

ĆWICZENIE 1

Formowanie polimerowych kompozytów włóknistych z wykorzystaniem technologii vacuum bagging i infuzji

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z technologią kompozytów warstwowych (laminatów) na bazie żywic chemoutwardzalnych wzmocnionych tkaninami szklanymi, węglowymi i aramidowymi.

Materiały stosowane do badań:

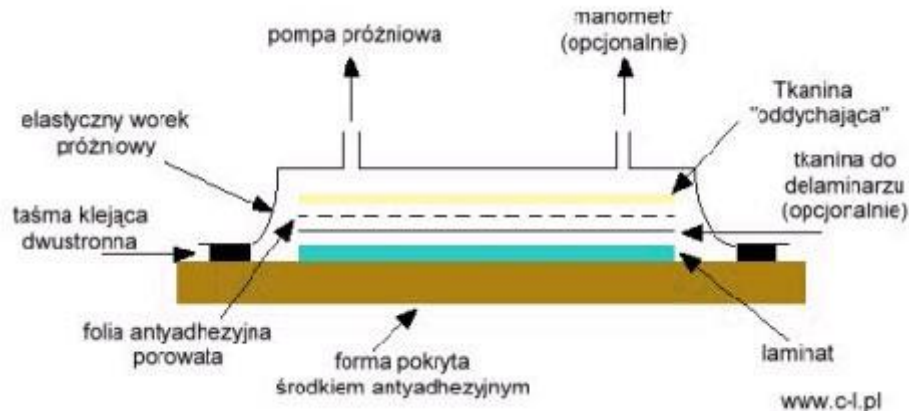
1. Tkaniny szklane, węglowe i aramidowe o różnej gramaturze i splocie
2. Żywica epoksydowa Epidian 624
3. Utwardzacz Z1 – trietylenotetraamina
4. Nienasycona żywica poliestrowa Polimal 1099
5. Inicjator Metox 50
6. Wałki ryflowane do laminowania ręcznego,
7. Folia perforowana do vacuum, grubość 0,02mm, otwory $\Phi=0,015\text{mm}$,
8. Mata odsączająca do vacuum o gramaturze 200g/m^2 ,
9. Butylowa taśma uszczelniająca 3x12mm,
10. Rękaw do vacuum o grubości 0,08mm
11. Wąż do vacuum,
12. Pompka laboratoryjna

Wykonanie ćwiczenia:

Należy wykonać trzy rodzaje laminatów wzmocnionych włóknem szklanym i węglowym wykonanych techniką infuzji oraz aramidowym techniką vacuum bagging.

Należy przygotować stanowiska odpowiednio do każdej technologii.

a) Otrzymywanie laminatów epoksydowo-aramidowych metodą worka próżniowego



Rys. 1. Schemat laminowania z wykorzystaniem worka próżniowego

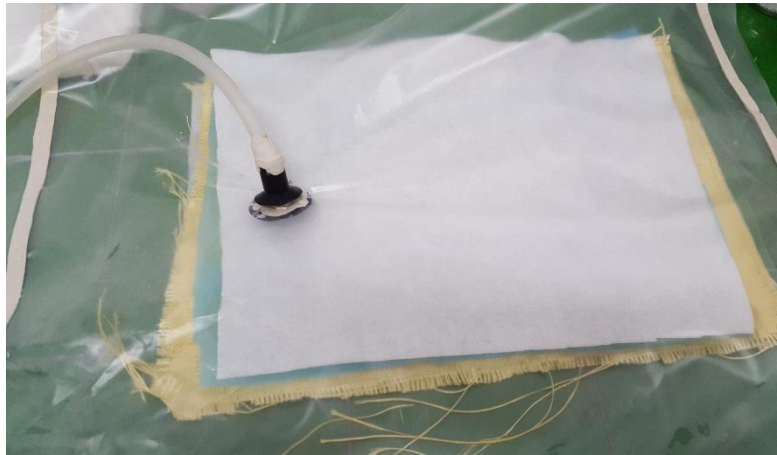
Do otrzymania laminatów tą metodą należy zastosować kontaktową metodę formowania przesycając kolejno układane warstwy tkaniny aramidowej żywicą epoksydową z użyciem ryflowanego wałka. Warstwy te umieścić na szkle stanowiącej dolną część formy przyszłego kompozytu. Przed nałożeniem warstw należy szkło wypolerować środkiem antyadhezyjnym.

