

KRYSTYNA GÓRNOWICZ

Stocznia Jachtowa

"POLSPORT"

Chojnice .

#### WPŁYW WARUNKÓW KLIMATYCZNYCH NA PROCES STARZENIA LAMINATÓW POLIESTROWO-SZKLANYCH

Laminaty poliestrowo-szklane są tworzywem zbudowanym z zespolonych ze sobą składników: żywicy poliestrowej i włókna szklanego. Zespolenie obu tych składników: włókna szklanego z utwardzającą żywicą poliestrową zapewnia uzyskanie stałego tworzywa dwuskładnikowego. Właściwości wytrzymałościowe laminatu zależą od stopnia zespolenia zbrojenia z wiążącą żywicą poliestrową, od ich stosunków ilościowych oraz od właściwości obu tych głównych składników.

Parametry wytrzymałościowe laminatów poliestrowo-szklanych decydują o różnorodnym i szerokim zastosowaniu w różnych gałęziach naszej gospodarki, między innymi do produkcji sprzętu pływającego. Ze względu na nietypowe warunki eksploatacji laminatu stosowanego do wyrobu sprzętu pływającego zewnętrzną jego część zabezpiecza się tiksotropową żywicą z dodatkiem pigmentu tworząc tzw. warstwę żelkotową, natomiast wewnętrzną stronę laminatu pokrywa się warstwą żywicy z wypełniaczem i niewielką ilością parafiny, tworząc warstwę topkotową. Zarówno żelkot, jak i topkot poza zabezpieczeniem laminatu podnoszą jego walory estetyczne [1-3].

#### Założenie wyjściowe

Laminaty poliestrowo-szklane stosowane do produkcji sprzętu pływającego narażone są na działanie zmiennych warunków atmosferycznych. Surowe warunki atmosferyczne mogą powodować zmiany w wewnętrznej strukturze laminatu a co za tym idzie znacznie osłabiać jego parametry wytrzymałościowe.

Jako kryterium oceny laminatu przyjęto następujące badania:

- wytrzymałość na zginanie statyczne
- wytrzymałość na rozciąganie
- uderność
- twardość
- nasiąkliwość
- gęstość

Materiał do badań poddano sztucznej metodzie przyspieszonego starzenia polegającej na działaniu 10 cykli, gdzie każdy cykl obejmował zabiegi od a - d:

- a/ moczenie próbek w wodzie o temp.  $+ 20 \pm 1^{\circ}\text{C}$  przez okres 10 godzin
- b/ mrożenie próbek w temp.  $- 5^{\circ}\text{C}$  przez okres 6 godzin
- c/ odmrażanie i ogrzewanie próbek w suszarce o temp.  $60^{\circ}\text{C}$  przez okres 6 godzin
- d/ naświetlenie próbek lampą kwarcową o mocy 380 W z odległości 400 mm przez 1 godz. zgodnie z normą PN-73/06100

Wymienione powyższej właściwości fizyko-mechaniczne badano na 10 próbkach dla każdej właściwości, po poddaniu ich kolejnemu cyklowi przyspieszonego starzenia.

W celu uzyskania wyników porównawczych oznaczono również wymienione właściwości na próbkach wyjściowych.

Przy badaniu wytrzymałości na zginanie statyczne oraz uderności, próbki obciążono z obu stron w celu uzyskania wyników świadczących o jakości tworzywa.

Przygotowanie próbek do badań

Próbki do oznaczenia poszczególnych właściwości laminatu poliestrowo-szklanego wykonano z żywicy poliestrowej typu Polimal 109, produkcji ZCh "Sarżyna" stosując jako układ utwardzający na 100 cz. wag. żywicy Polimal 109, 1 cz. wag. naftanianu kobaltu 2 % i 2 cz. wag. ketonoxu.

