

ANALIZA WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI DREWNA ZMODYFIKOWANEGO POLISTYRENEM JAKO MATERIAŁU DO BUDOWY PODŁÓG WAGONÓW TOWAROWYCH

Henryk Widlak, Tadeusz Walentynowicz

Instytut Mechanicznej Technologii Drewna AR w Poznaniu

WPROWADZENIE

Opracowanie i zastosowanie w ostatnich latach technologii przemysłowego wytwarzania drewna zmodyfikowanego polistyrenem stwarza realną możliwość wykorzystania tego tworzywa niezależnie od wielkości potrzeb, a zatem również w produkcji taboru kolejowego, głównie do budowy podłóg w wagonach towarowych. Przydatność do tego celu drewna zmodyfikowanego polistyrenem przewidywano we wcześniejszych opracowaniach [3, 4, 6, 7], przy czym działania zmierzające do zastosowania nowego tworzywa na podłogi wagonów towarowych podjęto w Instytucie Mechanicznej Technologii Drewna AR w Poznaniu już na początku lat siedemdziesiątych.

Wyniki dotychczasowych doświadczeń Instytutu z drewnem zmodyfikowanym zastosowanym na podłogi wagonowe dały asumpt do podjęcia próby zanalizowania właściwości omawianego tworzywa z punktu widzenia jego przydatności do tego celu.

Podjęta analiza jest interesująca nie tylko ze względów praktycznych ale także poznawczych. Z naukowego punktu widzenia warunki użytkowania podłogi wagonu towarowego, zwłaszcza odkrytego, można określić jako równoczesne działanie na tę podłogę obciążeń mechanicznych i korozji atmosferycznej.

Zagadnienie to jest bardzo złożone w przypadku rozpatrywania podłogi wykonanej z drewna zarówno w jego naturalnej postaci jak też w postaci kompozytu drewno-polimer syntetyczny. W przypadku tym bowiem w rozważaniach konieczne jest uwzględnienie kompleksu zjawisk towarzyszących procesom sorpcji i desorpcji w warunkach, w których odkształcenia wilgotnościowe poszczególnych elementów podłogi są znacznie ograniczone wskutek trwałego zamocowania tych elementów. Złożo-

nym problemem jest również korozja atmosferyczna drewna zwłaszcza że w przypadku podłóg wagonowych występują liczne miejsca, w których jej mechanizm zmienia się wskutek oddziaływania na drewno rdzewiających łączników stalowych [8].

W świetle powyższych uwag nader interesujące staje się ustalenie oraz przeanalizowanie zmian właściwości użytkowych podłogi wagonowej, jakie wnosi użyte do jej wykonania drewno zmodyfikowane polistyrenem zamiast drewna naturalnego.

METODYKA

Zadanie sformułowane we wprowadzeniu, stanowiące cel niniejszego opracowania, zdecydowano się wykonać w oparciu o wyniki badań wybranych właściwości fizycznych i mechanicznych próbnej partii drewna zmodyfikowanego polistyrenem oraz naturalnego użytkowanego pewien określony czas jako podłoga wagonu towarowego. Materiał badawczy stanowiły więc bale z drewna sosny zmodyfikowanego polistyrenem według metody opracowanej przez Ławniczaka [5] oraz bale drewna sosnowego naturalnego, wymontowane z podłóg dwóch wagonów-platform typu 412Z po ich 2-letniej eksploatacji. Z każdej platformy pobrano do badań 4 bale w tym 2 spośród bali z drewna zmodyfikowanego stanowiących połowę podłogi i 2 spośród bali z drewna naturalnego, z których wykonana była druga połowa podłogi wagonu. Bale te poddano sezonowaniu w powietrzu o temperaturze 293-303 K i wilgotności względnej $60 \pm 20\%$, a następnie pozyskano z nich próbki przeznaczone do ustalenia wytrzymałości na zginanie statyczne (zgodnie z PN — 68/D — 04103), wytrzymałości na ściskanie w poprzek włókien stycznie i promieniowo (zgodnie z PN — 63/D — 04117), twardość Brinella oraz nasiąkliwości w wodzie (zgodnie z PN — 59/D — 04119).