Tkanina aramidowa o wymiarach 300 x 300 mm.

Ilość żywicy Epidian 624: po 50 g na każdą z trzech warstw

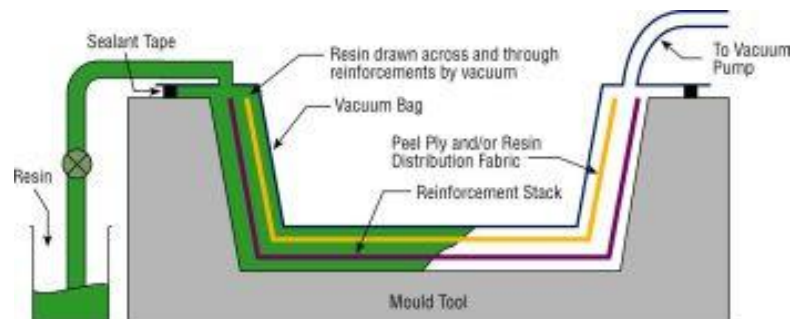
Ilość utwardzacza: 13% wag. w stosunku do masy żywicy.

Po dokładnym przesyceniu warstw tkaniny i usunięciu nadmiaru żywicy, wierzchnią warstwę kompozytu przykryć folią perforowaną i matą odsączającą. Następnie tak otrzymane kompozyty umieścić w rękawie z foli polietylenowej uszczelnionym taśmą butylową i podłączyć do pompy próżniowej zapewniając podciśnienie -0,8 bar. Po dokładnym przesyceniu i zżelowaniu żywicy dalsze utwardzanie prowadzić pod ciśnieniem atmosferycznym przez 24 h, po czym kompozyt usunąć z formy i dotwardzić w temperaturze 100°C przez 6 h w suszarce z wymuszonym obiegiem powietrza. Z tak wykonanych laminatów wyciąć próbki do badań wytrzymałościowych za pomocą oscylującej tarczy tnącej.



Rys. 2. Zestaw do laminowania z wykorzystaniem worka próżniowego.

b) Otrzymywanie laminatów epoksydowo-węglowych metodą infuzji



Rys. 3. Schemat procesu infuzji żywicy w technologii laminatów

Przygotowanie materiałów

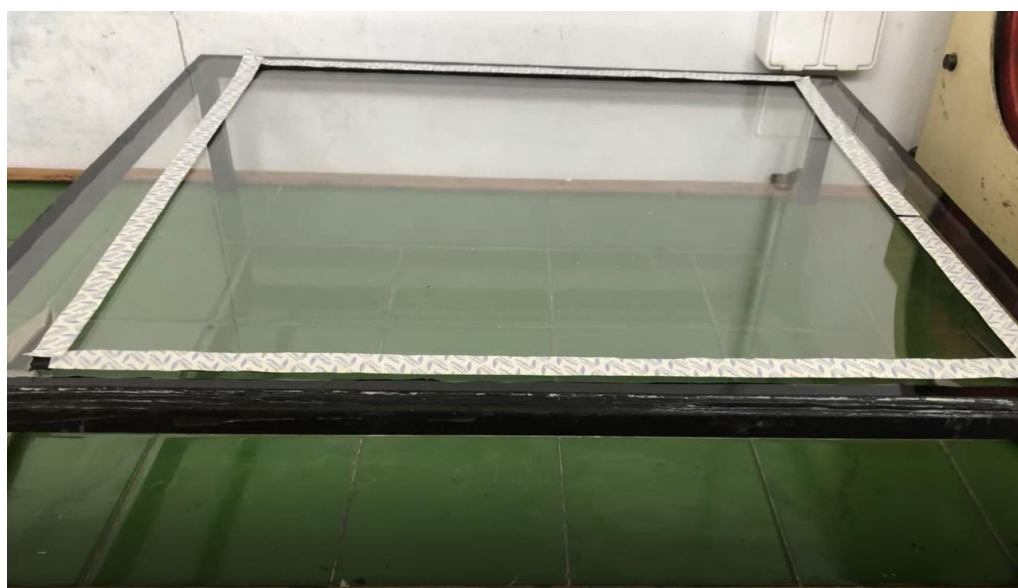
- 3 warstwy tkaniny węglowej o wymiarach 40x40 cm
- delaminaż 40 x 40
- siatka do infuzji o wymiarach mniejszych niż tkanina
- folia do próżni o wymiarach 60x60
- żywica epoksydowa 250 g
- utwardzacz Z1 13% na masę żywicy

