



POLISH ACADEMY OF SCIENCES - COMMITTEE OF MATERIALS SCIENCE
SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY OF GLIWICE
INSTITUTE OF ENGINEERING MATERIALS AND BIOMATERIALS
ASSOCIATION OF ALUMNI OF SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Conference
Proceedings

12th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ACHIEVEMENTS IN MECHANICAL & MATERIALS ENGINEERING

Wpływ wody morskiej na wytrzymałość laminatów epoksydowo-szklanych

G. Wróbel, Ł. Wierzbicki, M. Szymiczek

Katedra Przetwórstwa Materiałów Metalowych i Polimerowych,
Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska,
ul. Konarskiego 18, 44-100 Gliwice, Polska

W artykule zostały przedstawione badania nad starzeniem laminatów epoksydowo-szklanych w medium korozyjnym, jakim jest woda morska.

1. STARZENIE KOMPOZYTÓW

Terminem starzenia określa się ogólnie zmiany zachodzące w kompozycie podczas działania na niego czynników atmosferycznych. Najważniejsze z tych czynników to: światło słoneczne, temperatura, cykle cieplne, woda w różnych postaciach i wiatr. Ze względu na metodykę badania starzenie możemy podzielić na: naturalne, sztuczne i klimatyczne.

Zachodzące zmiany w kompozycie mają charakter trwały bądź odwracalny. Do zmian trwałych należą przede wszystkim przemiany chemiczne zachodzące w skutek polimeryzacji, depolimeryzacji, sieciowania i utleniania oraz niektóre przemiany zaliczone do powodowanych przez czynniki termodynamiczne tj. krystalizacja i porządkowanie makrocząsteczek.

Granica pomiędzy zmianami odwracalnymi i nieodwracalnymi nie jest ścisła i często nie ma praktycznego znaczenia. Na przykład gdy będziemy rozpatrywać gotowy wyrób, zmiany powstałe wskutek krystalizacji są, praktycznie biorąc, nieodwracalne i powodują starzenie tworzywa wyrażające się trwałymi zmianami struktury i własności wytrzymałościowych. Inny przykład stanowią zmiany zawartości wody w materiale, które są odwracalne, aczkolwiek przy dużej częstotliwości ich występowania mogą prowadzić do trwałych zmian typu zmęczeniowego i powodować obniżenie własności użytkowych.

W świetle opisanych przykładów wszystkie zmiany zachodzące w tworzywie, spowodowane omawianymi czynnikami starzenia należy z praktycznego punktu widzenia uważać jako nieodwracalne i trwałe [1].

1.1 Chłonność wody

Wnikanie cząsteczek wody do polimeru, stanowi fizyczne starzenie materiału. Woda wnika w mikroszczeliny oraz puste miejsca pozostałe po wymyciu żywicy i obniża własności. Czynniki te powodują:

- delaminację wzdłuż włókien,
- obniżenie odporności na pęknięcia.

Laminaty zaczynają tracić swoje własności dopiero po kilku miesiącach zanurzenia w wodzie. Krótkotrwałe przebywanie w środowisku wodnym, nie obniża ich własności. Powoduje to, że obliczenie obniżenia odporności na starzenie jest trudne, ze względu na czasochłonność.

Metodę przyspieszonych badań starzenia opracował Rawe. Udowodnił on, że wpływ zanurzenia w wodzie można przyspieszyć przez gotowanie. Zauważył, że gotowanie przez dwie godziny daje podobne rezultaty, co zanurzenie przez trzy miesiące w wodzie o temperaturze pokojowej. [2]

Utracone po długotrwałym gotowaniu własności wytrzymałościowe powracają w znacznym stopniu po osuszeniu laminatu w temperaturze 105°C.

Rawe przeprowadził swoje badania w słodkiej wodzie. Natomiast D. M. Turley i E. P. Gellert przeprowadzili podobne badania w wodzie morskiej o temperaturze 30°C. Badania dotyczyły laminatów polimerowych o wzmocnieniu z włókna szklanego. Badanie wytrzymałości na zginanie wykazuje, że spadek własności nawet do 20% następuje między 200 a 800 dniem. [3]

Działanie wody na tworzywa sztuczne wywołuje różnorodne skutki:

- zmiany wymiarów spowodowane chłonnością wody, np. pęcznienie,
- ekstrakcję składników rozpuszczalnych w wodzie,
- zmianę innych właściwości[4].

2. BADANIA WŁASNE

2.1. Materiały do badań

Przedmiotem badań były próbki z płyty epoksydowo- szklanej, o wymiarach 200×20×12. Laminat zbudowany był z 36 warstw tkaniny szklanej typu STR 77-110 firmy Tkaniny Techniczne S.A. Pabianice i utwardzony żywicą epoksydową Epidian 5 z utwardzaczem Z1. Laminat wytworzony został metodą ręczną. Krawędzie próbek zostały zabezpieczone dwukrotnie żywicą epoksydową, aby ograniczyć boczne wchłanianie wody. Następnie próbki wysuszono i sprawdzono dokładność zabezpieczenia.