Właściwości mechaniczne obu badanych materiałów oznaczano na próbkach o wilgotności określonej w normach oraz na próbkach mokrych.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Wyniki badań właściwości mechanicznych drewna sosnowego zmodyfikowanego polistyrenem oraz drewna sosnowego naturalnego zestawiono w tabeli 1. W tabeli tej podano oprócz wartości bezwzględnych poszczególnych właściwości również wytrzymałość drewna zmodyfikowanego w procentach wytrzymałości drewna naturalnego oraz wartości średniego odchylenia standardowego (σ) i współczynnika zmienności (v).

Na podstawie danych zestawionych w tabeli 1 można stwierdzić, że zdecydowanie największa różnica między drewnem zmodyfikowanym

Tabela 1

Właściwości drewna sosnowego zmodyfikowanego polistyrenem i naturalnego — po 2-letnim użytkowaniu w podłodze wagonu

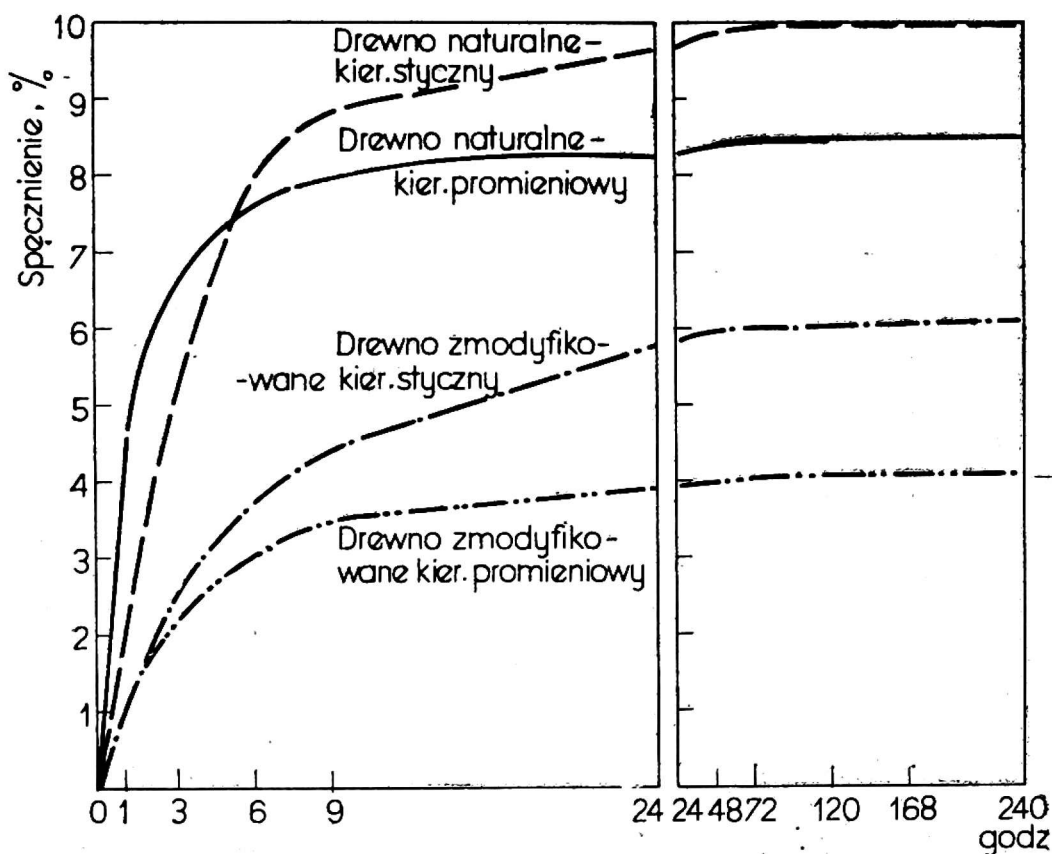
Rodzaj i symbol badanej właściwości	Jednostka miary	Drewno sosnowe naturalne		Drewno sosnowe zmodyfikowane polistyrenem		Stosunek właściwości drewna zmodyfikowanego do właściwości drewna naturalnego %			
		Wilgotność materiału w chwili badania właściwości							
		8—10%	nasyconego wodą	8—10%	nasyconego wodą	8—10%	nasyconego wodą		
Gęstość	kg/m ³	500	490	940	980	188	200		
Zginanie statyczne	R_g	MPa	121	56,2	152,0	91,3	126	163	
	$\pm\delta$	MPa	14	10,5	15,9	21,8	—	—	
	v	%	12	19	10	24	—	—	
Sciskanie	T	R_c	MPa	5,9	2,8	27,6	10,5	468	375
		$\pm\delta$	MPa	0,9	0,2	4,0	1,7	—	—
		v	%	16	7	14	17	—	—
	R	R_c	MPa	4,1	2,0	15,0	9,4	366	470
		$\pm\delta$	MPa	0,6	0,2	3,4	5,3	—	—
		v	%	15	9	23	56	—	—
Twardość	T	HB	MPa	25	8	36	35	145	446
		$\pm\delta$	MPa	6	1	2	5	—	—
		v	%	25	7	6	13	—	—
	R	HB	MPa	24	10	59	37	242	369
		$\pm\delta$	MPa	6	3	6	4	—	—
		v	%	9	34	25	10	—	—
L	HB	MPa	51	16	88	47	178	301	
	$\pm\delta$	MPa	4	1	23	4	—	—	
	v	%	8	6	26	9	—	—	

