory wodoronadtlenek kumenu (WNK), który jest roztworem w aromatycznych węglowodorach o jasnozielonkawej barwie, producentem są Mazowieckie Zakłady Rafineryjno-Petrochemiczne w Płocku. Czas półrozpadu wynosi: $t = 388$ K — 472 godzin, $t = 403$ K — 113 godzin, $t = 418$ K — 129 godzin, wodoronadtlenek mantapinanu (TR) stanowiący roztwór mieszaniny węglowodorów monoterpenowych o jasnożółtej barwie i niskiej lepkości, producentem są Zakłady Chemiczne „Oświęcim”. Czas półrozpadu wynosi: $t = 363$ K — 105 godzin, $t = 393$ K — 75 min., $t = 413$ K — 15 minut.

R o d z a j m e d i u m o g r z e w c z e g o. Jako medium ogrzewcze użyto oleju typu „Termol 190” produkcji „Naftochem” Jasło oraz glikol etylenowy.

SPOSÓB PRZEPROWADZENIA DOSWIADCZEŃ

Przygotowanie roztworu do nasycania. Do naczynia szklanego wiano określoną ilość monomeru styrenu i dodano inicjatora według następującej receptury: 0,9 cz. w. inicjatora WNK + 0,6 cz. w. inicjatora TR na 100 cz. w. styrenu [17]. Roztwór styrenu z inicjatorami homogenizowano przy użyciu mieszadła mechanicznego przez okres około 30 minut.

Nasycanie drewna. W celu uzyskania pełnego i równomiernego wypełnienia przestrzeni komórkowych i nasycenia błony komórkowej styrenem stosowano następujące zabiegi:

zważenie próbek,

ułożenie próbek w zbiorniku nasycającym i zabezpieczenie ich przed wypłynięciem,

wytwarzanie podciśnienia 0,09 MPa w zbiorniku nasycającym przez okres 1 godziny,

wprowadzenie do zbiornika uprzednio przygotowanego roztworu monomeru z inicjatorami w ilości zapewniającej całkowite zanurzenie próbek,

zredukowanie podciśnienia do ciśnienia atmosferycznego i pozostawienie próbek w zbiorniku przez okres 20 godz.,

wyjęcie próbek ze zbiornika nasycającego i ich zważenie.

Polimeryzacja monomerów w drewnie. Polimeryzację monomerów w drewnie wykonano według technologii opracowanej przez Instytut Mechanicznej Technologii Drewna AR w Poznaniu [2, 17-21].

Do obróbki termicznej nasyconego drewna styrenem użyto oleju termol-190 i glikol etylenowy, które to ciecze spełniały rolę medium ogrzewczego. Proponowany sposób ogrzewania miał na celu ograniczenie do minimum strat monomeru oraz zabezpieczenie drewna przed dostępem tlenu z atmosfery, który działa inhibitująco na proces polimeryzacji. Stosunek cieczy ogrzewczej do objętości próbek kształtował się jak 2:1.

Polimeryzację prowadzono na drodze obróbki termicznej według poniższych parametrów:

2h — 348 K + 2h — 358 K + 4h — 368 K + 2h — 383 K;

2h — 358 K + 4h — 368 K + 2h — 385 K;

4h — 368 K + 2h — 383 K.

Pomiar temperatury wewnątrz drewna. W celu zmierzenia temperatury wewnątrz drewna podczas procesu polimeryzacji nawiercono w połowie długości i szerokości próbki otwór o średnicy 1,5 mm. Głębokość otworu wynosiła połowę grubości próbki. W tak przygotowany otwór wkładano termoparę żelazo-konstantan, którą uszczelniano za po-

mocą trocin z dodatkiem żywicy epoksydowej. Zapis temperatury odbywał się na rejestratorze kompensacyjnym typu MKV produkcji Lubelskich Zakładów Elektrycznych o prędkości posuwu taśmy rejestracyjnej 4 cm/h i częstotliwości zapisu 1 punkt co 5 sekund. Dokładność pomiaru temperatury wynosiła $\pm 0,75$ K.

Oznaczanie zawartości styrenu i polistyrenu oraz stopnia przemiany styrenu w polistyren. Zawartość monomeru styrenu w drewnie obliczono według wzoru:

$$Z_m = \frac{G_m - G_o}{G_o} \cdot 100\%$$

gdzie:

- Z_m — monomer styrenu w ‰,
- G_m — masa drewna nasyconego monomerem w kg,
- G_o — masa drewna przed nasyceniem w kg.

Zawartość polistyrenu w drewnie obliczono według wzoru:

$$Z_p = \frac{G_z - G_o}{G_o} \cdot 100\%$$

gdzie:

- Z_p — zawartość polistyrenu w ‰,
- G_z — masa drewna po polimeryzacji w kg,
- G_o — masa drewna przed nasyceniem w kg.

Stopień przemiany monomeru styrenu w polistyren obliczono według wzoru:

$$S_p = \frac{Z_p}{Z_m} \cdot 100\%$$

gdzie:

- S_p — stopień przemiany w ‰,
- Z_p — zawartość polistyrenu w ‰,
- Z_m — zawartość monomeru styrenu w ‰.

Oznaczanie gęstości. W celu ustalenia gęstości próbki przed i po modyfikacji, próbkę mierzono za pomocą mikromierza z dokładnością

do 0,01 mm i ważono z dokładnością do 0,1 g. W celu ustalenia gęstości na przekroju poprzecznym próbek z warstw środkowych i zewnętrznych lignomeru wyrobiono próbki o przekroju $15 \times 15 \times 15$ mm. Gęstość obliczono według wzoru:

$$\rho = \frac{G}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

gdzie:

- ρ — gęstość w kg/m^3 ,
- G — masa próbki w kg,
- V — objętość próbki w m^3 .

Oznaczenie wytrzymałości na zginanie statyczne. Badania przeprowadzono przy użyciu urządzenia do badania wytrzymałości tworzyw sztucznych typu „Dynstat” na próbkach o wymiarach $3 \times 10 \times 15$ mm (ostatni wymiar wzdłuż włókien).

Kierunek działania siły obciążającej odpowiadał kierunkowi promieniowemu w drewnie. Próbki wyrobione ze środkowych i zewnętrznych warstw lignomeru podzielono na dwie grupy, z których pierwszą badano przy wilgotności $8 \pm 2\%$, a drugą najpierw poddano maksymalnemu nasyceniu wodą a następnie badaniom wytrzymałościowym.

Oznaczenie twardości. Twardość oznaczono metodą Brinella. W tym celu wyrobiono próbki o wymiarach $50 \times 50 \times 50$ mm oraz stosowano dwa stopnie obciążeń: dla drewna naturalnego siłę docisku 500 N, natomiast dla lignomeru 1000 N. Najwyższe obciążenie uzyskiwano w ciągu 15 s. i pozostawiono badaną próbkę pod obciążeniem przez przeciąg 30 s, po czym w ciągu 15 s próbkę odciążono. Następnie mierzono średnicę dokonanego wcisku lupą pomiarową z dokładnością do 0,1 mm. Twardość mierzono we wszystkich trzech kierunkach anatomicznych. Twardość Brinella obliczono według wzoru:

$$HB = \frac{2P \cdot 10^6}{D\pi(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ (MPa)}$$