Użyto ketonox i naftanian kobaltu produkcji Chemii Gospodarczej "Pollena" w Gdańsku. Jako materiał zbrojeniowy stosowano matę i tkaninę szklaną o gramaturze 300, 450, 500 g/m<sup>2</sup> produkcji HSG w Krośnie.

W celu zabezpieczenia laminatu przed nasiąkliwością wody, zewnętrzna stronę zabezpieczono warstwą żelkotu a wewnętrzną stronę warstwą topkotu.

Płytki do badań zalaminowano ręcznie. Układ warstw ich przedstawia Tabela 1.

Tabela 1. Układ warstw płytek użytych do badań

Układ warstw	Sposób zabezpieczenia	Srednia grubość płyt w /mm/
300 g/m <sup>2</sup> mata szkl.	dwustronnie: żelkot topkot	3,952
500 g/m <sup>2</sup> mata szkl. 500 g/m <sup>2</sup> tkan.szkl.	jednostronnie: żelkot	3,861
450 g/m <sup>2</sup> mata szkl.	bez zabezpiecz.	3,580

Z tak przygotowanego laminatu wycięto próbki i poddano metodzie przyspieszonego starzenia stosując przyjęte w założeniach wyjściowych warunki.

Badania parametrów fizyko-mechanicznych przeprowadzono zgodnie z obowiązującymi normami.