W celu poprawnego przeprowadzenia procesu infuzji należy wykonać następujące czynności:

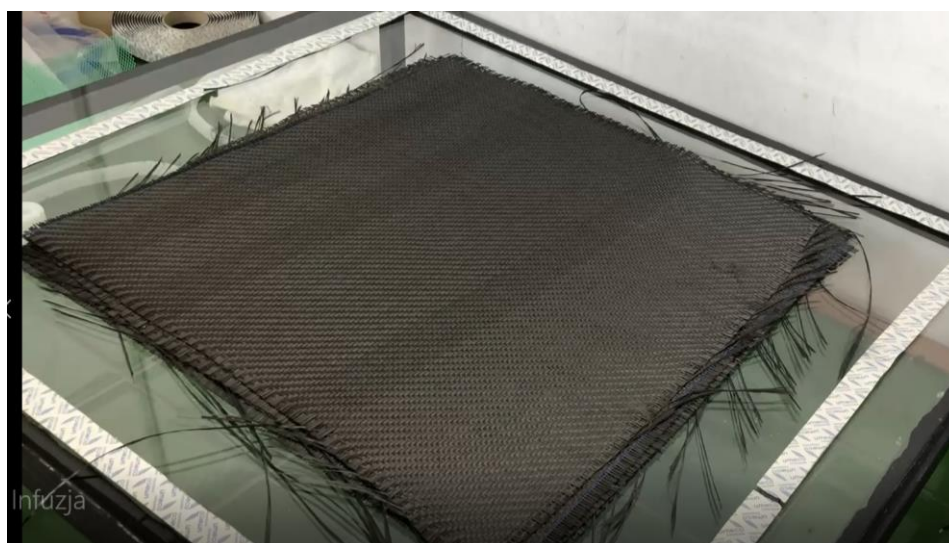
1. Przygotowanie formy, polerowanie za pomocą wosku.



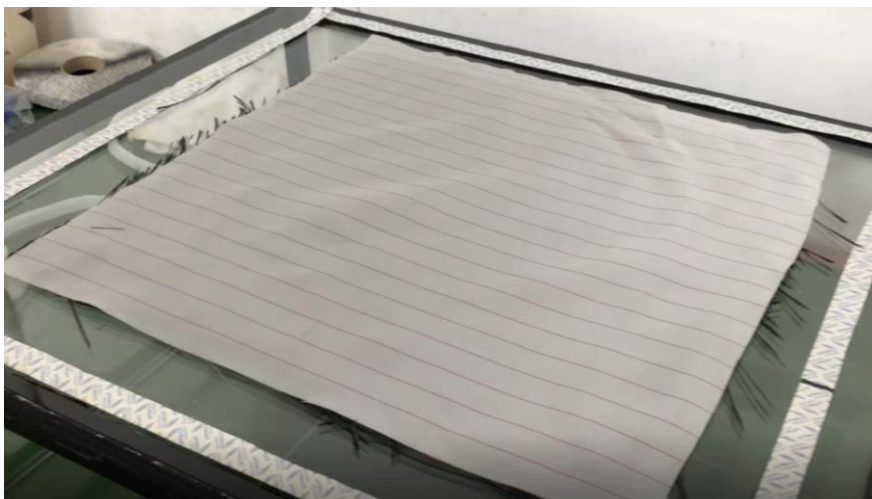
2. Nałożenie taśmy uszczelniającej butylowej