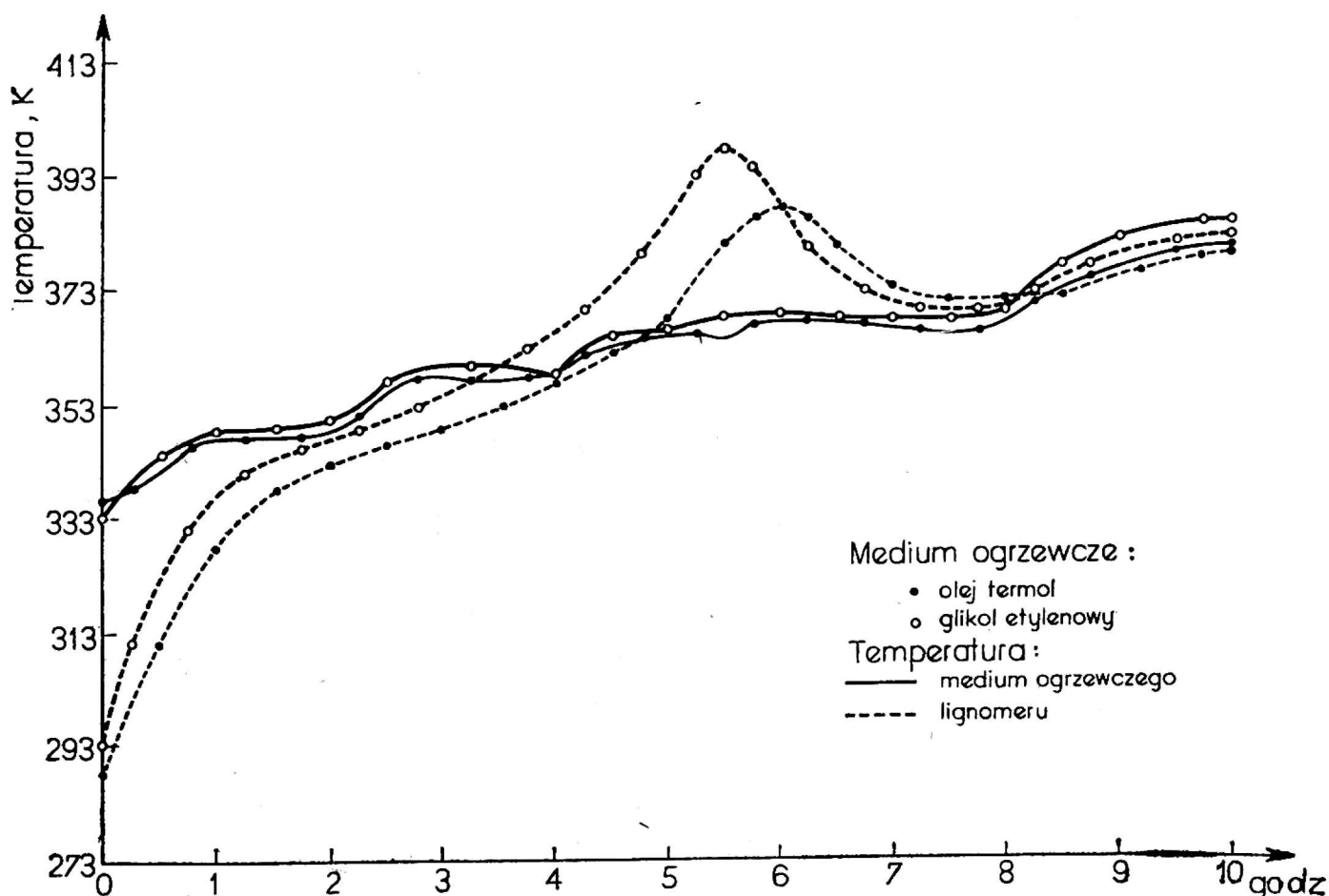
gdzie:

- HB — twardość Brinella w MPa,
- P — siła wykazana przez siłomierz w N,
- D — średnica wciskanej kulki w mm,
- d — średnica wcisku w mm.

WYNIKI DOŚWIADCZEŃ I ICH ANALIZA

WPLYW RODZAJU MEDIUM I WARUNKÓW OGRZEWANIA
NA EFEKT EGZOTERMICZNY WYSTĘPUJĄCY PODCZAS POLIMERYZACJI
STYRENU W DREWNI OLCHOWYM

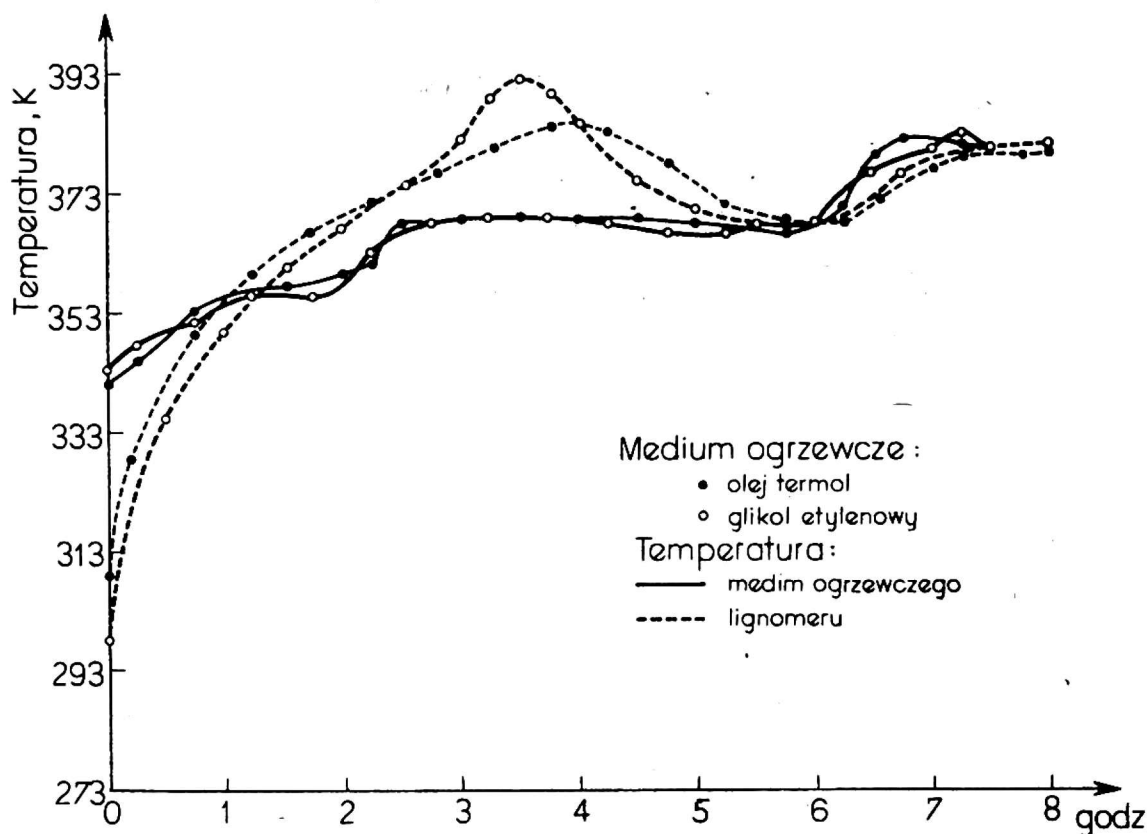
Wpływ rodzaju medium i warunków ogrzewania na efekt egzotermiczny występujący podczas polimeryzacji styrenu w drewnie olchowym obrazują rysunki 1-3. Z krzywych zobrazowanych na tych rysunkach wy-



Rys. 1. Wpływ rodzaju medium ogrzewczego na przebieg temperatury wewnątrz drewna olchowego nasyconego styrenem w następstwie ogrzewania: 2h — 348 K + 2h — 358 K + 4h — 368 K + 2h — 383 K

nika, że procesowi polimeryzacji styrenu w drewnie olchowym, jak było do przewidzenia, towarzyszy wyraźne wydzielanie się ciepła.

Początkowo obserwujemy wewnątrz drewna powolny wzrost temperatury, w czasie którego ulega neutralizacji zawarty w monomerze inhibitor, a następnie rozpoczyna się inicjacja i szybki wzrost temperatury będący przejawem reakcji egzotermicznej procesu polimeryzacji styrenu. W dalszym stadium obserwujemy obniżenie się temperatury wewnątrz drewna, aż do zrównania się z temperaturą medium ogrzewczego, co najprawdopodobniej związane jest z zakończeniem wzrostu łańcuchów polistyrenu.



Rys. 2. Wpływ rodzaju środowiska ogrzewczego na przebieg temperatury wewnątrz drewna olchowego nasyconego styrenem w następstwie ogrzewania: 2h — 358 K + 4h — 368 K + 2h — 383 K

Czas obróbki termicznej, niezbędny do występowania temperatury szczytowej jest uzależniony przede wszystkim od temperatury medium ogrzewczego. Najwyższa temperatura szczytowa procesu polimeryzacji styrenu wewnątrz próbek występowała dopiero wówczas, gdy medium ogrzewcze osiągnęło temp. 371 K. Najwyższa temperatura (403 K) wystąpiła wówczas, kiedy ogrzewanie rozpoczęto w medium o temperaturze 368 K (tab. 1). Podczas ogrzewania w glikolu etylenowym wystąpiły wyższe temperatury efektu egzotermicznego niż przy ogrzewaniu w oleju termol-190. Szczytowa temperatura efektu egzotermicznego podczas ogrzewania w glikolu etylenowym występowała wcześniej niż w czasie ogrzewania w oleju. Stąd wynika, że proces polimeryzacji podczas ogrzewania w glikolu etylenowym przebiegał gwałtowniej, co związane jest najprawdopodobniej z większą zdolnością przekazywania ciepła przez glikol etylenowy.