Tkaniny te znajdują zastosowanie jako zbrojenie laminatów nasyconych żywicami poliestrowymi i epoksydowymi. Stosowane są na elementy składowe konstrukcji: jachtów, samolotów, szybowców, kajaków, łodzi, basenów, zbiorników ciśnieniowych.

2.2. Przebieg starzenia

Starzenie przebiegało w zbiorniku ogrzewanym za pomocą grzałek zewnętrznych i ocieplonym wełną mineralną.

Spełnione były następujące warunki:

- temperatura wrzenia wody,
- zastępcza woda morska typu A PN-66/C- 06502.

Zastępczą wodę morską stosuje się, gdyż przeprowadzenie takich badań w środowisku naturalnym byłoby bardzo kosztowne, trudne do zorganizowania i niejednoznaczne, ze względu na niejednorodność środowiska naturalnego.

Próbki umieszczone były na stojakach w odległości 20 cm.

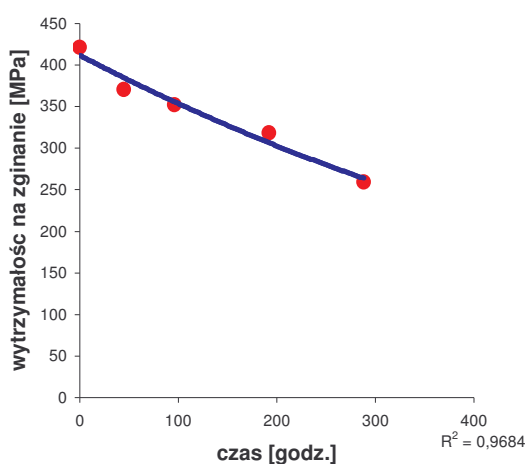
Starzenie zostało przyspieszone poprzez gotowanie, w oparciu o badania Rawe. Badania przeprowadzono w czterech seriach. Serie te różniły się czasem starzenia i trwały kolejno: 45, 96, 192 i 288 godzin.

Po wyjęciu z gorącej wody próbki chłodzono a następnie osuszono i ważono. Do przeprowadzenia badań pomiaru przyrostu masy użyto wagi z dokładnością pomiaru do 0,0001 grama zgodnie z wymogami normy PN-EN ISO 62. Chłonność wody wyrażona została w procentach obliczonych masowo.

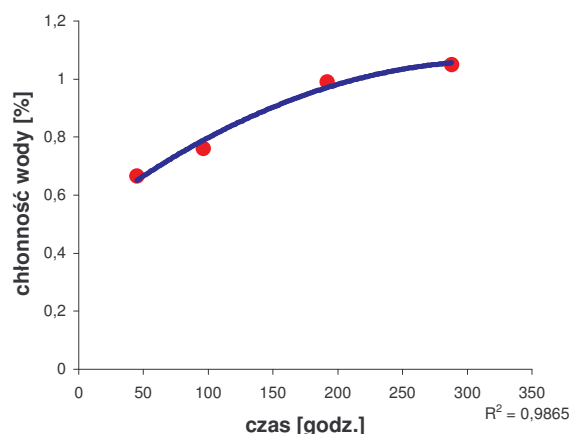
Wytrzymałość badano w próbie zginania, zgodnie z parametrami wskazanymi przez normę PN-EN ISO 14125: prędkość: 5 mm/min, zakres sił: 10kN, skala odkształcenia: 10:1 oraz 20:1;

Badania przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej Fritz Heckert FPZ 100.

2.3 ANALIZA WYNIKÓW



Rysunek 1. Zależność wytrzymałości od czasu



Rysunek 2. Zależność ilości pochłoniętej starzenia. wody od czasu starzenia.

Laminat podczas starzenia w zastępczej wodzie morskiej stracił 38,49% swojej początkowej wytrzymałości na zginanie.

Jednocześnie ze spadkiem własności wytrzymałościowych laminatu obserwuje się, przyrost masy próbek spowodowany chłonięciem wody i wynosi on 1,05%.

Moduł sprężystości rośnie z czasem starzenia. Największą wzrost wartości modułu zaobserwowano między 192 a 288 godziną starzenia.

3. PODSUMOWANIE

Starzenie laminatów epoksydowo-szklanych w zastępczej wodzie morskiej powoduje spadek początkowych własności mechanicznych kompozytu.

Największy spadek wytrzymałości zaobserwowano w początkowym okresie starzenia. Wraz z malejącą wytrzymałością laminatu można zaobserwować wzrost ilości wchłoniętej wody.

LITERATURA

1. Broniewski T., Iwasiewicz A., Kapko J., Płaczek W.: Metody badań i oceny własności tworzyw sztucznych. WNT. Warszawa 1970.
2. Holliday L. Composite Materials. Elsevier 1966
3. Turley D.M., Gellert E.P.: Composites. Seawater immersion ageing of glass-fibre reinforced polymer laminates for marine applications.
4. Polska Norma. Oznaczanie chłonności wody. PN-EN ISO 62
5. Polska Norma. Zastępcza woda morska. PN-66/C-06502Polska Norma. Kompozyty tworzywowe wzmocnione włóknem. Oznaczenie własności