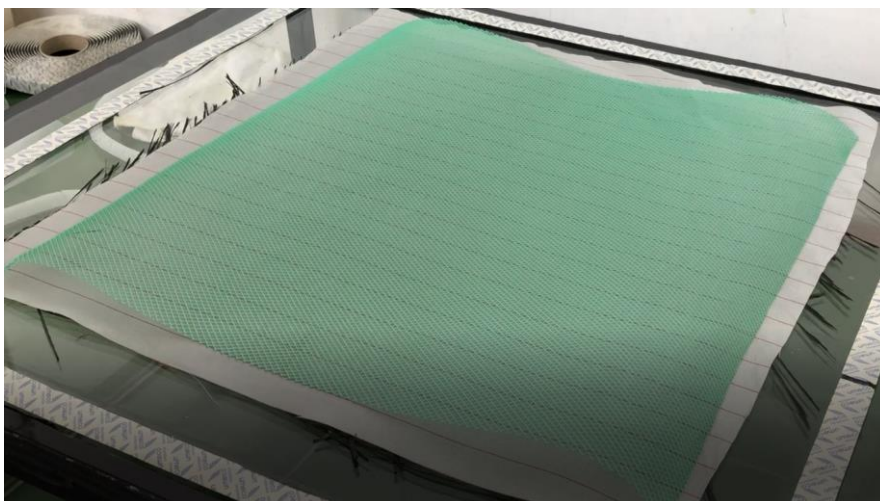
3. Nałożenie kilku warstw tkaniny węglowej



4. Nałożenie delaminażu



5. Nałożenie siatki do infuzji



6. Nałożenie worka próżniowego i króćców



7. Podłączenie układu do pompy próżniowej poprzez pułapkę żywicy i odpowietrzenie formy. Sprawdzić szczelność układu i zlikwidować ewentualne przecieki.



8. Infuzja żywicy i kontrola procesu.

Po uszczelnieniu podłączamy zaciśnięty, lub z zamkniętym zaworkiem wężyk, którym będziemy podawać żywicę pod worek i możemy przystąpić do mieszania odpowiedniej ilości żywicy.

Przygotować żywicę epoksydową z utwardzaczem.