Ogólnie można stwierdzić, że im wyższą temperaturę medium ogrzewczego zastosowano w pierwszym etapie obróbki termicznej drewna olchowego nasyconego styrenem, tym wcześniej został zainicjowany proces polimeryzacji styrenu.

Podczas blokowej polimeryzacji wolnorodnikowej egzotermiczne maksimum występuje wówczas, kiedy proces polimeryzacji jest zakończony, a w siatce polimerowej pozostają uwięzione nieznaczne ilości monomeru.

Tabela 1

Wpływ rodzaju medium i warunków ogrzewania na efekt egzotermiczny występujący podczas polimeryzacji styrenu w drewnie olchowym przy użyciu 0,9 WNK+0,6 TR

Warunki ogrzewania	Rodzaj medium ogrzewczego	Zawartość styrenu %	Temperatura maksymalna K	Czas osiągnięcia maksymalnej temperatury min	Różnica między temperaturą medium a maksymalną temperaturą próbek K
A	glikol etylenowy	107	398	330	303
	olej termol	107	388	360	293
B	glikol etylenowy	107	393	210	298
	olej termol	107	385	240	290
C	glikol etylenowy	107	403	135	308
	olej termol	107	393	165	298

A — 2h — 348 K + 2h — 358 K + 4h — 368 K + 2h — 383 K; B — 2h — 358 K + 4h — 368 K + 2h — 383 K; C — 4h — 368 K + 2h — 383 K.

W lignomerze stanowiącym kompozyt drewno-polimer, kiedy to zachodzi częściowo zjawisko szczepienia polimeru syntetycznego na macierzystym polimerze naturalnym, prawdopodobnie jeszcze po wystąpieniu piku temperatury zachodzi proces polimeryzacji i kopolimeryzacji.

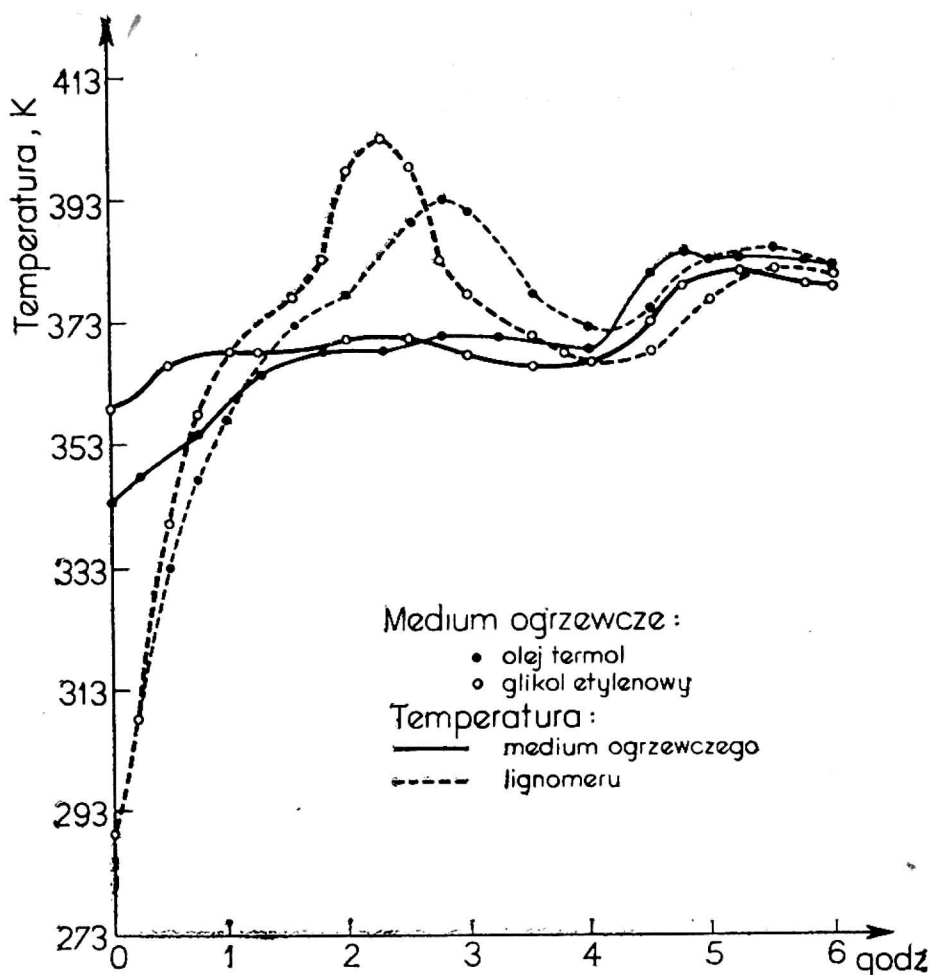
Uogólniając poczynione spostrzeżenia można podzielić krzywe obrazujące rezultat reakcji egzotermicznej na trzy stadia.

Stadium pierwsze — powolnego wzrostu temperatury, w czasie którego inhibitory zawarte w monomerze i w drewnie ulegają neutralizacji.

Stadium drugie — szybkiego wzrostu temperatury, w czasie którego zachodzi polimeryzacja większości zawartego w drewnie monomeru.

Stadium trzecie — chłodzenia, któremu towarzyszy zakończenie procesu polimeryzacji i szczepienia.

Zakładając, że szybkość polimeryzacji jest uzależniona od ilości wydzielonego ciepła, metodę pomiaru temperatury reakcji egzotermicznej



Rys. 3. Wpływ rodzaju środowiska ogrzewczego na przebieg temperatury wewnątrz drewna olchowego nasyconego styrenem w następstwie ogrzewania: 4h — 368 + 2h — 383 K

można uznać za jedno z kryteriów oceny porównawczej dla różnych kompozycji inicjatorów polimeryzacji oraz warunków obróbki termicznej zastosowanych do modyfikacji drewna monomerami. Obserwacja kinetyki przebiegu temperatury wewnątrz bryły drewna umożliwia śledzenie przebiegu procesu polimeryzacji, a tym samym sterowanie parametrami obróbki termicznej.

WPLYW RODZAJU MEDIUM I WARUNKÓW OGRZEWANIA
NA STOPIEŃ PRZEMIANY STYRENU W POLISTYREN
W DREWIE OLCHOWYM

Wpływ rodzaju medium i warunków ogrzewania na stopień przemiany monomeru styrenu w polistyren obrazują liczby zestawione w tabeli 2. Jak wynika z tej tabeli, stopień przemiany styrenu w polistyren w drewnie olchowym jest uzależniony od parametrów obróbki termicznej. Najwyższy stopień przemiany (96%) uzyskano podczas rozpoczęcia procesu ogrzewania w temperaturze 348 K, natomiast najniższy w przypadku ogrzewania drewna od samego początku procesu obróbki termicznej w temperaturze 368 K. Stąd najbardziej praktyczny wydaje się sposób ogrze-

Tabela 2

Wpływ rodzaju medium i warunków ogrzewania na stopień przemiany styrenu w polistyren w drewnie olchowym

Warunki ogrzewania	Rodzaj medium ogrzewania	Zawartość monomeru styrenu w drewnie %	Zawartość polistyrenu w lignomerze %	Stopień przemiany styrenu w polistyren %
2h—348 K	glikol			
2h—358 K	etylenowy	107	103	96
4h—368 K	olej			
2h—383 K	termol	107	102	95
2h—358 K	glikol			
4h—368 K	etylenowy	107	101	94
2h—383 K	olej			
	termol	107	99	93
4h—368 K	glikol			
2h—383 K	etylenowy	107	98	92
	olej			
	termol	107	97	91

wania, w którym na początku procesu polimeryzacji stosuje się temperaturę niższą niż 368 K.