i naturalnym wystąpiła w przypadku wytrzymałości na ściskanie (R_c). Stwierdzono tutaj około 4-krotnie większą wytrzymałość drewna zmodyfikowanego w porównaniu z drewnem naturalnym i to w obu kierunkach — stycznym i promieniowym, a także zarówno w stanie mokrym jak i suchym obu porównywanych materiałów. Wyraźnie wyższa (1,5-2,0 razy) w porównaniu z drewnem naturalnym była również wytrzymałość na zginanie statyczne drewna zmodyfikowanego (R_g). Wynik ten

można uznać za potwierdzenie wartości uzyskanych przez Lewandowskiego [3], który ustalił, że drewno zmodyfikowane po 3-letniej eksploatacji w podłodze wagonu-węglarki cechowało się wyższą o 41-64% wytrzymałością na zginanie statyczne niż drewno naturalne.

Różnica między twardością badanych materiałów uwydatniła się szczególnie w stanie mokrym. Drewno zmodyfikowane polistyrenem wykazało w tym stanie 3,0-4,5-krotnie większą twardość niż drewno naturalne.

Wyniki badania pęcznienia w wodzie drewna zmodyfikowanego i naturalnego po ich 2-letnim użytkowaniu jako podłogi wagonu towarowego przedstawiono na rysunku 1. Krzywe ilustrujące przebieg obserwowanego zjawiska w czasie wykazują znacznie zwiększoną (ponad 2-krotnie) odporność drewna zmodyfikowanego na działanie wody w porównaniu z drewnem naturalnym.



Rys. 1. Kinetyka pęcznienia w wodzie o temperaturze 293 ± 2 K drewna sosny zmodyfikowanego polistyrenem i naturalnego po 2-letnim okresie użytkowania w postaci podłogi platform kolejowych