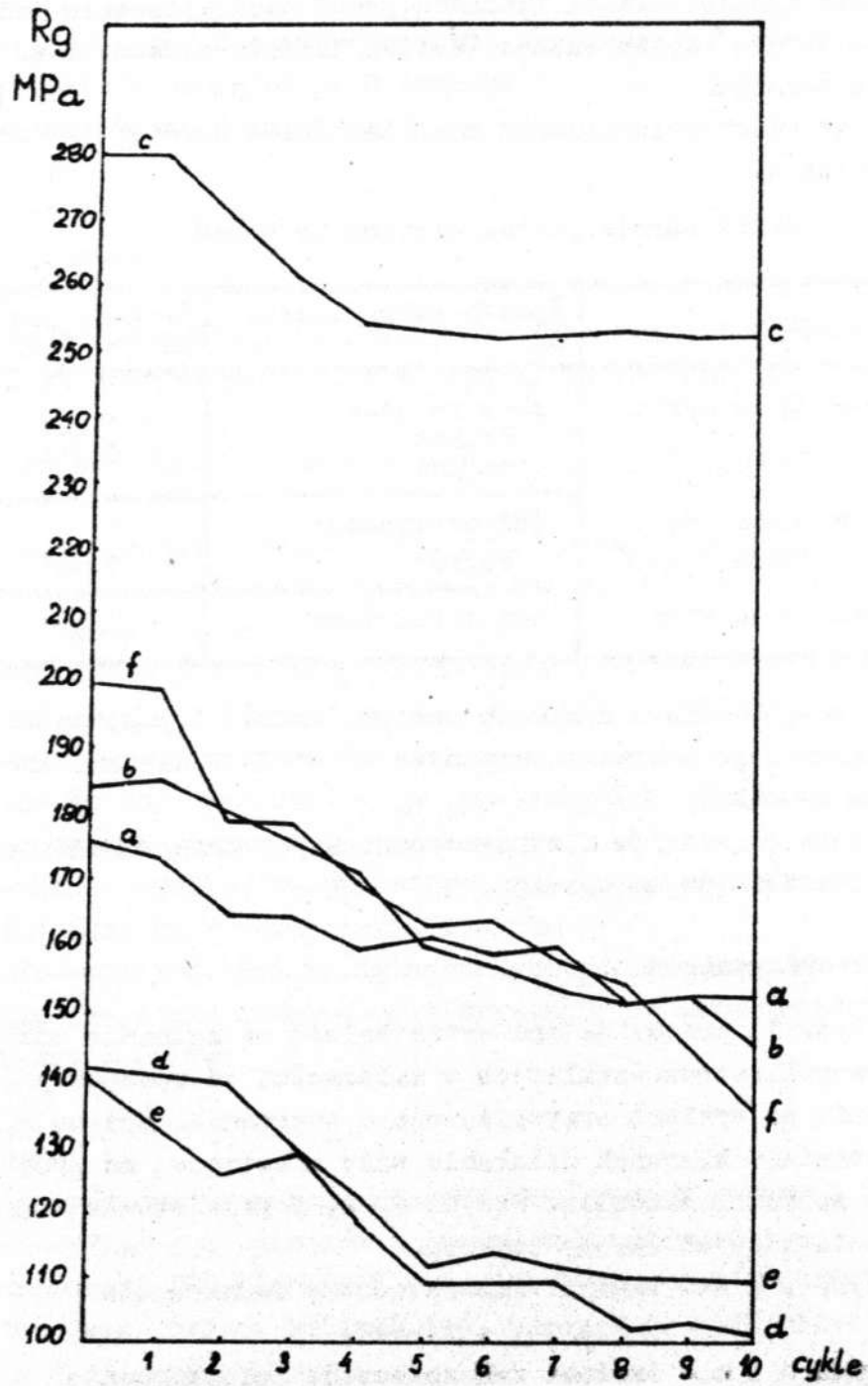
#### Zestawienie wyników

Na Rys. 1. przedstawiono wytrzymałość na zginanie statyczne tworzyw poliestrowo-szklanych w zależności od sposobu jego zabezpieczenia po cyklach przyspieszonego starzenia. Krzywe a, b, c przedstawiają kierunek działania siły niszczącej na próbki od strony żelkotu, natomiast krzywe d, e, f przedstawiają kierunek działania siły od strony topkotu.

krzywe a i d - laminat zabezpieczony dwustronnie  
/żelkot + topkot/

krzywe b i e - laminat zabezpieczony jednostronnie  
/żelkot/

krzywe c i f - laminat bez zabezpieczenia



Rys. 1. Wytrzymałość na zginanie statyczne tworzyw poliestrowo-szklanych w zależności od sposobu zabezpieczenia

Próbki zabezpieczone dwustronnie przy badaniu na zginanie statyczne od strony żelkotu wykazały max wytrzymałość na zginanie 175,3 MPa a po 10 cyklach przyspieszonego starzenia średnia wytrzymałość spadła do 151,4 MPa /krzywa a/.

Obserwowany spadek wytrzymałości wynosi 13,64 %.

Natomiast próbki zabezpieczone dwustronnie od strony porowatej wykazały max. wytrzymałość na zginanie statyczne 141,3 MPa a po przyspieszonym starzeniu średnia wytrzymałość oznaczona w tym kierunku spadła do 104,7 MPa co stanowi 75,2 % wytrzymałości wyjściowej /krzywa d/.

Próbki zabezpieczone jednostronnie badane od strony żelkotu wykazały średni spadek wytrzymałości o 22,1 % /krzywa b/. Natomiast badanie próbek jednostronnie zabezpieczonych od strony porowatej wykazało spadek wytrzymałości na zginanie statyczne o 25 % /krzywa f/.

Próbki bez zabezpieczenia badane od strony gładkiej wykazały max. wytrzymałość na zginanie statyczne 280,3 MPa natomiast po 10 cyklach przyspieszonego starzenia wytrzymałość spadła do 221 MPa /krzywa c/.

Spadek wytrzymałości wynosił 21,2 %.

