



1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z budową, metodami przetwarzania kompozytów oraz rodzajami włókien i nośników stosowanych do ich wytwarzania. Realizacja ćwiczenia będzie obejmowała wytworzenie metodą laminowania kompozytu na osnowie żywicy epoksydowej zbrojonej włóknami szklanymi lub węglowymi w postaci rowingu ciągłego lub tkaniny rowingowej, określeniu udziału masowego włókien w kompozycie i ocenie podstawowych właściwości mechanicznych wytworzonych kompozytów w statycznej próbie rozciągania.

2. Wykonanie ćwiczenia

2.1. Laminowanie włókien szklanych i węglowych w postaci rowingu ciągłego lub tkaniny rowingowej żywicą epoksydową.

1. Zważyć rowing lub tkaninę, która będzie impregnowana w celu określenia udziału masowego włókien w kompozycie po jego wytworzeniu.
2. Szklaną płytkę należy owinać folią i jej brzegi zamocować przy pomocy taśmy.
3. Sporządzić mieszaninę żywicy epoksydowej i utwardzacza wg instrukcji.
4. Na powierzchnię szklanej płytki nanieść przy pomocy pędzla lub wałka część żywicy (ok. $\frac{2}{3}$ ilości przypadającej na 1-wszą warstwę) rozprowadzając ją równomiernie i dokładnie, nie pozostawiając niezwilżonych fragmentów powierzchni płytki. Właściwa proporcja zużycia żywicy do tkaniny to 2:1.
5. Ułożyć warstwę maty i przesycić „od spodu” rolując lekko zwilżonym wałkiem, potem dociskać pędzlem (pionowe dociski), tak, aby żywica spod „spodu” przechodziła przez zbrojenie szklane, wyciskając pęcherze powietrza spod maty i zaabsorbowane w macie.
6. Na miejsca niedostatecznie przesyczone (jaśniejsze plamy) nanosić pozostałą ok. $\frac{1}{3}$ ilość żywicy dokładnie przesysać rolując wałkiem.
7. Po zżelowaniu 1-wszej warstwy laminatu laminować kolejne warstwy zbrojenia zgodnie z założonym diagramem zbrojenia. Ze względu na ciepło wydzielane podczas utwardzania, w miarę przyrostu liczby warstw nośnika, zmniejsza się stopniowo ilość środka utwardzającego dodawanego do żywicy.
8. Po nałożeniu wszystkich warstw nośnika, formę odstawiamy na czas 4-12 godzin celem całkowitego utwardzenia się żywicy.

2.2. Pomiar właściwości mechanicznych wytworzonych kompozytów

- 1) Z otrzymanych kompozytów wzmocnionych włóknami ciągłymi lub tkaniną wyciąć próbki o długości 140 mm i szerokości 20 mm w kierunku wzdłużnym i poprzecznym do kierunku ułożenia włókien.
- 2) Przeprowadzić próbę rozciągania wyciętych próbek kompozytów.
- 3) Na podstawie otrzymanych wykresów rozciągania obliczyć dla każdego materiału parametry podane w tabeli 1.
- 4) Na podstawie znajomości udziału objętościowego włókien obliczyć teoretyczne wartości modułu sprężystości dla kierunku rozciągania wzdłużnego i poprzecznego do kierunku ułożenia włókien i porównać je z wartościami zmierzonymi. Wyniki obliczeń zamieścić w tabeli 1.

3. Opracowanie sprawozdania

Sprawozdanie powinny zawierać następujące składowe:

1. Cel ćwiczenia

2. Metodyka pomiarów

Zamieścić warunki przeprowadzania próby, typ urządzenia. Rodzaj i wymiary próbek do badań.

3. Wyniki pomiarów

Wyniki pomiarów i obliczeń zamieścić wg wzoru podanego w tabeli 1.

Tabela 1. Wyniki pomiarów i obliczeń

Lp.	Osnowa	Włókno	Udział wag. włókien [%]	Wyniki badań eksperymentalnych			Wyniki obliczeń		
				E [MPa]	σ_z [MPa]	ϵ_r [%]	V_w [%]	E_{11} [MPa]	E_{22} [MPa]

Oznaczenia:

E – moduł sprężystości,

σ_z – maksymalne naprężenie rozciągające,

ϵ_r – wydłużenie względne przy zerwaniu,

V_w – udział objętościowy włókien,

E_{11} – moduł sprężystości podłużny,

E_{22} – moduł sprężystości poprzeczny.

4. Wnioski

Sformułować wnioski odnośnie wpływu rodzaju, udziału masowego i sposobu ułożenia włókien na właściwości materiałów polimerowych oraz możliwości teoretycznego wyznaczania wartości modułu sprężystości materiałów kompozytowych na podstawie praw mieszanin.

Wzory i dane:

	Gęstość osnowy ρ_o [g/cm ³]	Moduł sprężystości osnowy E_o [MPa]
żywica epoksydowa	1,17	4 000

Typ włókna	Gęstość włókna ρ_w [g/cm ³]	Moduł sprężystości włókna E_w [MPa]
Szklane	2,45	72 000
Węglowe	2,18	200 000

$$E_{11} = E_w V_w + E_o(1 - V_w)$$

$$E_{22} = \frac{E_w E_o}{E_w(1 - V_w) + E_o V_w}$$

$$V_w = \frac{1}{1 + \frac{\rho_w}{\rho_o} \left(\frac{1}{m_w} - 1 \right)}$$

$$\rho_k = \rho_w V_w + \rho_o(1 - V_w)$$

