

Lech Graj

BADANIA NAD POPRAWIENIEM WŁAŚCIWOŚCI SKLEJEK  
PRZEZ OBWARSTWIANIE ICH POWIERZCHNI ŻYWICĄ  
POLIESTROWĄ, ZBROJONĄ WŁOKNEM SZKLANYM

1. Wstęp

W okresie ostatnich 25 lat najbardziej rozwijającą się branżą w resorcie drzewnictwa jest przemysł materiałów płytowych, a wśród nich produkcja płyt wiórowych, płyt pilśniowych i sklejek. Materiały płytowe stały się nie tylko doskonałym substytutem tarcicy, ale często znacznie lepiej aniżeli materiały tarte zaspakajają one podstawowe potrzeby przemysłu meblarskiego, budownictwa, przemysłu ciężkiego, przemysłu maszynowego oraz wielu innych dziedzin gospodarki narodowej.

Szerokie możliwości zastosowania materiałów płytowych w różnych branżach wynikają przede wszystkim z wielowymiarowości tych materiałów, różnych możliwości ich uszlachetniania, impregnacji, kształtowania ich właściwości mechanicznych, uodparniania ich na działanie grzybów i ognia.

Ogólnie biorąc, materiałom płytowym z drewna, w odróżnieniu od tarcicy, można nadać znacznie więcej cech użytkowych, dzięki którym mogą one zaspokajać szerokie i zróżnicowane potrzeby odbiorców.

Szczególnie wartościowym materiałem płytowym nadającym się do wszelkiego rodzaju uszlachetniania powierzchni jest sklejka.

Do chwili obecnej w większości zastosowań używa się sklejki w jej naturalnym, surowym stanie, a jedynie tylko dla niektórych przypadków użytkowania stosuje się sklejki z tzw. „uszlachetnioną powierzchnią”.

Uszlachetnianiem płaszczyzn całych arkuszy sklejki względnie sklejkowych formatek przeznaczonych zajmują się ich producenci lub użytkownicy.

Dla producentów sklejki istnieją w zasadzie dwa znane sposoby uszlachetniania powierzchni, a mianowicie :

1. uszlachetnianie powierzchni sklejki w czasie klejenia /w jednym cyklu produkcyjnym/,
2. uszlachetnianie powierzchni sklejki po ich wyprodukowaniu /po sklejeniu/.

Zaś użytkownicy sklejki korzystają wyłącznie z drugiego sposobu uszlachetniania, tj. uszlachetniania płaszczyzn gotowych, już wyklejonych arkuszy sklejki.

Do uszlachetniania powierzchni sklejki w jednym cyklu produkcyjnym używa się przeważnie syntetyczne żywice klejowe, fenolowe lub fenolowo-formaldehydowe. Jednym z przedstawicieli typu sklejki o powierzchniach uszlachetnionych w jednym cyklu produkcyjnym może być tzw. „sklejka szalunkowa” do deskowań, produkowana już w kraju na potrzeby budownictwa.

Znacznie bardziej rozpowszechniony i szerzej stosowany jest drugi sposób uszlachetniania, tj. uszlachetnianie płaszczyzn gotowych już sklejki. Zabieg ten jest najczęściej stosowany już u użytkowników sklejki a tylko sporadycznie u ich producentów. Do materiałów uszlachetniających powierzchnie gotowych sklejki należą: lakiery, żywice syntetyczne /powłoki/ na nośnikach z papieru, folie i płyty z tworzyw sztucznych.

Do uszlachetniania powierzchni sklejki w sposób najprostszy

i powszechnie znany, tj. przez lakierowanie, używa się różnego rodzaju powłoki lakierowe.

Dla uzyskania uszlachetnionej powierzchni sklejek z widoczną fakturą drewna stosuje się lakiery bezbarwne, natomiast we wszystkich innych przypadkach można malowanym powierzchniom nadawać różne, dowolnie wybrane kolory. W praktyce do nakładania lakierów używa się najczęściej pistolety natryskowe lub mechaniczne polewarki a niekiedy nawet zwykłe pędzle.

Dla wszelkiego rodzaju suchych żywic syntetycznych na nośnikach z papieru są również znane i dla potrzeb praktycznych opracowane sposoby naprasowywania ich na płaszczyzny sklejek /6,7/.

Podobnie dla różnego rodzaju folii i płyt z tworzyw sztucznych, którymi okleja się drewnopochodne materiały płytowe lub lite drewno są wytypowane odpowiednie kleje i ustalone warunki sklejanania /1,5/.

Do najczęściej używanych tworzyw sztucznych należą: dekoracyjne płyty "Unilam", płyty epoksydowe, winileum, płyty PCW.

Zwłaszcza ostatnio do wykańczania wnętrza wagonów, autobusów czy statków używa się coraz częściej sklejkę względnie inne materiały płytowe oklejone płytą "Unilam".