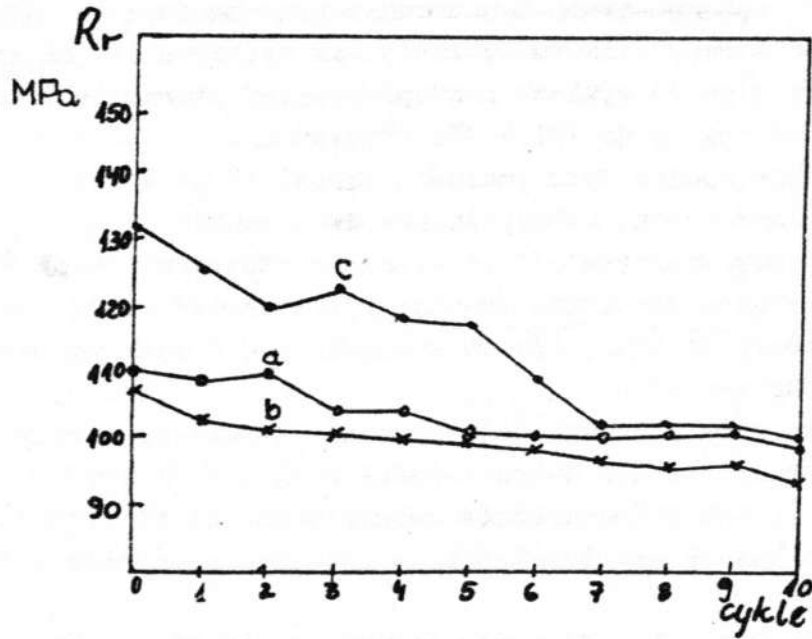
Krzywa f na Rys. 1. przedstawia próbki bez zabezpieczenia, których wytrzymałość badana od strony porowatej zmalała o 33,6 % po 10 cyklach przyspieszonego starzenia.

Na rys. 2. przedstawiono średnią wytrzymałość na rozciąganie tworzywa poliestrowo-szklanego w zależności od sposobu jego zabezpieczenia po 10 cyklach przyspieszonego starzenia.

Średnia wytrzymałość na rozciąganie tworzywa przed zabiegiem przyspieszonego starzenia zabezpieczonego dwustronnie wynosiła 111 MPa a po 10 cyklach spadła do 98,3 MPa.

Średni spadek wytrzymałości tworzywa z jednostronnym zabezpieczeniem wynosił 12,4 % a bez zabezpieczenia 24 %.

W Tabeli 2. zestawiono wyniki badania udarności tworzywa poliestrowo-szklanego po poddaniu 10 cyklom przyspieszonego starzenia.



Rys. 2. a - zabezpieczenie dwustronne laminatu /żelkot + topkot/  
b - zabezpieczenie jednostronne laminatu /żelkot/  
c - laminat bez zabezpieczenia



Tabela 2. Wyniki badania udarności tworzywa

Układ warstw	Rodzaj zabezpieczenia	Kierunek działania siły niszczącej na próbki od strony:	Srednia udarnosc na próbkach wyjściowych J/m <sup>2</sup>	Sredni spadek udarności po 10 cyklach przyspiesz. starzenia w %
300 g/m <sup>2</sup> mata szklana	dwustr. żelkot topkot	gładkiej porowatej	117,8 95,0	30 % 34 %
500 g/m <sup>2</sup> mata szklana	jednost. żelkot	gładkiej porowatej	108,3 78,8	26 % 25 %
450 g/m <sup>2</sup> mata szklana	bez zabezp.	gładkiej porowatej	104,2	26,5 %
500 g/m <sup>2</sup> tkan. szklana			86,5	32 %

Współczynniki zmienności dla wszystkich wariantów badania udarności mieszczą się w przedziale 3 - 28 %.

W Tabeli 3. zestawiono średnie twardości tworzywa poliestrowo-szklanego w zależności od sposobu jego zabezpieczenia po 10 cyklach przyspieszonego starzenia.

Gęstość tworzywa dla wszystkich badanych wariantów mieściła się w przedziale od 1,434 g/cm<sup>3</sup> do 1,559 g/cm<sup>3</sup>.

Współczynnik zmienności dla wszystkich badanych gęstości kształtował się od 1 - 9 % co świadczy o małym rozrzucie wyników.