Rodzaj medium ogrzewczego ma niewielki wpływ na stopień przemiany. Nieznacznie wyższy stopień przemiany styrenu w polistyren uzyskujemy podczas procesu ogrzewania w glikolu etylenowym. Ubytki styrenu są spowodowane jego niską temperaturą wrzenia wynoszącą 418,2 K oraz dużą lotnością tego monomeru. Na powstanie strat monomeru wpływa również ulatniająca się z drewna para wodna oraz powstający podczas rozpadu inicjatorów dwutlenek węgla. Na podstawie analizy wyników charakteryzujących stopień przemiany styrenu w polistyren, stwierdza się wyraźny wpływ warunków ogrzewania na stopień przemiany styrenu w polistyren a nie rodzaju medium ogrzewczego.

WPLYW RODZAJU MEDIUM I WARUNKÓW OGRZEWANIA
NA GĘSTOŚĆ LIGNOMERU Z DREWNA OLCHOWEGO I POLISTYRENU

Wyniki badań przedstawiające gęstość lignomeru w zależności od rodzaju medium ogrzewczego i warunków obróbki termicznej zestawiono w tabeli 3. Jak wynika z tej tabeli, na gęstość lignomeru duży wpływ mają warunki obróbki termicznej. Im dłuższy czas obróbki, i im niższa temperatura ogrzewania w początkowym etapie procesu polimeryzacji

Tabela 3

Wpływ rodzaju medium i warunków ogrzewania na gęstość lignomeru z drewna olchowego i polistyrenu przy wilgotności $8 \pm 2\%$

Warunki ogrzewania	Rodzaj medium ogrzewczego	Zawartość polistyrenu %	Gęstość próbek wyciętych z warstw			
			zewnętrznych		środkowych	
			kg/m ³	%	kg/m ³	%
348 K—2h	glikol					
353 K—2h	etylenowy	103	1140	228	1180	236
368 K—4h	olej					
383 K—2h	termol	102	1110	222	1130	226
358 K—2h	glikol					
368 K—4h	etylenowy	101	1130	226	1170	234
383 K—2h	olej					
	termol	99	1080	216	1100	210
368 K—4h	glikol					
	etylenowy	98	980	196	1010	202
383 K—2h	olej					
	termol	97	1000	200	1050	210
Olcha naturalna		0			500 kg/m ³	

termicznej, tym lignomer stanowiący kompozyt drewno olchowe-polistyren ma wyższą gęstość. Gęstość lignomeru jest około dwukrotnie większa w stosunku do gęstości naturalnego drewna olchowego.

Rodzaj medium ogrzewczego nie wywarł wyraźnego wpływu na gęstość. Próbki wycięte z warstw środkowych wykazują nieco wyższą gęstość w stosunku do próbek wyciętych z warstw zewnętrznych. Można wyjaśnić to tym, że w procesie polimeryzacji z warstw zewnętrznych nastąpił minimalny ubytek monomeru styrenu, co niewątpliwie obniżyło gęstość lignomeru w warstwach zewnętrznych próbek.

WPŁYW RODZAJU MEDIUM I WARUNKÓW OGRZEWANIA
NA WYTRZYMAŁOŚĆ NA ZGINANIE STATYCZNE LIGNOMERU
Z DREWNA OLCHOWEGO I POLISTYRENU

Wyniki badań zmierzających do ustalenia wpływu rodzaju medium i warunków ogrzewania na wytrzymałość na zginanie statyczne lignomeru z drewna olchowego i polistyrenu zestawiono w tabeli 4. Z liczb zawartych w tej tabeli wynika, że najwyższą wytrzymałość na zginanie statyczne wykazuje lignomer powstały w rezultacie stosowania warunków ogrzewania rozpoczynających się przy temp. 348 K, który charakteryzuje się najwyższą gęstością, natomiast najniższą — lignomer wyprodu-

Tabela 4

Wpływ rodzaju medium i warunków ogrzewania na wytrzymałość na zginanie statystyczne lignomeru z drewna olchowego i polistyrenu

Warunki ogrzewania	Rodzaj medium ogrzewczego	Zawartość polistyrenu %	Próbki wycięte z warstwy	Wilgotność próbki w chwili badania											
				8 ± 2%				30%							
				M		±δ		V		M		±δ		V	
				MPa	%	MPa	%	MPa	%	MPa	%	MPa	%		
348 K—2h	glikol	103	zewnątrznej	139,9	204	6,65	4,8	116,0	387	3,67	3,0				
358 K—2h	etylenowy		środkowej	148,0	219	5,27	3,6	121,0	410	2,77	2,9				
368 K—4h	olej	102	zewnątrznej	126,0	185	4,26	3,4	110,0	367	3,29	3,6				
383 K—2h	termol		środkowej	134,0	197	10,99	8,2	115,0	382	3,45	2,5				
358 K—2h	glikol	101	zewnątrznej	138,9	203	4,28	3,1	113,0	377	3,96	3,5				
368 K—4h	etylenowy		środkowej	147,0	218	2,89	2,0	119,0	396	4,03	3,4				
383 K—2h	olej	99	zewnątrznej	123,0	181	4,89	3,2	109,0	363	2,75	2,5				
	termol		środkowej	132,0	194	4,15	3,2	114,0	380	2,65	2,3				
368 K—4h	glikol	98	zewnątrznej	100,0	147	4,05	4,0	80,0	267	3,82	4,8				
	etylenowy		środkowej	104,0	153	3,88	3,7	85,0	284	3,24	3,8				
373 K—2h	olej	97	zewnątrznej	117,0	172	3,34	2,9	93,0	310	1,86	2,0				
	termol		środkowej	125,0	184	4,72	3,8	97,0	324	2,90	3,0				
Olcha naturalna		0	—	68,0	100	5,13	7,5	30,0	100	2,87	9,6				

M — wartość średnia z 30 powtórzeń, σ — odchylenie standardowe, V — współczynnik zmienności.

kowany według trzeciego sposobu ogrzewania, który miał najniższą gęstość. Przypuszczać należy, że wytrzymałość lignomeru jest uzależniona w dużej mierze od szybkości wzrostu temperatury reakcji egzotermicznej. Zbyt wysoka temperatura reakcji egzotermicznej, występująca podczas ogrzewania według wariantu trzeciego, a także zbyt krótki czas ogrzewania (6 godz.) przyczynił się do otrzymania lignomeru o wyraźnie mniejszej wytrzymałości na zginanie statyczne.

Próbki do badań wytrzymałości na zginanie statyczne, pozyskane ze środkowych warstw, charakteryzują się nieco wyższą wytrzymałością na zginanie statyczne w porównaniu z wytrzymałością próbek pochodzących z warstw zewnętrznych.

Ze stosowanych warunków obróbki termicznej za najbardziej korzystne należy uznać ogrzewanie według wariantu pierwszego i drugiego, gdyż wytrzymałość na zginanie statyczne lignomeru otrzymanego w tych warunkach jest najwyższa. Lignomer badany w stanie maksymalnego na-

sycenia wodą wykazuje jeszcze bardziej korzystny wzrost wytrzymałości podczas zginania statycznego w stosunku do wytrzymałości drewna naturalnego.

Obserwacje te upoważniają do postawienia hipotezy, że większy wzrost wytrzymałości lignomeru w stanie maksymalnego spęcznienia drewna spolimeryzowanego w stosunku do wytrzymałości drewna naturalnego jest rezultatem trwałego wzmocnienia substancji drzewnej polistyrenem. Czyli im więcej substancji modyfikującej wprowadzonej do drewna ulega trwałemu połączeniu z wysoko molekularną substancją drzewną, tym większą wytrzymałość ma lignomer badany w stanie mokrym. Im większa ilość polimeru syntetycznego jest połączona trwale z substancją drzewną, tym mniej wody związanej znajduje się w ściankach komórkowych lignomeru, co w mniejszym stopniu obniża jego wytrzymałość niż drewna naturalnego.

Dane dotyczące wpływu zwiększania się zawartości polistyrenu w drewnie olchowym na wytrzymałość na zginanie statyczne zestawiono w tabeli 5. Wynika z niej, że przy zwiększaniu się zawartości polistyrenu w lignomerze o 1% w największym stopniu wzrasta jego wytrzymałość na zginanie statyczne w stanie mokrym. Wzrost ten wynosił dla dwóch pierwszych warunków ogrzewania od 0,81 do 0,86 MPa w przeciwieństwie do drewna badanego w stanie suchym, gdzie ten wskaźnik kształtował się od 0,60 do 0,74 MPa.