Wszystkie wymienione metody uszlachetniania zmierzają do tego aby poprawić własności fizyczne sklejek, zwiększyć odporność ich płaszczyzn na działanie czynników atmosferycznych i częściowo mechanicznych oraz zastąpić fakturę naturalnego drewna niekiedy obciążonego różnymi wadami wrodzonymi lub produkcyjnymi. Wynika to również z dostępnej literatury, że stosowane materiały uszlachetniające łączą się dobrze ze swym podłożem, a kryjąc płaszczyzny sklejek czy innych materiałów płytowych poprawiają przede wszystkim wartość użytkową tych wyrobów oraz ich jakość i estetykę /6,7/.

Do wymienionych na wstępie dziedzin stosowania sklejek dochodzi zupełnie nowa dziedzina, a mianowicie zastosowanie skle-

jek w budowie kontenerów. Rozwój transportu kontenerowego zapoczątkowany w Stanach Zjednoczonych A.P. postępuje w chwili obecnej w bardzo szybkim tempie na całym świecie. Obserwacje poczynione przez amerykańskie przedsiębiorstwa transportowe na podstawie wieloletnich doświadczeń wykazały, że kontenery mające metalowe ściany są wielokrotnie bardziej narażone na uszkodzenia, a szczególnie na przedziurawienie, niż kontenery o ścianach wykonanych ze sklejki /2,4/. Stal jest materiałem odpowiednim tylko na ramę szkieletu kontenera, zapewniającym wymaganą sztywność i stabilność kształtu konstrukcji.

Na podstawie poczynionych obserwacji obliczono również jednostkowe koszty konserwacji, które dla kontenerów wykonanych ze sklejki są o około 60 % niższe od odpowiednich kosztów w odniesieniu do kontenerów wykonanych całkowicie z metalu. Podobnie jak w USA i Kanadzie, obecnie również w Europie, a zwłaszcza we Francji i Finlandii, Wielkiej Brytanii i RFN używa się w coraz szerszym zakresie sklejki do budowy kontenerów /3,4/. Dla przykładu warto wspomnieć, że w roku 1970 tak w USA jak i w Kanadzie około 30 % wyprodukowanych kontenerów miało ściany ze sklejki w stosunkowo lekkim obramowaniu metalowym.

Przyjmuje się, że trwałość kontenerów o ścianach wykonanych ze sklejki jest od 2 do 4 lat dłuższa w porównaniu z kontenerami o ścianach metalowych, których żywotność ocenia się na 4 lata /2,3/.

Kontenery wykonane ze sklejki nie ulegają tak częstym uszkodzeniom mechanicznym jak kontenery wykonane z metalu i nie podlegają korozji. Dla powiększenia naturalnych zalet płyt sklejkowych w zastosowaniu do budowy kontenerów prowadzi się różne prace badawcze przy czym na specjalną uwagę zasługują próby uszlachetniania zewnętrznych płaszczyzn sklejki przez ich obwarstwianie oprzędem z włókna szklanego w połączeniu z żywicami poliestrowymi. Jednakże technika produkcji takich płyt stanowi pil-

nie strzeżoną tajemnicę ich producentów.

Wprowadzenie systemu transportu kontenerowego w Polsce stwarza pilną konieczność uruchomienia krajowej produkcji kontenerów w oparciu o płyty sklejkowe, które ze względu na szereg wymienionych już specyficznych zalet wysuwają się na szczególnie uprzywilejowane miejsce w porównaniu z innymi materiałami. Ponieważ sklejki w połączeniu z tkaniną czy matą szklaną i żywicą poliestrową mogą być materiałem poszyciowym szczególnie predysponowanym do stosowania na wielkie płaszczyzny kontenerowe, podjęcie krajowych badań nad uszlachetnianiem sklejek tą metodą wydaje się najbardziej uzasadnione i potrzebne.

Pierwszą pracą badawczą nad poprawieniem niektórych właściwości sklejek przez obwarstwianie ich powierzchni warstwą żywicy poliestrowej zbrojonej włóknem szklanym, wykonał w Zakładzie Sklejek i Drewna Modyfikowanego Instytutu Technologii Drewna, autor niniejszego artykułu.

## 2. Cel badań

Kierując się rozważaniami opisanymi w rozdziale poprzednim podjęto badania, których bezpośrednim celem było opracowanie technologii uszlachetniania sklejek przez obwarstwianie włóknem szklanym w połączeniu z żywicą poliestrową.

Pośrednim zaś celem było zbadanie właściwości fizycznych i mechanicznych nowego tworzywa dla możliwości określenia dziedzin jego stosowania.