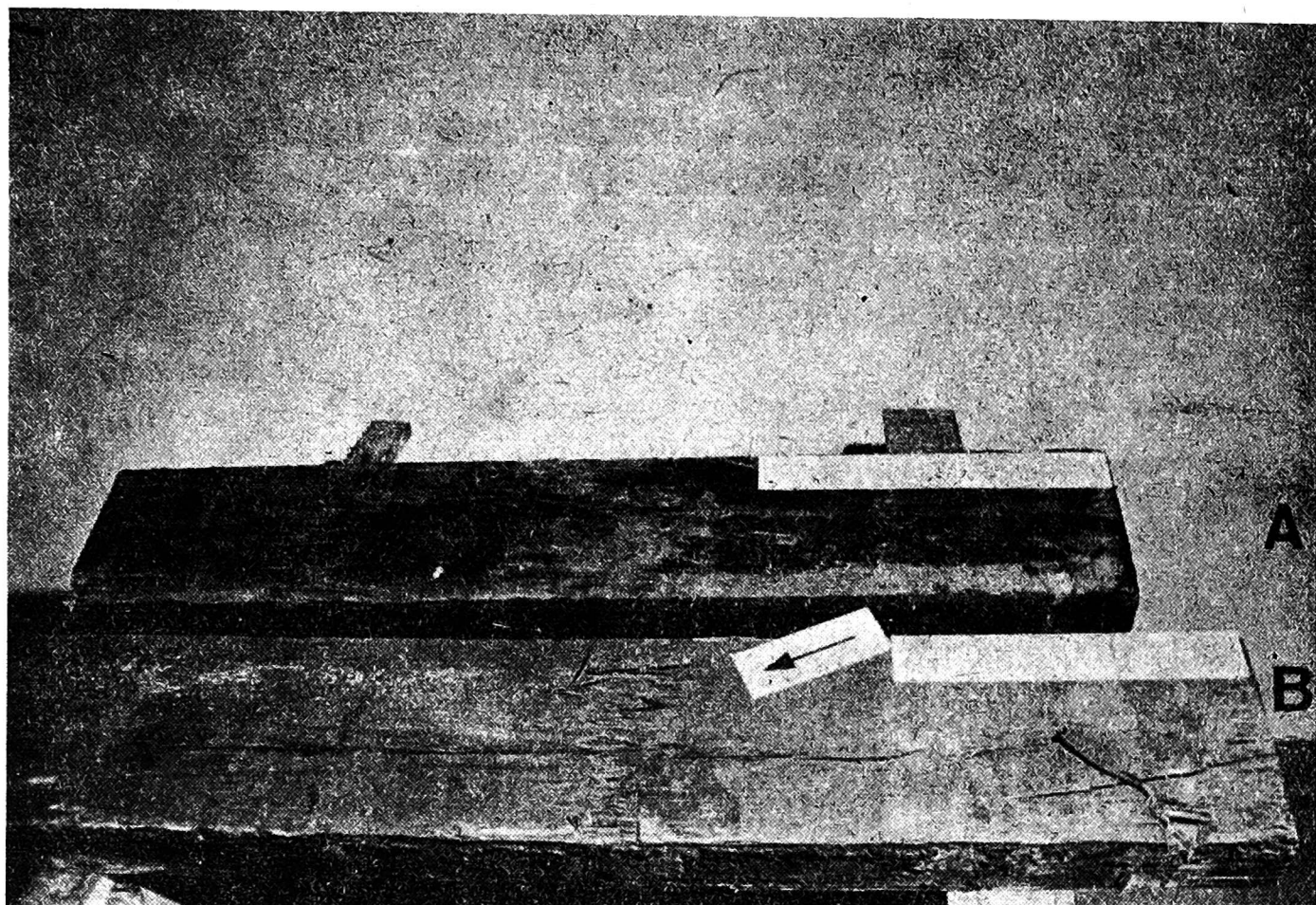
Przedstawione wyniki doświadczeń umożliwiają stwierdzenie, że 2-letnie użytkowanie bali z drewna sosnowego zmodyfikowanego polistyrenem oraz drewna sosnowego naturalnego jako elementów podłogi wagonowej nie zmieniło relacji między badanymi właściwościami obu materiałów, obserwowanej przy porównywaniu tych samych materiałów nieużytko-

wanych [7]. Warto nadmienić, że w warunkach starzenia przyśpieszonego, drewno bukowe i olchowe zmodyfikowane polistyrenem wykazało tendencję do zwiększonej o około 40% odporności na starzenie w porównaniu z drewnem naturalnym. Oba te spostrzeżenia sugerują, że w przypadku zastosowania na podłogi wagonowe drewna zmodyfikowanego polistyrenem istnieje uzasadniona możliwość znacznego zmniejszenia grubości tarcicy przeznaczonej do tego celu, w stosunku do grubości tarcicy używanej obecnie do budowy podłóg w wagonach towarowych. Należy zwrócić uwagę, że powyższa teza wynika z porównania właściwości mechanicznych drewna zmodyfikowanego i naturalnego oznaczonych na próbkach małych, bez wad, pozyskanych z bali podłogowych. Wydaje się, że porównanie takie nie odzwierciedla rzeczywistych walorów drewna zmodyfikowanego polistyrenem w konfrontacji z drewnem naturalnym z punktu widzenia omawianego zastosowania tych materiałów.