Tabela 5

Wzrost wytrzymałości na zginanie statyczne lignomeru przyporządkowany 1% zawartości polistyrenu

Warunki ogrzewania	Rodzaj medium ogrzewczego	Zawartość polistyrenu %	Wilgotność próbki w chwili badania			
			8±2%		30%	
			wzrost wytrzymałości przypadający na 1% zawartości polistyrenu			
			MPa	%	MPa	%
2h — 348 K	glikol	103	0,73	1,10	0,86	2,9
2h — 358 K	etylenowy					
4h — 368 K	olej	102	0,61	0,89	0,81	2,7
2h — 383 K	termol					
2h — 358 K	glikol	101	0,74	1,10	0,85	2,8
4h — 368 K	etylenowy					
2h — 383 K	olej					
	termol	99	0,60	0,89	0,82	2,8
4h — 368 K	glikol	98	0,35	0,51	0,54	1,8
2h — 383 K	etylenowy					
	olej	97	0,55	0,80	0,67	2,2
	termol					

WPLYW RODZAJU MEDIUM I WARUNKÓW OGRZEWANIA
NA TWARDOŚĆ LIGNOMERU Z DREWNA OLCHOWEGO I POLISTYRENU

Wyniki tychże badań zawiera tabela 6, z której wynika, że twardość lignomeru uzależniona jest do warunków ogrzewania i rodzaju medium ogrzewczego. Najwyższą twardość, podobnie jak wytrzymałość na zgina-

Tabela 6

Wpływ rodzaju medium i warunków ogrzewania na twardość lignomeru z drewna olchowego i polistyrenu przy wilgotności $8 \pm 2\%$

Warunki ogrzewania	Rodzaj medium ogrzewczego	Zawartość polistyrenu %	Kierunek badania						
			wzdłużny		promieniowy		styczny		
			twardość wg Brinella						
			MPa	%	MPa	%	MPa	%	
348 K — 2h	glikol								
358 K — 2h	etylenowy	103	113,7	300	80,4	432	76,2	462	
368 K — 4h	olej								
383 K — 2h	termol	102	106,8	280	80,4	432	72,4	440	
358 K — 2h	glikol								
368 K — 4h	etylenowy	101	106,8	280	76,2	410	72,4	440	
383 K — 2h	olej								
	termol	99	100,7	264	72,4	390	72,4	440	
368 K — 4h	glikol								
383 K — 2h	etylenowy	98	84,9	222	65,5	352	62,4	378	
	olej								
	termol	97	89,7	236	68,8	370	68,8	418	
Olcha naturalna		9	38,1	100	18,6	100	16,5	100	

nie statyczne, wykazał lignomer uzyskany w przypadku ogrzewania w glikolu etylenowym i według pierwszego wariantu warunków ogrzewania. Najniższą twardość miał lignomer ogrzewany według wariantu trzeciego. Szczególnie duży wzrost twardości wykazał lignomer podczas badania twardości w kierunku prostopadłym do przebiegu włókien tj. w kierunku promieniowym i stycznym, w którym to kierunku twardość drewna naturalnego — jak wiadomo — jest bardzo niska. W kierunku wzdłużnym twardość lignomeru w porównaniu z drewnem wzrosła 2-3 krotnie, natomiast w kierunku poprzecznym 3-4 krotnie.

Dane dotyczące wpływu zawartości polistyrenu w lignomerze na twardość przedstawiono w tabeli 7, z której wynika, że wzrost twardości w kierunku prostopadłym do przebiegu włókien, przypadający na 1% zawartości polistyrenu wynosił od 2,57 do 3,51%, natomiast w kierunku wzdłużnym wskaźnik ten kształtował się od 1,25 do 1,94%.

Z badań przeprowadzonych na lignomerze z drewna olchowego i po-

Tabela 7

Wzrost twardości lignomeru przyporządkowany 1% zawartości polistyrenu

Warunki ogrzewania	Rodzaj medium ogrzewczego	Zawartość polistyrenu %	Kierunek badania						
			wzdłużny		promieniowy		styczny		
			wzrost przypadający na 1% zawartości polistyrenu						
			MPa	%	MPa	%	MPa	%	
2h — 348 K	glikol								
2h — 358 K	etylenowy	103	0,75	1,94	0,62	3,22	0,58	3,51	
4h — 368 K	olej								
2h — 383 K	termol	102	0,67	1,76	0,61	3,25	0,55	3,33	
2h — 358 K	glikol								
4h — 368 K	etylenowy	101	0,68	1,76	0,57	3,07	0,60	3,37	
2h — 383 K	olej								
	termol	99	0,63	1,66	0,54	2,93	0,70	3,43	
4h — 368 K	glikol								
2h — 383 K	etylenowy	98	0,48	1,25	0,48	2,57	0,47	2,84	
	olej								
	termol	87	0,53	1,40	0,52	2,78	0,54	3,28	

listyrenu wynika, że najbardziej optymalnym sposobem obróbki termicznej, przy zachowaniu wysokich właściwości wytrzymałościowych, jest drugi wariant ogrzewania, a mianowicie: 2h — 358 K + 4h — 368 K + 2h — 383 K. W związku z tym, przeprowadzono badania przy użyciu drewna bukowego i sosnowego bielastego, przy zastosowaniu tychże warunków obróbki termicznej.

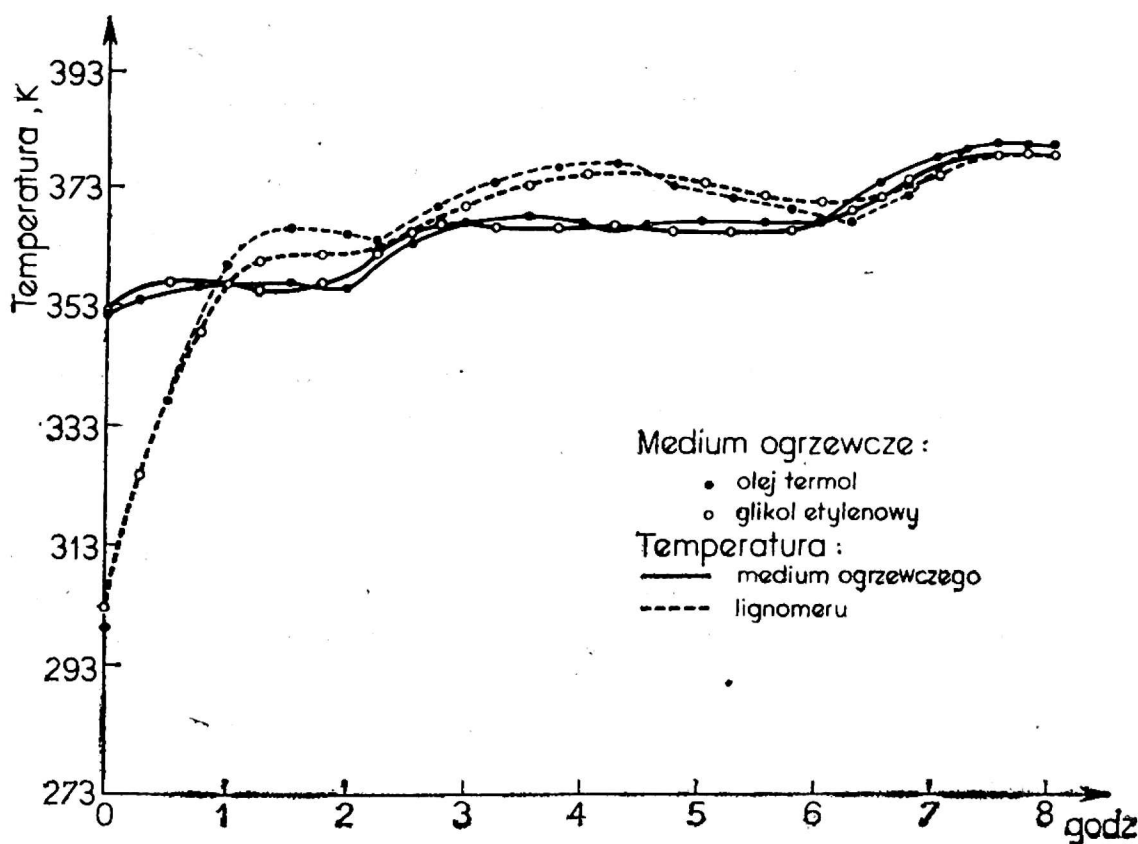
WPLYW RODZAJU DREWNA I MEDIUM OGRZEWCZEGO
NA EFEKT EGZOTERMICZNY PODCZAS POLIMERYZACJI STYRENU

Wyniki badań zobrazowano na rysunku 2, 4 i 5 i w tabeli 8, z których wynika, że temperatura efektu egzotermicznego jest uzależniona od rodzaju drewna. Najwyższe piki temperatury (393 K) uzyskano w drewnie olchowym, a nieco niższe w bielastym drewnie sosnowym. W drewnie bukowym wystąpiły najniższe piki temperatury i to zarówno podczas ogrzewania w glikolu etylenowym jak i też w oleju termol--190 (378 K). Spowodowane to było najmniejszą zawartością monomeru styrenu w drewnie bukowym. Temperatura piku reakcji egzotermicznej jest uzależniona przede wszystkim od ilości styrenu znajdującego się w drewnie. Temperatura szczytowa reakcji egzotermicznej w drewnie bukowym wystąpiła najpóźniej, co świadczy o powolnym procesie polimeryzacji styrenu.