### 3. Opis wykonanych badań

Do badań przygotowano następujące materiały:

1. wodoodporną sklejkę w klasie BBB
  - iglastą /sosna/ o grub. 10, 12 i 18 mm
  - liściastą /egzot/ o grub. 10 mm

Wymienione sklejki do prób laboratoryjnych pocięto na formaty o wymiarach 500 x 500 mm.
2. poliestrowe żywice
  - Polimal 109
  - Polimal 140
  - Polimal 150
3. dodatkowe składniki do żywic
  - styren stabilizowany
  - pasta HCH /inicjator/
  - naftanian kobaltu /przyspieszczacz/
4. wyroby z włókna szklanego
  - matę EM 1002 o gramaturze 450 g/m<sup>2</sup>
  - tkaninę o gramaturze 450 g/m<sup>2</sup>
5. rozdzielacz alkoholowy /środek przeciwciepny/
6. blachy aluminiowe o grubości około 2 mm i wymiarach 520 x 520 mm

Konstrukcyjną żywicę bezbarwną do badań przygotowano według następującej receptury:

żywica Polimal 109	-	1000	cz. wag.
żywica Polimal 150	-	100	"
styren	-	100	"
pasta HCH	-	40	"
naftanian kobaltu	-	6	"

Żywicę żelkotową, kolorową przygotowano w sposób następujący:

żywica Polimal 140	-	1000	cz. wag.
żywica Polimal 150	-	100	"

styren	-	100	cz. wag.
pasta HCH	-	40	"
naftanian kobaltu	-	6	"
pasta barwiona /kolor/-	-	15	"

W przypadku jednostronnego obwarstwienia sklejek wykonywano w kolejności następujące czynności:

1. na oczyszczonej powierzchni sklejki o średniej wilgotności około 10 % nałożono cienką warstwę bezbarwnej żywicy konstrukcyjnej przy użyciu miękkiego wałka nasyczonego tą właśnie żywicą,
2. na warstwę żywicy nałożono matę lub tkaninę o gramaturze  $450 \text{ g/m}^2$ , przy czym w zależności od wariantu badań, zgodnie z założeniami metodycznymi nakładano 1, 3 lub 5 warstw. Przy nakładaniu włókien szklanych i żywicy przestrzegano zasadę, aby udział w laminacie maty szklanej wynosił około 30 %, natomiast tkaniny około 40 %,
3. na obwarstwowaną żywicą i włóknem szklanym powierzchnię sklejki nałożono aluminiową blachę o specjalnie przygotowanej powierzchni, a mianowicie:
  - a/ jedną powierzchnię blachy pokryto trzykrotnie przy użyciu miękkiej flaneli rozdzielaczem alkoholowym,
  - b/ na powierzchnię pokrytą warstwą rozdzielającą nałożono przy użyciu pędzla, równomiernie na całej płaszczyźnie warstwę żelkotu i odczekano do momentu jego zżelowania,
4. na cały zestaw wywierano minimalne ciśnienie nie przekraczające  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ .

Przy obwarstwieniu dwustronnym stroną drugą sklejki laminowano w sposób analogiczny do wyżej opisanego.

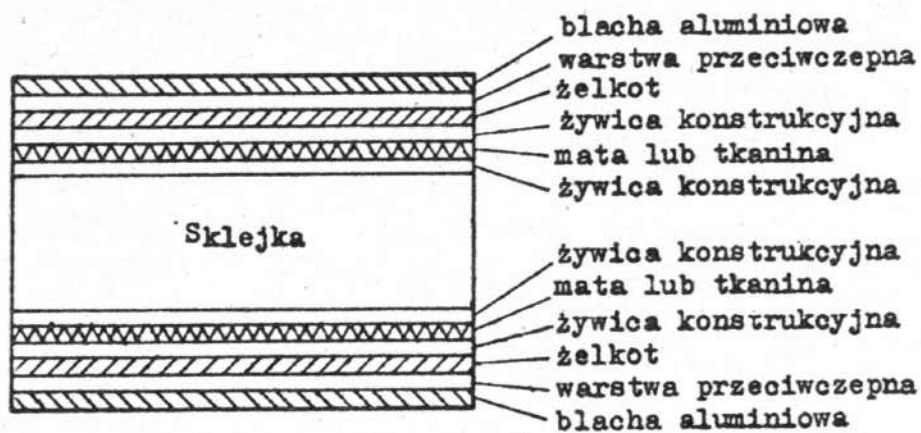
Sposób obwarstwienia tak jednostronnego jak i dwustronnego przedstawiono schematycznie na rys. 1.