Specyfiką drewna jest jego podatność na zmiany warunków otoczenia przejawiająca się zwłaszcza w wahaniach jego wilgotności. Zmiany wilgotności drewna szczególnie silnie wpływają na jego właściwości użytkowe jako materiału konstrukcyjnego, gdy są znaczne i gdy rozpatrywany jest element o dużych rozmiarach przekroju poprzecznego. Występuje wówczas nakładanie się ujemnych wpływów kilku zjawisk powodujące osłabienie konstrukcji, a mianowicie działanie efektu skali (wielkości próbki) charakterystycznego dla materiałów kruchych poddanych zginaniu [1], występowanie naprężeń desorpcyjnych i często spowodowanych przez nie pęknięć, naprężenia sorpcyjne i towarzyszące im nierówności powierzchni drewna sprzyjające uszkodzeniom mechanicznym i w konsekwencji działanie karbu, a ponadto — w przypadku nawilżania podłogi, rozluźnienie struktury drewna i spotęgowany wzrost odkształceń trwałych powodowanych przez obciążenie.

Wydaje się oczywiste, że niszczące działanie wymienionych zjawisk będzie dostrzegalne przede wszystkim w skali całej rozpatrywanej konstrukcji jako skrócenie czasu jej użytkowania, spowodowane uszkodzeniami poszczególnych jej elementów. Potwierdzenie tej tezy mogą stanowić spostrzeżenia wynikające z oględzin podłóg wagonów, z których pobrano materiał do badań. Porównanie wyglądu podłogi wykonanej z drewna naturalnego częściowo ilustruje rysunek 2. Pęknięcia widoczne w sfotografowanym balu z drewna naturalnego występowały prawie we wszystkich balach z tego drewna, natomiast w balach z drewna zmodyfikowanego występowały one w pojedynczych balach przy czym wymiary tych pęknięć w obu porównywanych rodzajach bali w pełni ilustruje fotografia.

Oprócz pęknięć, na powierzchni bali z drewna naturalnego stwierdzono liczne przypadki uszkodzeń mechanicznych w postaci wgłębień



Rys. 2. Powierzchnia podłogi wagonu towarowego

A — bale z drewna zmodyfikowanego polistyrenem, B — bale z drewna naturalnego

i zdarcia przy czym tkanka drzewna w miejscach tych wykazywała wyraźne rozluźnienie charakterystyczne dla zgnilizny miękkiej. W balach z drewna zmodyfikowanego uszkodzeń tego rodzaju nie stwierdzono.

Godne odnotowania spostrzeżenie wynika z wizualnej oceny efektu rozlania wody na powierzchni podłogi wagonu. Stwierdzono, że woda rozlana na powierzchni bali z drewna zmodyfikowanego nie zwilżała tego tworzywa, podczas gdy woda rozlana na drewnie naturalnym intensywnie wniknęła w głąb tkanki.

W świetle przedstawionych powyżej rozważań, zwiększona odporność drewna zmodyfikowanego polistyrenem na działanie wody nabiera szczególnego znaczenia. Znaczenie tej odporności powiększa dodatkowo nieznaną dotychczas cecha omawianego tworzywa — niezmiernie korzystna z punktu widzenia jego zastosowania na podłogi wagonowe, ustalona niedawno przez Helińską-Raczkowską i Raczkowskiego [2]. Autorzy ci stwierdzili, że skurcz drewna bukowego zmodyfikowanego polistyrenem, cyklicznie nawilżanego i suszonego w warunkach całkowicie zahamowanego pęcznienia był o 55% mniejszy od skurczu drewna naturalnego poddanego tym samym zabiegom. Ta właściwość drewna zmodyfikowanego

eliminuje zatem możliwość wystąpienia szczelin w wykonanej z niego podłodze wagonu. Należy dodać, że zmniejszenie szczelności podłogi wagonu wpływa w określonych przypadkach nie tylko na przewożony ładunek ale także, jak np. przy przewożeniu siarki, na stan podwozia wagonu i stan nawierzchni kolejowej.

WNIOSKI

Wyniki wykonanych badań oraz przeprowadzone rozważania umożliwiają sformułowanie następujących wniosków.

1. Właściwości mechaniczne drewna sosnowego zmodyfikowanego polistyrenem użytkowanego 2 lata w podłodze wagonu-platformy są zdecydowanie wyższe niż z naturalnego drewna sosnowego użytkowanego w tych samych warunkach i w tym samym czasie. Wytrzymałość na ściskanie w poprzek włókien jest wyższa 4-krotnie, na zginanie statyczne 1,5-4,0-krotnie a twardość według Brinella jest wyższa 3,0-4,5-krotnie.