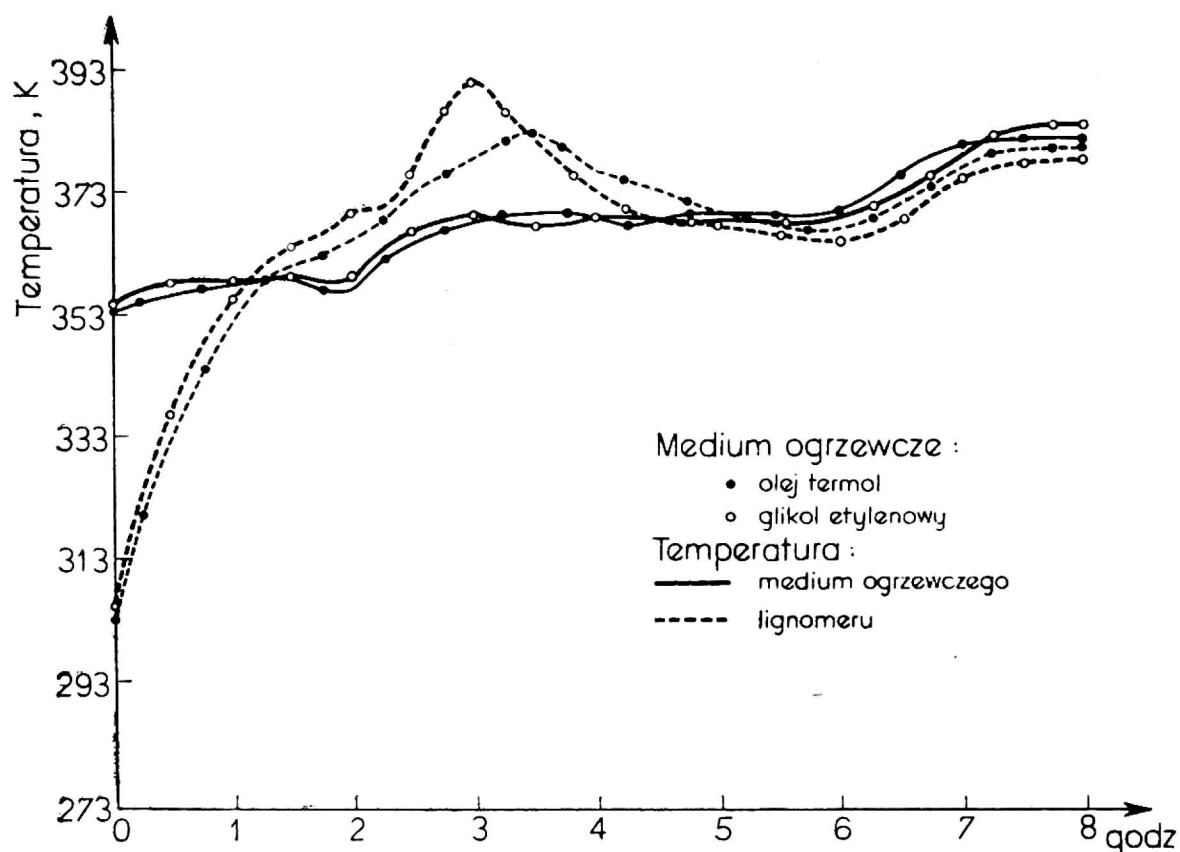
Tabela 8

Wpływ rodzaju i medium ogrzewczego na efekt egzotermiczny występujący podczas polimeryzacji styrenu przy użyciu 0,9 WNK + 0,6 TR w następstwie ogrzewania:
2h — 358 K + 4h — 368 K + 2h — 383 K

Rodzaj drewna	Rodzaj medium ogrzewczego	Zawartość styrenu %	Temperatura maksymalna K	Czas osiągnięcia maksymalnej temperatury min	Różnica między temperaturą medium a maksymalną temperaturą próbki K
Buk	glikol etylowy	75	378	255	283
	olej termol	75	378	552	283
Olcha	glikol etylowy	107	393	210	298
	olej termol	107	385	240	290
Sosna biel	glikol etylowy	98	391	180	296
	olej termol	97	383	210	288



Rys. 4. Wpływ rodzaju medium ogrzewczego na przebieg temperatury wewnątrz drewna bukowego nasyconego styrenem w następstwie ogrzewania: 2h — 358 K + 4h — 368 K + 2h — 383 K



Rys. 5. Wpływ rodzaju medium ogrzewczego na przebieg temperatury wewnątrz bielastego drewna sosnowego nasyconego styrenem w następstwie ogrzewania: 2h — 358 K + 4h — 368 K + 2h — 383 K

WPŁYW RODZAJU DREWNA I MEDIUM OGRZEWczego
NA STOPIEŃ PRZEMIANY STYRENU W POLISTYREN

Na podstawie wyników zestawionych w tabeli 9 można stwierdzić, że rodzaj drewna i medium ogrzewczego nie ma żadnego wpływu na stopień

Tabela 9

Wpływ rodzaju drewna i środowiska ogrzewczego na stopień przemiany styrenu w polistyren w następstwie ogrzewania: 2h — 358 K + 4h — 368 K + 4h — 368 K + 2h — 383 K

Rodzaj drewna	Rodzaj medium ogrzewczego	Zawartość monomeru styrenu w drewnie	Zawartość polistyrenu w lignonomerze	Stopień przemiany styrenu w polistyren
		%	%	%
Olcha	glikol etylowy	107	101	94
	olej termol	107	99	93
Buk	glikol etylowy	75	71	94
	olej termol	75	70	93
Sosna biel	glikol etylowy	98	92	94
	olej termol	97	90	93

przemiany styrenu w polistyren. Przy wszystkich trzech rodzajach drewna stwierdzamy w zasadzie jednakowy stopień przemiany styrenu w polistyren. Pomimo różnej zawartości monomeru styrenu w drewnie, stopień przemiany styrenu w polistyren był we wszystkich trzech rodzajach drewna jednakowo wysoki, na skutek nieznacznych strat monomeru podczas procesu obróbki termicznej.

WPLYW RODZAJU DREWNA I MEDIUM OGRZEWczego
NA GĘSTOŚĆ LIGNOMERU

Z tabeli 10 wynika, że największy wzrost gęstości wykazał lignomer z drewna olchowego i sosnowego bielastego w następstwie dużej zawartości polistyrenu. Wzrost ten wynosił ok. 120⁰%, natomiast dla lignomeru

Tabela 10

Wpływ rodzaju drewna i medium ogrzewczego na gęstość lignomeru w następstwie ogrzewania parametrów: 2h — 358 K + 4h — 368 K + 383 K — 2h

Rodzaj materiału	Rodzaj medium ogrzewczego	Zawartość polistyrenu %	Próby wycięte z warstwy			
			zewewnętrznej		środkowej	
			gęstość			
			kg/m ³	%	kg/m ³	%
Lignomer bukowy	glikol					
	etylenowy	71	930	137	950	140
	olej termol	70	870	128	890	131
Lignomer olchowy	glikol					
	etylenowy	101	1130	226	1170	234
	olej termol	99	1080	216	1100	220
Lignomer sosnowy	glikol					
	etylenowy	92	1100	224	1120	228
	olej termol	90	1030	210	1060	216
Buk naturalny		0			680 kg/m ³	
Olcha naturalna		0			500 kg/m ³	
Sosna naturalna		0			490 kg/m ³	

z drewna bukowego tylko około 30⁰% w stosunku do gęstości naturalnego drewna bukowego (było to spowodowane małą zawartością polistyrenu). Drewno bukowe charakteryzuje się dużą gęstością, co ograniczyło stopień jego nasycania monomerem styrenu. Wpływ rodzaju medium ogrzewczego na gęstość lignomeru jest nieznaczny, nieco wyższą gęstość wykazał lignomer otrzymany podczas ogrzewania w glikolu etylenowym. Ponadto próbki lignomeru wycięte z warstwy środkowej wykazują nieco większą gęstość niż próbki wyrobione z warstwy zewnętrznej. Wyjaśnić to można

tym, że podczas procesu polimeryzacji styrenu — jak już wspomniano — nastąpił minimalny ubytek z drewna monomeru, co obniżyło gęstość lignomeru w warstwach zewnętrznych próbek.