Dla każdego wariantu badań, zgodnie z założeniami metodycznymi wykonano po 3 płyty obwarstwowanych sklejek o wymiarach

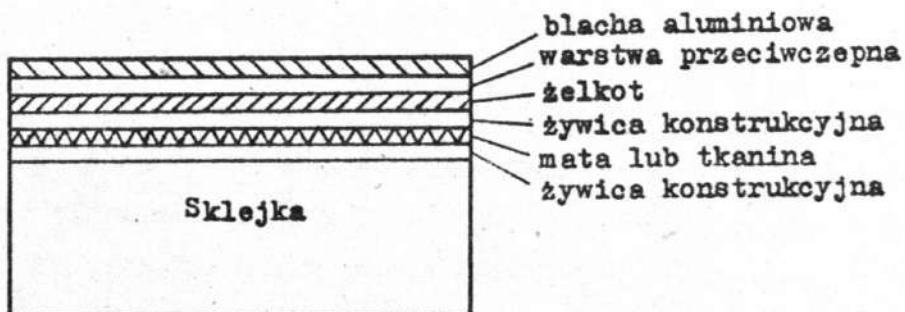
Rys.1.

Schemat obwarstwiania sklejki warstwą żywicy poliestrowej  
zbrojonej włóknem szklanym

A. Obwarstwianie dwustronne



B. Obwarstwianie jednostronne





500 x 500 mm. Jakość połączenia się warstwy laminatu z rdzenio-  
wą płytą sklejkową oznaczono na próbkach blokowych wykonanych  
zgodnie z normą PN - 65/D - 04217 a przewidzianych do oznaczenia  
wytrzymałości na ścinanie lignofolu i lignostonu z tym, że  
płaszczyzny ścinania w próbkach znajdowały się zawsze w linii  
łączenia laminatu ze sklejką. Wytrzymałość na ścinanie oznaczo-  
no w dwóch kierunkach, a mianowicie równoległe i prostopadle do  
włókien, zewnętrznej warstwy sklejki.

Twardość oznaczono metodą Brinella zgodnie z normą PN-67/D-  
04224 obowiązującą dla lignofolu i lignostonu przy użyciu kul-  
ki D-10 mm i nacisku P do 100 kG.

Gęstość płyt oznaczono zgodnie z normą PN-64/D-04210 przewi-  
dzianą do oznaczenia ciężaru właściwego lignofolu i lignostonu.

Nasiąkliwość badano na próbkach według normy PN-64/D-04213  
dla lignofolu i lignostonu z tym, że płaszczyzny boczne próbek  
zabezpieczono również przed działaniem wody.

Oznaczenie odporności płyt na przebicie wykonano na płytach  
obwarstwionych dwustronnie warstwą laminatu zbrojonego matą  
szklaną o następującej ilości warstw: 1, 3 i 5, według normy  
BN-71/710207 z tym, że z uwagi na grubość płyt zamiast kulki  
stalowej o masie 1,0 kg zastosowano głowicę o masie 4,5 kg.

Dla oznaczenia wytrzymałości na zginanie wykonano wstępne,  
orientacyjne próby, które wykazały co następuje:

1. próbki do oznaczania wytrzymałości na zginanie sklejek we-  
dług normy PN-67/D-04223 są dla tego typu płyt zbyt długie  
/L = 25 h/ i w większości przypadków ze względu na dużą  
strzałkę ugięcia w czasie badań nie pozwoliły na zniszczenie  
badanej próbki,
2. próbki do oznaczenia wytrzymałości na zginanie lignofolu  
i lignostonu, ze względu na zbyt małe wymiary przekroju po-  
przecznego /15 x 15/ w przypadku tych płyt o większej gru-  
bości nie mogły być zastosowane,

3. najodpowiedniejszą w chwili obecnej próbką do oznaczania wytrzymałości na zginanie nowego typu płyty jest próbka według GOST 1843-41 przewidziana dla sklejk bakielitowej.

Na podstawie wyników z próbnych oznaczeń do badania wytrzymałości na zginanie przyjęto próbkę obowiązującą dla GOST 1843-41, wychodząc z założenia, że dla pierwszych prób porównania wytrzymałości na zginanie sklejki w stanie naturalnym z wytrzymałościami sklejki obwarstwionej żywicą zbrojoną włóknem szklanym dobór najważniejszej normy nie był sprawą najważniejszą, a dobór odpowiedniej próbli mógłby stanowić temat oddzielnej pracy.

Przy oznaczaniu wytrzymałości na zginanie płyt obwarstwowanych jednostronnie, warstwa laminatu znajdowała się zawsze w dolnej strefie zginanej próbki.

Z każdej płyty wycięto po 5 próbek przy czym dla wyeliminowania przypadkowości w nowym wyrobie z 15 próbek drogą losową wybrano 10, na których dla każdego wariantu badań oznaczono poszczególne własności.

Dla porównania wymienione własności oznaczono również na sklejce nieobwarstwionej.