Nasiąkliwość laminatu poliestrowo-szklanego badano po 1,3 i 5 dobach moczenia w wodzie o temp. 20 ± 1°C. Chłonność wody przez laminat zabezpieczony dwustronnie i jednostronnie była znikoma i po wszystkich cyklach w obu przypadkach nie przekroczyła 0,6 %.

Natomiast tworzywo niezabezpieczone wykazało największą chłonność wody do około 2 %.

Najbardziej znaczący poziom nasiąkania wykazało tworzywo po moczeniu przez okres 3 dób. Dalsze moczenie próbek wykazało znikomy wzrost nasiąkliwości od 0,1 - 0,4 %.

Tabela 3. Średnie twardości tworzywa poliestrowo-szklanego

Budowa laminatu	Sposób zabezpieczenia laminatu	Średnia twardość w P <sub>Ma</sub> po cyklach przyspieszonego starzenia										
		0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
300 g/m <sup>2</sup> mata	dwustronne: żelkot topkot	170,5	198	173,4	171,5	169,1	164	165,8	167,1	166,5	165,3	165,3
500 g/m <sup>2</sup> mata	Jednostron.:											
	żelkot	251	254,7	241,9	233,2	231,2	224,8	225,0	223,6	220,0	223,2	220,3
450 g/m <sup>2</sup> mata	bez zabezpieczenia	137,1	128,2	138,0	125,1	123,2	120,1	112,1	109,5	107,2	103,5	102,9



### Wnioski

1. Przyjęte w badaniach warunki klimatyczne powodują znaczne obniżenie parametrów fizyko-mechanicznych tworzywa poliestrowo-szklanego wykonanego na bazie POLIMALU 109 o w/w układzie zbrojenia.  
Średni spadek wytrzymałości po 10-ciu cyklach przyspieszonego starzenia dla poszczególnych właściwości wynosił:
  - 23,55 % wytrzymałości na zginanie statyczne
  - 15,96 % wytrzymałości na rozciąganie
  - 30,58 % wytrzymałości na udarność
  - 13,36 % dla twardości.
2. Zastosowane w badaniach cykle nie mają większego wpływu na kształtowanie się gęstości badanego materiału.
3. Nasiąkliwość laminatu poliestrowo-szklanego znacznie zmniejsza się przez zabezpieczenie warstwą żelkotu i topkotu.

### LITERATURA

- [1] Kłosowska-Woźkowicz Z., Królikowski W., Penczek P., Żywice i laminaty poliestrowe, WNT Warszawa 1969,
- [2] Ratner S.B., Polimery, WNT Warszawa 1981 s. 417
- [3] Polskie Normy:
  - PN-69/C-89077: Oznaczenie wytrzymałości tworzyw sztucznych na zginanie
  - PN-68/C-89034: Oznaczenie wytrzymałości tworzyw sztucznych na rozciąganie
  - PN-67/D-04224: Oznaczenie twardości
  - PN-73/F-061000: Naświetlenie powierzchni barwionych lampą kwarcową

INFLUENCE OF CLIMATICAL CONDITIONS ON NATURAL AGEING PROCES OF  
POLYESTER LAMINAT MOULDING BY HAND

Summary

In my paper was making testing at influence of varions dimatical conditions on at quality of polyester-glass plastic. To this end, polyester laminat was to subject, affected to create, variable dimatical conditions and was inspected his strength parameters, suche as:

- bending strength statical,
- tensile strength
- impact strength
- hardenss,
- absorbing power water
- mass density

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОЦЕСС АТМОСФЕРНОГО СТАРЕНИЯ  
СТЕКЛО-ПОЛИЭФИРНЫХ ЛАМИНАТОВ

Резюме

В разработке испытывано влияние разных атмосферных условий на качество стекло-полиэфирных ламинатов.

По этому задачу ламинат стекло-полиэфирный обрабатывано искусственно произведенным переменным атмосферным условиям, а потом произведено испытание его параметров:

- прочность на изгиб
- прочность на растяжение
- ударная прочность
- твёрдость
- содержание воды
- удельный вес.