WPLYW RODZAJU DREWNA I MEDIUM OGRZEWYCZEGO
NA WYTRZYMAŁOŚĆ NA ZGINANIE STATYCZNE LIGNOMERU

Wytrzymałość lignomeru na zginanie statyczne (w zależności od rodzaju drewna i medium ogrzewczego) obrazują liczby zestawione w tabeli 11.

Tabela 11

Wpływ rodzaju drewna i środowiska ogrzewczego na wytrzymałość na zginanie statyczne drewna zmodyfikowanego polistyrenem w następstwie ogrzewania: 2h — 358 K + 4h — 368 K + 2h — 383 K

Rodzaj materiału	Rodzaj medium ogrzewczego	Zawartość polistyrenu %	Próbki wycięte z warstwy	Wilgotność próbek w chwili badania							
				8±2%				30%			
				M	±δ	V		M	±δ	V	
MPa	%	MPa	%	MPa	%	MPa	%	MPa	%		
Lignomer bukowy	glikol	71	zewnątrznej	147,0	152	2,15	1,5	72,0	168	3,56	5,0
	etylenowy		środkowej	155,0	160	1,90	1,3	79,0	184	3,92	5,0
	olej	70	zewnątrznej	137,0	141	2,84	2,0	64,0	149	4,18	6,5
	termol		środkowej	146,0	151	2,98	2,0	70,0	163	3,50	5,0
Lignomer olchowy	glikol	101	zewnątrznej	138,0	203	4,28	3,1	113,0	377	4,03	3,5
	etylenowy		środkowej	147,0	218	2,89	2,0	119,0	396	2,75	3,4
	olej	99	zewnątrznej	123,0	181	4,89	3,2	109,0	363	2,65	2,5
	termol		środkowej	102,0	194	4,15	3,2	114,0	380	3,82	2,3
Lignomer sosnowy	glikol	92	zewnątrznej	109,0	156	3,40	3,1	60,0	182	3,42	5,7
	etylenowy		środkowej	118,0	168	3,56	3,0	67,0	197	2,91	4,4
	olej	90	zewnątrznej	100,0	143	3,32	3,3	51,0	150	2,99	5,9
	termol		środkowej	109,0	156	3,08	4,8	58,0	170	3,01	5,3
Buk naturalny		0	—	97,0	100	4,22	4,3	43,0	100	2,36	5,5
Olcha naturalna		0	—	68,0	100	5,13	7,5	30,0	100	2,87	9,6
Sosna naturalna		0	—	70,0	100	3,42	4,9	34,0	100	2,22	6,6

M — wartość średnia z 30 powtórzeń, σ — odchylenie standardowe, V — współczynnik zmienności.

Wytrzymałość na zginanie statyczne lignomeru jest dużo większa od tejże wytrzymałości drewna naturalnego. Na przykład lignomer z drewna olchowego miał 2-krotnie wyższą wytrzymałość na zginanie statyczne, natomiast lignomer z drewna bukowego tylko — 50%. Wynika z tego, że

im mniejszą gęstość wykazuje drewno w stanie naturalnym, tym większy wzrost wytrzymałości wykazuje po modyfikacji monomerami, ze względu na większą zawartość polimeru.

Lignomer uzyskany ze wszystkich 3 rodzajów drewna miał wyższą wytrzymałość na zginanie statyczne, wówczas, kiedy był ogrzewany w glikolu etylenowym.

Wytrzymałość na zginanie statyczne lignomeru badanego w stanie maksymalnego spęcznienia w odniesieniu do drewna naturalnego przedstawia się jeszcze korzystniej. Największy wzrost wytrzymałości w stanie mokrym (około 280%) wykazuje lignomer z drewna olchowego, a najniższy lignomer z drewna bukowego oraz lignomer z drewna sosnowego (około 70%).

Mniejszą poprawę wytrzymałości lignomeru z drewna sosnowego, przy podobnej zawartości polistyrenu, jak w lignomerze z drewna olchowego, można wytłumaczyć tym, że drewno sosnowe zawiera żywice, które utrudniają proces szczepienia polistyrenu na substancji drzewnej.

Tabela 12

Wzrost wytrzymałości lignomeru na zginanie statyczne przyporządkowany 1% zawartości polistyrenu

Rodzaj materiału	Rodzaj medium ogrzewczego	Zawartość polistyrenu %	Stan próbek w chwili badania			
			8±2%		30%	
			wzrost przypadający na 1% zawartości polistyrenu			
			MPa	%	MPa	%
Lignomer bukowy	glikol					
	etylenowy	71	0,76	0,78	0,46	1,07
	olej termol	70	0,62	0,65	0,34	0,80
Lignomer olchowy	glikol					
	etylenowy	101	0,74	1,10	0,85	2,80
	olej termol	99	0,60	0,89	0,82	2,80
Lignomer sosnowy	glikol					
	etylenowy	92	0,47	0,68	0,32	0,98
	olej termol	90	0,39	0,56	0,23	0,67

Z tabeli 12 wynika, że wytrzymałość lignomeru na zginanie statyczne przyporządkowana 1% zawartości polistyrenu jest najwyższa dla lignomeru z drewna olchowego, badanego w stanie mokrym (0,82 do 0,85 MPa), a najniższa dla lignomeru z drewna sosnowego — od 0,23 do 0,38 MPa. Zależność ta kształtowała się podobnie dla lignomeru badanego w stanie suchym z tym, że dla lignomeru z drewna olchowego wynosiła od 0,60 do 0,74 MPa, a dla lignomeru z drewna sosnowego tylko 0,39 do 0,47 MPa.

WPŁYW RODZAJU DREWNA I MEDIUM OGRZEWczego
NA TWARDOŚĆ LIGNOMERU

Wpływ ten obrazują dane zestawione w tabeli 13. Największy wzrost twardości w stosunku do drewna naturalnego wykazał lignomer z drewna olchowego, które charakteryzuje się bardzo niską twardością.

Tabela 13

Wpływ rodzaju drewna i medium ogrzewczego na twardość lignomeru

Rodzaj materiału	Rodzaj medium ogrzewczego	Zawartość polistyrenu %	Kierunek obciążenia						
			wzdłużny		promieniowy		styczny		
			twardość wg Brinella						
			MPa	%	MPa	%	MPa	%	
Lignomer bukowy	glikol								
	etylenowy	71	113,7	177	95,0	237	89,7	234	
	olej termol	70	106,8	166	89,7	224	84,9	223	
Lignomer olchowy	glikol								
	etylenowy	101	106,8	280	76,2	410	72,4	440	
	olej termol	99	100,7	264	72,4	390	72,4	440	
Lignomer sosnowy	glikol								
	etylenowy	92	100,7	279	59,5	374	56,8	372	
	olej termol	90	95,0	262	54,4	342	54,4	356	
Buk naturalny		0	64,6	100	40,2	100	38,1	100	
Olcha naturalna		0	38,1	100	18,6	100	16,5	100	
Sosna naturalna		0	36,2	100	15,9	100	15,3	100	

Tabela 14

Wpływ zwiększania się zawartości polistyrenu o 1% na wzrost twardości zmodyfikowanego drewna olchowego, bukowego i sosnowego-bielastego

Rodzaj materiału	Rodzaj medium ogrzewczego	Zawartość polistyrenu %	Kierunek obciążenia						
			wzdłużny		promieniowy		styczny		
			wzrost przypadający na 1% polistyrenu						
			MPa	%	MPa	%	MPa	%	
Lignomer bukowy	glikol								
	etylenowy	71	0,69	1,08	0,77	1,95	0,73	1,89	
	olej termol	70	0,62	0,94	0,70	1,77	0,67	1,75	
Lignomer olchowy	glikol								
	etylenowy	101	0,68	1,78	0,57	3,07	0,60	3,37	
	olej termol	99	0,63	1,66	0,54	2,93	0,70	3,43	
Lignomer sosnowy	glikol								
	etylenowy	92	0,70	1,95	0,48	2,98	0,45	2,96	
	olej termol	90	0,66	1,80	0,43	2,70	0,43	2,84	

W celu ustalenia wpływu zawartości polistyrenu w lignomerze na twardość obliczono dane zestawione w tabeli 14. Z tabeli tej wynika, że wzrost twardości przyporządkowany 1% zawartości polistyrenu jest najwyższy dla lignomeru otrzymanego w wyniku ogrzewania w glikolu etylenowym.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonej analizy badań można sformułować następujące wnioski.