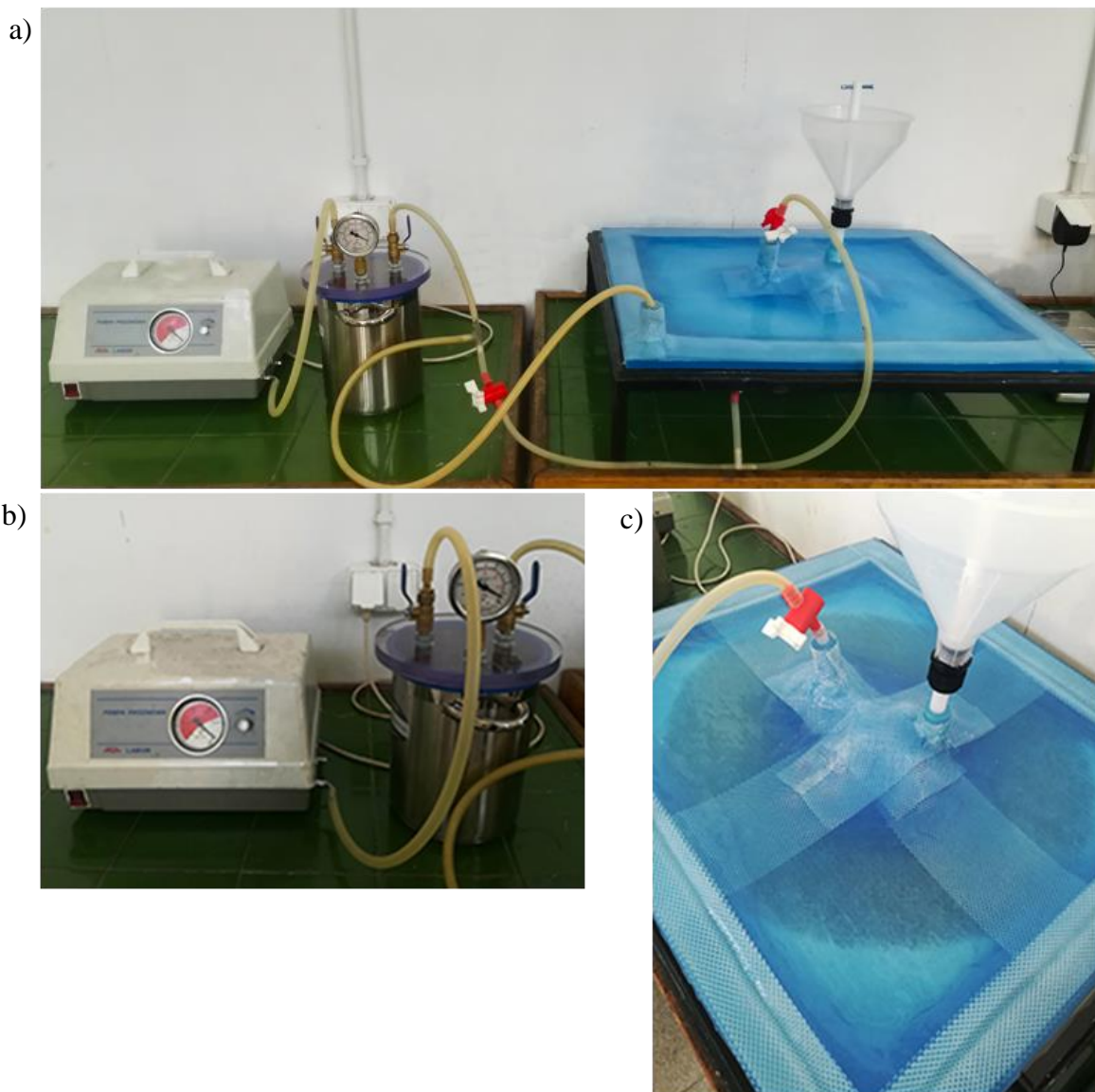
Po rozłożeniu wszystkich instalacji, uszczelnieniu worka i odpompowaniu powietrza spomiędzy formy a worka próżniowego przystępujemy do infuzji żywicy. Podłączamy do punktów wtrysku przygotowaną (wymieszaną z utwardzaczem) żywicę. Przy pomocy różnicy ciśnienia między wlotem żywicy a wylotem, do którego podłączamy próżnię. Żywica jest zasysana między worek próżniowy a formę i rozprowadzana w całej formie przy pomocy specjalnej siatki, po której równomiernie „płynie”.

c) Otrzymanie kompozytów metodą infuzji z wykorzystaniem preformy silikonowej

Przygotowanie materiałów:

- 2 warstwy tkaniny szklanej o wymiarach 40x40 cm
- 1 warstwa materiału przekładkowego
- 400 g żywicy poliestrowej
- 3% inicjatora Metox 50

W celu poprawnego przeprowadzenia procesu infuzji należy zmontować zestaw jak na załączonym rysunku:



Rys. 9. Wytwarzanie laminatów metodą infuzji próżniowej z wykorzystaniem membrany silikonowej: a) zestaw do infuzji próżniowej; b) układ próżniowy; c) infiltrowanie wzmocnienia przez przepływającą kompozycję żywiczną.

Wybrane zagadnienia niezbędne do kolokwium:

Zakres według modułu od W1-W9:

1. Kompozyty włókniste (definicja, rodzaje, właściwości).
2. Jednostkowe metody formowania kompozytów włóknistych.
3. Włókna stosowane do zbrojenia kompozytów (rodzaje, charakterystyka, otrzymywanie).
4. Wyroby z włókien stosowane do wzmacniania kompozytów.
5. Polimery stosowane w kompozytach włóknistych.

Opracowanie wyników:

Po otrzymaniu laminatów należy obliczyć procentowy udział wzmocnienia (tkaniny) w kompozytach na podstawie masy i objętości kompozytu. Na podstawie uzyskanych wyników opisać różnicę między zastosowanymi metodami.

Otrzymane kompozyty wykorzystać w ćwiczeniu 3.

Literatura:

1. Boczkowska A., Kapuściński J. i inni, „Kompozyty”, Warszawa, 2003 i nowsze,
2. Kłosowska-Wońkowicz Z., Królikowski W., Penczek P.: Żywice i laminaty poliestrowe, WNT, Warszawa 1982.