2. Drewno sosnowe zmodyfikowane polistyrenem użytkowane jak wyżej cechuje się zmniejszoną 2-krotnie nasiąkliwością i pęcznieniem w wodzie niż drewno sosnowe naturalne tak samo użytkowane.

3. Wyniki wykonanych badań potwierdzają zasadność założenia, że trwałość podłogi wagonów towarowych wykonanej z drewna zmodyfikowanego polistyrenem winna być minimum 2-krotnie większa niż trwałość podłogi wykonanej z drewna tego samego lecz w stanie naturalnym.

LITERATURA

1. Finnie J., Heller W. R.: Pełzanie materiałów konstrukcyjnych. WNT Warszawa
2. Helińska-Raczkowska L., Raczkowski J.: *Holzforschung u. Holzverw.* 29 (1977) 2
3. Lewandowski W.: Ekonomiczna efektywność zastosowania zmodyfikowanej tarcicy do budowy podłóg w wagonach towarowych i kontenerach. Rozprawa doktorska, Poznań, 1975
4. Lewandowski W., Paszkiewicz S.: *Prace ORED-u*, 1974, 15, 21-24
5. Ławniczak M.: Sposób polimeryzacji monomerów w drewnie. Patent PRL nr 81908
6. Ławniczak M.: *Przem. drzew.*, 1971, 7, 4 - 7
7. Ławniczak M.: Sposób polimeryzacji monomerów w drewnie. Wystawa „Szkoly Wyższe — Gospodarce Narodowej”. Katowice, 1975
8. Raczkowski J.: Odporność drewna zmodyfikowanego polistyrenem na korozję atmosferyczną w warunkach kontaktu z rdzewiejącym żelazem (maszynopis w ITD AR) Poznań, 1977
9. Raczkowski J., Raczkowska L., Marchwiak R., Myszka E.: Określenie odporności drewna zmodyfikowanego polistyrenem na starzenie w warunkach przyśpieszonych. Poznań 1977 (maszynopis w ITD AR) Poznań, 1977

T. Видлак, Т. Валентынович

АНАЛИЗ ВЫБРАННЫХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОЛИСТИРОЛОМ ДРЕВЕСИНЫ КАК МАТЕРИАЛА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОЛА ТОВАРНЫХ ВАГОНОВ

Резюме

В статье анализируются изменения полезных свойств вагонного пола после 2-летнего периода эксплуатации, построенного из натуральной сосновой древесины и древесины модифицированной полистиролом по методу разработанному в Институте механической технологии древесины.

На взятых из указанного материала образцах определяли прочность на статический изгиб, сжатие поперек волокон (тангентально и радиально), твердость Бринелла и водопоглощение.

Проведенные опыты показали, что модифицированная древесина после 2-летнего периода эксплуатации сохраняет свои решительно лучшие качества в сравнении с натуральной древесиной используемой в аналогичных условиях и в одинаковом времени. Прочность на статический изгиб 1,5—2,0 раза, а прочность на поперечное сжатие 4 раза выше. Твердость Бринелла повышается в 3,0—4,5 раза, набухание снижается по крайней мере двухкратно.

Проведенные опыты подтвердили предположение, что пол построенный из модифицированной древесины по крайней мере двухкратно прочнее, в связи с чем можно сократить толщину вагонного пола.

H. Widłak, T. Walentynowicz

ANALYSIS OF CHOSEN PROPERTIES OF WOOD MODIFIED WITH POLYSTYRENE AS A MATERIAL FOR BUILDING FLOORS OF FREIGHT CARS

Summary

Changes of useful properties of the freight car floor after the 2-year period of using, made from natural pine wood and from wood modified with polystyrene according to the method developed at the Institute of Mechanical Wood Technology, are analyzed in the paper.

On samples taken from the material mentioned the static bending strength, compression strength along fibres (tangential and radial), Brinell's hardness and water absorbability was determined.

The experiments have proved that the modified wood after the 2-year utilization period preserved its decidedly better properties as compared with the natural wood utilized under equal conditions and at the same time. The static bending strength was by 1.5-2.0 times and the cross compression strength by over 4 times higher. The Brinell's hardness increased by 3.0-4.5 times, swelling was at least twice less.

The experiments confirmed the assumption of at least 2 fold higher stability of the floor made from the wood modified with polystyrene and proved the possibility of reducing the freight car floor thickness.