Wymiary próbek według GOST 1843-41;

sklejka o gr. 10 mm - wym. 10x10x150 mm - rozstaw podpór 120 mm				
" 12 mm - 12x12x180 mm -	"	"	"	144 mm
" 18 mm - 18x18x270 mm -	"	"	"	216 mm

#### 4. Wyniki doświadczeń i ich analiza

Uzyskane wyniki w postaci wartości średnich jak również wyliczone dla niektórych własności współczynniki zmierności zesta-

wiono w zbiorczych tabelach 1 do 6.

W tabeli 1 zestawiono wyniki dotyczące gęstości badanych płyt, tj. sklejek w stanie naturalnym /nieobwarstwionych/ i obwarstwionych laminatem szklanym jedno- i dwustronnie.

Zestawione dane pozwalają na następujące stwierdzenia:

1. gęstość płyt obwarstwionych tak jednostronnie jak i dwustronnie wzrasta w zależności od ilości warstw materiałów obwarstwiających. Dla płyt obwarstwionych jednostronnie matą szklaną waha się od 0,69 do 0,94 g/cm<sup>3</sup>, a dla tkaniny szklanej mieści się w granicach od 0,62 do 0,92 g/cm<sup>3</sup>,
2. gęstość wszystkich płyt, tj. tak obwarstwionych jak i nie obwarstwionych, osiągnęła bardzo wyrównane wartości o czym świadczą wyliczone współczynniki zmienności.

W tabeli 2 zestawiono wyniki dotyczące twardości badanych płyt. Z danych tych wynika co następuje:

1. sklejki w stanie naturalnym /nieobwarstwione/ niezależnie od grubości i rodzaju osiągnęły dla twardości bardzo zbliżone wartości około 3,00 kG/mm<sup>2</sup>,
2. twardość laminatu obwarstwiającego rdzeniowe płyty sklejkowe rośnie wraz z ilością użytych do zbrojenia laminatu warstw maty lub tkaniny,
3. najwyższą twardość uzyskały próbki obwarstwione tak matą jak i tkaniną w ilości warstw 5 na sklejkę iglastej o grub. 18 mm,
4. twardość oznaczona na powierzchni płyt obwarstwionych charakteryzuje się małym rozrzutem o czym świadczą wyliczone współczynniki zmienności,
5. wyliczone współczynniki zmienności dla sklejek nieobwarstwionych są znacznie wyższe co świadczy o większym rozrzucie ich twardości.

W tabeli 3 zestawiono wyniki dotyczące nasiąkliwości płyt moczonych w wodzie o temperaturze około 20°C.

Zestawione dane pozwalają na sprecyzowanie następujących stwierdzeń:

1. nasiąkliwość sklejek w stanie naturalnym /nieobwarstwionych/ już po moczeniu ich przez okres 1 doby jest bardzo wysoka i wynosi od 25,4 % do 28,3 %,
2. dla sklejek nieobwarstwionych różnica nasiąkliwości między 1-szą dobą moczenia a 20-tą jest dla wszystkich przypadków badań mniej więcej wyrównana i wynosi około 10 %,
3. użyte do obarstwienia materiały, tj. żywica poliestrowa tak z matą szklaną jak i tkaniną szklaną, zabezpieczają dobrze rdzeniową płytę sklejkową przed działaniem wody, czego dowodem jest minimalna nasiąkliwość tych próbek wahająca się w granicach 0,9 % po 1 dobie moczenia i 1,6 % po moczeniu przez okres 20 dób.

W tabeli 4 zestawiono wyniki z oznaczeń wytrzymałości na zginanie.

Zestawione wyniki wykazują co następuje:

1. sklejki w stanie naturalnym /nieobwarstwione/, a mianowicie liściaste o grub. 10 mm, iglaste o grub. 10 mm i 18 mm osiągnęły bardzo wyrównane wartości od 520 do 538  $\text{kg/cm}^2$ ,
2. znacznie wyższą wytrzymałość 681  $\text{kg/cm}^2$  uzyskały nieobwarstwione sklejki iglaste o grubości 12 mm,
3. wyliczone współczynniki zmienności dla sklejek nieobwarstwionych a wynoszące 12,6 do 15,8 % świadczą o małym rozrzucie ich wytrzymałości,
4. próbki sklejek obwarstwione tak jednostronnie jak i dwustronnie wykazują znacznie wyższe wytrzymałości na zginanie w porównaniu z analogicznymi wytrzymałościami litych sklejek,
5. najwyższe wytrzymałości na zginanie osiągnęły próbki obwarstwiającej dwustronne sklejki o grubości 12 mm,
6. w przypadku iglastej sklejki o grubości 12 mm procentowy wzrost wytrzymałości na zginanie, np. dla próbek obwarstwiają-



Tabela 1.