1. Zastosowanie w procesie polimeryzacji styrenu w drewnie jako medium ogrzewczego glikolu etylenowego powoduje wcześniejsze wystąpienie i to wyższego piku temperatury reakcji egzotermicznej niż w przypadku stosowania oleju termol-190.

2. Stosowanie od samego początku procesu polimeryzacji styrenu w drewnie medium ogrzewczego o temp. 368 K należy uznać za niewskazane ze względu na zbyt wczesne wystąpienie wysokiego piku temperatury reakcji egzotermicznej, co zmniejsza gęstość lignomeru.

3. Należy uznać za uzasadnione stosowanie na początku procesu obróbki termicznej medium ogrzewczego o temp. 358 K, a dopiero po 2-godzinnym okresie obróbki należy podwyższyć temperaturę medium ogrzewczego do 368 K i zakończyć proces polimeryzacji przy temperaturze 383 K.

4. Ogrzewanie drewna nasyconego styrenem w glikolu etylenowym pozwala na otrzymanie lignomeru o wyższej gęstości i wyższej wytrzymałości niż w przypadku ogrzewania w oleju termol-190.

5. Do produkcji lignomeru predysponowane są te rodzaje drewna liściastego, które charakteryzują się najmniejszą gęstością i są łatwo nasycalne.

6. Drewno sosnowe należy uznać za mniej przydatne do produkcji lignomeru ze względu na fakt, że przy tej samej zawartości polistyrenu występuje mniejsza poprawa właściwości na zginanie statyczne i twardości niż w drewnie gatunków liściastych o podobnej gęstości.

LITERATURA

1. Helińska-Raczkowska L., Ławniczak M., Raczkowski J.: Wpływ rodzaju i stężenia inicjatora polimeryzacji wprowadzonych do drewna monomerów winylo- wych na niektóre właściwości układu drewno-polimer. PTPN. Pr. Komis. Technol. Drewna. Poznań 1973. t. III, z. 4, 65-105
2. Ławniczak M.: Sposób polimeryzacji monomerów w drewnie. Opis patentowy wynalazku nr 67769

3. Ławniczak M.: Modyfikacja drewna, właściwości i zastosowanie. Przem. drzew. 1971, nr 7, 4-7
4. Ławniczak M.: Modifikácia dreva winylovými monomérami postupom termickej polymerizácie. Drevo 1971, nr 11, 321-324
5. Ławniczak M.: Wpływ rodzaju monometru winylowego spolimeryzowanego termicznie w drewnie na niektóre jego właściwości fizyczne. Fol. for. pol., 1971, ser. B, nr 10, 55-72
6. Ławniczak M.: Effect of temperature on some rheologica properties om modified beech wood. Holzforschung und Holzverwertung, 1971, nr 6, 107-110
7. Ławniczak M.: Wlijanie termiczeskoj polimerizacji monomerów metylmetakrylata i styrola w driewiesno-strużecznoj plitie na jej swojstwa. Mechaniczeskaja Obrabotka Driewiesiny 1971, nr 15, 17-19
8. Ławniczak M.: Zur Modifizierung von Holz durch thermische Polymerisation von Vinylmonomeren. Holzforschung und Holzverwertung, 1972, nr 3, 51-55
9. Ławniczak M.: Modyfikacja tarcicy i elementów przeznaczeniowych monomerami i prepolimerami na drodze polimeryzacji termicznej. Prace Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Przemysłu Drzewnego. Poznań 1974, 15, 519
10. Ławniczak M.: Sposób modyfikacji drewna monomerami na drodze polimeryzacji termicznej. AR Poznań 1974, 1-26
11. Ławniczak M.: Nečim modifikacije dreva monomérami putem termička polimerizacije izrade u Poljskoj. Drevna Industrija 1974, nr 3-4, 55-59
12. Ławniczak M.: Wpływ modyfikacji drewna polistyrenem na niektóre właściwości podczas ściskania w poprzek włókien. PTPN. Wydział Nauk Technicznych. Pr. Komis. Technol. Drewna 1975, t. 5, 3-16
13. Ławniczak M.: Polskij mjetod polimierzacji monomerów w drzewjesinie Mjechaniczeskaja technologia drevjesiny, Mińsk, Wyszjajsza Szkoła 1977, 104-109
14. Ławniczak M.: Einfluss von Erwärmungstempertur Art und Konzentration des Reaktionsinitiators auf dir Eigenschaften von Polymerholz. Holz als Roh u. Werkstoff 33, 1975, 222-230, 6
15. Ławniczak M.: Der Einfluss einiger Initiatoren auf die thermische Aushartung von Polymerholz. Holztechnologie 17, 1976, 2, 82-88
16. Ławniczak M.: Badania zmierzające do opracowania technologii modyfikacji drewna monomerami na drodze polimeryzacji termicznej. PTPN. Wydz. Nauk Technicznych Pr. Komis. Technol. Drewna, t. 6, 1976, 49-77
17. Ławniczak M.: Naczińa za proizvodstvo i obłacti na izpolzowanje na lignomera w Polsce. Drwoobrabotawaszczu i mebelna promiszlenost 1976, 9, 262-265.
18. Ławniczak M.: Produkcje i właściwości lignomeru. Materiały sympozjum na temat produkcji i kierunków zastosowania lignomeru. Laski, 23.11.1976, 1-17
19. Ławniczak M.: Proizvodstvo i ispolzowanije modifitsirowannej driewiesiny w Polsce. Dieriewoobraboty wajuszczaja promyszlenost 1977, 7, 29-31
20. Ławniczak M.: Produkcja, właściwości i możliwości zastosowania lignomeru. Przem. drzew. 1977, 5, 21-24

М. Лавничак

ВЛИЯНИЕ ВИДА НАГРЕВАТЕЛЬНОГО АГЕНТА И УСЛОВИЙ
ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОЦЕСС ПОЛИМЕРИЗАЦИИ СТИРОЛА
В ДРЕВЕСИНЕ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ЛИГНОМЕРА

Резюме

Соответствующие исследования показали, что в процессе термической обработки древесины пропитанной стиролом можно использовать масло термоль 190 и регенерированный этиленовый гликоль. Процесс термической обработки указанными нагревательными жидкостями следует проводить таким образом, чтобы после 2-часового нагрева температура нагревательного агента достигала 368 К, а после появления пика экзотермической реакции полимеризации стирола температуру нагревательного агента следует повысить до 383 К. Для производства лигномера наиболее пригодны такие виды лиственной древесины, которые характеризуются малой плотностью и даются легко пропитаться. Сосновую древесину следует считать менее пригодной для производства лигномера ввиду ограниченной способности к пропитке стиролом ядровой древесины, а также ввиду меньшей степени улучшения свойств прочности соснового лигномера в сравнении с прочностью лигномера из ольхогой древесины.

M. Ławniczak

EFFECT OF THE HEATING MEDIUM AND THERMIC TREATMENT
CONDITIONS ON THE STYRENE POLYMERIZATION PROCESS
IN WOOD AND SOME PROPERTIES OF LIGNOMER

Summary

The respective investigations have proved that in the thermic treatment process of wood saturated with styrene, the termol 190 oil and regenerated etylene glycol can be applied. The thermic process of treatment with the above heating fluids should be carried out in such a way that after the two-hour heating period the temperature of the heating medium should reach 368 K and after the occurrence of the styrene exothermic polymerization reaction peak the temperature of the heating medium should be raised up to 383 K. For the lignomer production such hardwood kinds are most suitable, which are characterized by a low density and are readily impregnable. Pine wood is less suitable for the lignomer production due to a reduced impregnability of hardwood with styrene as well as due to a less improvement degree of the durability properties of pine lignomer in relation to that of the lignomer of alder wood.