Średnia gęstość i współczynniki zmienności sklejk naturalnej oraz sklejk obwarstwionej laminatem poliestrowo-szklanym

Sklejka		Materiały obwarstwiającej		Oznaczanie własności sklejek					
				nieobwarstwionych		obwarstwionych jednostronnie		obwarstwionych dwustronnie	
Rodzaj	grubość mm	rodzaj włókna szklanego	ilość warstw	gęstość	współczynnik zmienności	gęstość	współczynnik zmienności	gęstość	współczynnik zmienności
				g/cm <sup>3</sup>	%	g/cm <sup>3</sup>	%	g/cm <sup>3</sup>	%
Liściasta	10	nieobwarstwiona		0,60	3,4	-	-	-	-
		mata	1	-	-	0,70	5,4	0,70	4,6
			3	-	-	0,78	4,3	0,82	5,8
			5	-	-	0,91	6,0	1,00	6,2
		tkanina	1	-	-	0,62	3,8	0,74	5,8
			3	-	-	0,78	4,3	0,80	5,4
5	-		-	0,91	4,1	0,99	6,3		
Iglasta	10	nieobwarstwiona		0,61	4,5	-	-	-	-
		mata	1	-	-	0,70	5,3	0,79	5,2
			3	-	-	0,81	6,2	0,87	3,8
			5	-	-	0,94	4,8	1,01	4,7
		tkanina	1	-	-	0,69	5,1	0,75	5,2
			3	-	-	0,78	6,3	0,86	6,3
	5		-	-	0,92	5,4	1,00	5,9	
	12	nieobwarstwiona		0,66	5,8	-	-	-	-
		mata	1	-	-	0,75	5,1	0,81	3,8
			3	-	-	0,80	5,3	0,99	5,4
			5	-	-	0,91	4,8	0,99	4,7
		tkanina	1	-	-	0,69	6,0	0,77	6,3
			3	-	-	0,78	4,7	0,85	5,4
	5		-	-	0,90	5,1	0,97	5,8	
	18	nieobwarstwiona		0,64	6,4	-	-	-	-
		mata	1	-	-	0,69	5,6	0,70	6,3
			3	-	-	0,80	3,8	0,83	5,9
			5	-	-	0,90	6,3	0,94	6,7
tkanina		1	-	-	0,67	5,7	0,71	5,4	
		3	-	-	0,71	6,3	0,90	5,9	
	5	-	-	0,89	6,1	0,91	6,8		



Tabela 2.

Srednia twardość i współczynniki zmienności sklejk naturalnej oraz sklejk obwarstwionej laminatem poliestrowo-szklanym

Wilgotność próbek w chwili badania: 7,2 - 8,4 %

Sklejka		Materiały obwarstwiająca		Twardość według Brinella	Współczynnik zmienności
Rodzaj	grubość mm	rodzaj włókien szklanych	ilość warstw	kG/mm <sup>2</sup>	%
Liś- ciasta	10	nieobwarstwiona		3,20	11,3
		mata	1	6,60	5,6
			3	7,90	7,6
			5	13,10	6,5
		tkanina	1	6,70	7,1
			3	8,05	6,2
5	12,70		5,9		
Igla- sta	10	nieobwarstwiona		2,96	10,3
		mata	1	6,54	5,6
			3	8,17	6,3
			5	13,53	4,8
		tkanina	1	5,28	5,3
			3	7,30	7,1
	5		12,90	6,2	
	12	nieobwarstwiona		3,00	12,6
		mata	1	6,95	3,7
			3	10,47	5,1
			5	13,39	4,7
		tkanina	1	5,40	6,0
			3	10,00	4,8
	5		12,86	4,9	
	18	nieobwarstwiona		1	3,00
mata		1	7,75	4,3	
		3	12,52	6,8	
		5	21,60	5,9	
tkanina		1	7,10	4,3	
		3	11,60	5,8	
	5	20,50	5,1		

Tabela 3.

Średnia nasiąkliwość próbek sklejki naturalnej oraz sklejki obwarstwionej laminatem poliestrowo-szklanym

Sklejka		Materiały obwarstwiająca		Nasiąkliwość próbek po moczeniu w wodzie o temperaturze $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ przez okres dób					
Rodzaj	grubość mm	rodzaj włókna szklanego	ilość warstw	1	2	4	8	12	20
				%					
liściasta	10	nieobwarstwiona		25,4	28,6	30,4	32,8	34,6	35,8
		mata	1	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
		tkanina		1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
iglasta	10	nieobwarstwiona		27,3	29,8	30,9	33,3	35,0	36,1
		mata	1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
		tkanina		1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
	12	nieobwarstwiona		28,3	30,1	32,1	35,4	37,1	38,9
		mata	1	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		tkanina		1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	18	nieobwarstwiona		26,4	28,7	29,2	32,4	34,1	36,0
		mata	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
		tkanina		1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3

Tabela 4.

Średnie wytrzymałości na zginanie i współczynniki zmienności sklejk naturalnej oraz sklejki obwarstwionej laminatem poliestrowo-szklarym

Wilgotność próbek w chwili badania: 7,7 - 8,2 %

Sklejka	Materiały obwarstwiająca		Oznaczenie własności sklejek						
			nieobwarstwionych		obwarstwionych jednostronnie		obwarstwionych dwustronnie		
Rodzaj grubość mm	rodzaj włókien szklanych	ilość warstw	wytrzymałość na zginanie	współczynnik zmienności	wytrzymałość na zginanie	współczynnik zmienności	wytrzymałość na zginanie	współczynnik zmienności	
			kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
liściasta 10	nieobwarstwiona		520	-	13,4	-	-	-	-
	mata	1	-	-	-	840	6,8	920	7,1
		3	-	-	-	870	7,1	980	8,0
		5	-	-	-	880	5,9	970	6,3
	tkanina	1	-	-	-	620	7,3	744	6,2
		3	-	-	-	710	8,4	860	5,9
5		-	-	-	805	8,1	890	7,0	



Tabela 4. cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
iglas- ta	10	niefobwarstwiona		538	12,6	-	-	-	-
		mata	1	-	-	320	2,3	936	8,3
			3	-	-	970	7,6	1080	5,9
			5	-	-	920	6,1	880	7,1
		tkanina	1	-	-	640	5,4	744	6,4
			3	-	-	805	4,8	860	2,1
	5		-	-	860	7,0	910	6,4	
	12	niefobwarstwiona		681	14,1	-	-	-	-
		mata	1	-	-	998	6,2	1115	8,3
			3	-	-	1120	5,7	1268	7,3
5			-	-	1210	7,1	1348	5,8	
tkanina		1	-	-	808	8,3	986	6,0	
		3	-	-	1030	7,0	1210	6,8	
	5	-	-	1180	5,4	1300	7,1		

Tabela 4. od.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		nieobwarstwiona		530	15,8	-	-	-	-	
Iglas- ta	18	mata	1	-	-	715	7,7	820	7,4	
			3	-	-	840	7,1	868	8,0	
			5	-	-	870	8,2	880	7,3	
			tkanina	1	-	-	710	6,8	800	6,4
				3	-	-	790	7,3	820	8,1
				5	-	-	830	7,4	850	7,0



Tabela 5.

Średnie wytrzymałości na ścinanie i współczynniki zmienności  
sklejki naturalnej oraz sklejki obwarstwionej laminatem  
poliestrowo-szklanym

Wilgotność próbek w chwili badania: 7,3 - 8,0 %

Sklejka		Materiały obwarstwiająca		Oznaczenie własności			
Rodzaj	grubość mm	rodzaj włókna szkla- nego	ilość warstw	w kierunku równoległym do włókien drewna w zewnętrznym fornirze sklejki		w kierunku prostopadłym do włókien drewna w zewnętrznym fornirze sklejki	
				wytrzymałość na ścinanie	współczynnik zmienności	wytrzymałość na ścinanie	współczynnik zmienności
				kG/cm <sup>2</sup>	%	kG/cm <sup>2</sup>	%
liś- cias- ta	10	mata	1	116	9,4	72	9,7
			3	133	6,5	76	8,4
			5	126	8,2	80	7,3
		tkanina	1	98	5,9	65	8,6
			3	116	7,2	78	9,0
			5	118	7,1	74	9,5
iglas- ta	10	mata	1	74	8,3	46	8,6
			3	73	7,6	43	7,5
			5	78	9,2	42	8,8
		tkanina	1	70	8,5	40	9,0
			3	72	7,4	43	7,8
			5	68	6,8	41	8,7
	12	mata	1	68	5,9	40	9,5
			3	73	7,3	48	9,8
			5	65	8,2	43	6,3
		tkanina	1	64	6,3	42	7,9
			3	71	5,4	38	8,6
			5	62	7,3	45	9,1
18	mata	1	69	8,1	50	8,3	
		3	78	4,8	47	8,6	
		5	67	7,2	42	7,8	
	tkanina	1	61	5,4	44	9,3	
		3	72	6,7	43	9,1	
		5	68	7,3	41	8,4	

Tabela 6.

Odporność na przebicie sklejk naturalnej oraz sklejk obwarstwionej laminatem poliestrowo-szklanym

Wilgotność próbek w chwili badania:  $7,1 \pm 0,3 \%$

Sklejka		Materiały obwarstwiające		Odporność na przebicie	
Rodzaj	grubość mm	rodzaj włókien szklanych	ilość warstw	do pierwszych oznak zniszczenia	do wyraźnego zniszczenia
				kG/cm	
liściasta	10	nieobwarstwiona		-	100
		mata	1	135	295
			3	270	405
			5	450	585
iglasta	10	nieobwarstwiona		-	90
		mata	1	203	372
			3	315	517
			5	461	641
	12	nieobwarstwiona		-	124
		mata	1	202	439
			3	327	573
			5	495	765 x/
	18	nieobwarstwiona		-	339
		mata	1	393	641
3			517	765 x/	
		5	540	765 y/	

x/ powyżej zakresu urządzenia

nych dwustronnie 5-ciomą warstwami maty lub tkaniny w odniesieniu do wytrzymałości sklejek nieobwarstwionych wynosi aż 91 %,

7<sup>6</sup> poprzez obwarstwienie sklejek laminatem poliestrowoszklanym uzyskano materiał o bardzo wyrównanych wytrzymałościach o czym świadczą wyliczone współczynniki zmienności nie przekraczające w żadnym przypadku wartości 9 %.

W tabeli 5 zestawiono wyniki dotyczące wytrzymałości na ścinanie.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzić można co następuje:

1. wytrzymałość na ścinanie spoiny zawartej między rdzeniową płytą sklejkową a warstwą laminatu poliestrowego jest niezależna od ilości użytych warstw i rodzaju materiałów obwarstwiających,
2. wytrzymałość na ścinanie warstwy laminatu w kierunku równoległym do włókien drewna w zewnętrznym fornirze sklejki, tj. bezpośrednio przyległym do warstwy laminatu jest wyższa od wytrzymałości oznaczonej w kierunku prostopadłym do włókien przyległego forniru,
3. najwyższe wytrzymałości na ścinanie uzyskano na sklejках liściastych,
4. dla sklejek iglastych uzyskano niższe ale bardzo wyrównane wartości,
5. wyliczone współczynniki zmienności dla wszystkich wariantów badań są bardzo niskie i nie przekraczają wartości 10 % co świadczy również o małym rozrzucie wytrzymałości.

Wyniki z badań odporności płyt na przebicie zestawiono w tabeli 6. Zestawione dane pozwalają na następujące stwierdzenia:

1. odporność na przebicie sklejek nieobwarstwionych jest dość wyrównana dla sklejek liściastych o grub. 10 mm i iglastych o grub. 10 i 12 mm,



2. sklejkki nieobwarstwione, iglaste o grubości 18 mm uzyskały aż trzykrotnie wyższy wynik, tj. wartość 339,
3. odporność na przebicie płyt obwarstwionych wzrasta wraz z ilością warstw maty znajdującej się w laminacie poliestrowym,
4. w przypadku płyt o grub. 12 mm obwarstwionych 5 warstwami maty i płyt o grub. 18 mm obwarstwionych 3 i 5 warstwami maty, odporność na przebicie jest wyższa od zakresu urządzenia, tj. od wartości 765.

## 6. Wnioski

1. Przez obwarstwienie sklejki naturalnych warstwą żywicy poliestrowej zbrojonej włóknem szklanym można uzyskać płyty o zdecydowanie poprawionych właściwościach fizycznych i mechanicznych.
2. Stosowanie ręcznej metody nakładania warstw laminatu na sklejkę gwarantuje dobre połączenie obwarstwienia z podłożem.
3. Dobre własności mechaniczne, a zwłaszcza duża odporność na przebicie wskazują na możliwości stosowania płyt obwarstwionych laminatem w elementach lub urządzeniach użytkowanych w warunkach większych obciążeń, a szczególnie narażonych na uderzenia.
4. Uzyskane wyniki pierwszych prób laboratoryjnych upoważniają do prowadzenia dalszych doświadczeń nad:
  - a/ opracowaniem warunków umożliwiających stosowanie ciśnienia przy nakładaniu laminatu na sklejkę,
  - b/ opracowaniem warunków umożliwiających stosowanie wyższych temperatur przy nakładaniu na sklejkę.

### Literatura

1. Graj L. : Opracowanie technologii uszlachetniania powierzchni sklejki wagonowej. Poznań 1970 /maszynopis dokumentacji I.T.D./
2. Holzwerkstoffe für den Bau von Containern. "Holz als Roh u.Werkstoff" 1971, nr 2, s. 41.
3. Ławniczak M. : Zastosowanie sklejek w budowie kontenerów. Przemysł Drzewny 1972, nr 6, s.33.
4. Młodzianowski Z. : Z historii konteneryzacji. Magazynowanie i transport towarów. 1971, nr 8, s.91.
5. Ners L. : Zastosowanie tworzyw sztucznych w stolarce budowlanej. Przemysł Drzewny, 1972, nr 3, s. 28.
6. Rudnicki Z. : Ustalenie warunków sklejania na zimno płyt drewnopochodnych ze sobą i tworzywami sztucznymi. Poznań 1971 /maszynopis dokumentacji I.T.D./
7. Zenkteler M., Tyszka W. : Sklejanie drewna z blachą aluminiową i płytą epoksydową w produkcji nart. Przemysł Drzewny 1968, nr 6.