



11th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
ACHIEVEMENTS IN MECHANICAL & MATERIALS ENGINEERING

## Metoda badań korozji naprężeniowej w kompozytach polimerowych

G. Wróbel, Ł. Wierzbicki, M. Szymiczek

Katedra Przetwórstwa Materiałów Metalowych i Polimerowych, Politechnika Śląska  
ul. Konarskiego 18a, 44 100 Gliwice

W artykule została przedstawiona propozycja metodyki badań korozji naprężeniowej w kompozytach polimerowych zbrojonych włóknem szklanym.

### 1. WSTĘP

Zjawisko korozji naprężeniowej jest ogólnie znane w przypadku materiałów metalowych. Pod wpływem działania środowiska korozyjnego oraz sił statycznych oddziaływujących na materiał, dochodzi do międzykrystalicznego lub śródkrystalicznego rozpadu materiału.

Także wśród tworzyw sztucznych możemy zaobserwować podobne procesy.

Stopień oddziaływania związków chemicznych, zależy od możliwości ich wchłaniania przez polimer. Przy dużej absorpcji tworzywo ulega rozpuszczeniu. Przy mniejszej może spowodować mięknięcie lub plastyfikację, a także prowadzić do korozji naprężeniowej [1].

Oprócz oddziaływań chemicznych należy uwzględnić procesy fizyczne, jak na przykład: sieciowanie, dyfuzja i pęcznienie, które wyraźnie wpływają na proces korozji [2].

Wśród materiałów polimerowych najszybciej jej ulegają tworzywa kruche [3].

Proces korozji naprężeniowej objawia się pojawieniem na powierzchni obciążonego tworzywa zabeleń. Zjawisko to związane jest z mikroskopowymi pęknięciami (o szerokości 0,05-0,06  $\mu\text{m}$ ) na powierzchni granicznych elementów strukturalnych, a także zbrojenia [3].

Włoskowate mikrorysy są mostkowane poprzez rozciągnięte łańcuchy polimeru i są w stanie przenosić ograniczone obciążenia. Jednakże przy obciążeniu udarowym mogą one działać jak karby, a przy długotrwałym stanie obciążenia prowadzić do powstania pęknięć i do rozerwania tworzywa [2].

W środowisku korozyjnym w warstwach przed frontem pęcznienia powstają naprężenia rozciągające, mogące samodzielnie wywołać mikropęknięcia także w tworzywach ciągliwych [3].

Większość autorów zajmujących się korozją naprężeniową tworzyw sztucznych zaznacza, że zjawisko to występuje również w przypadku tworzyw wzmocnionych.

Wpływ zbrojenia może być dwojaki: przy orientacji zbrojenia w kierunku prostopadłym do sił rozciągających możemy spodziewać się utraty adhezji pomiędzy komponentami kompozytu, z drugiej strony wprowadzenie zbrojenia do polimeru, hamuje powstawanie mikrorys.

Oprócz wyżej wymienionych zjawisk degradacji matrycy polimerowej, zachodzą także zjawiska niszczące warstwy powierzchniowe włókna, co w istotny sposób obniża adhezję pomiędzy składnikami kompozytu.

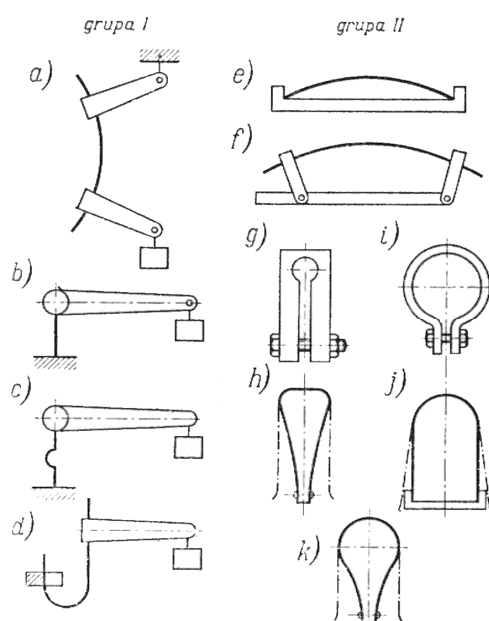
## 2. METODY BADAŃ

Powstawanie mikropęknięć uzależnione jest od czasu działania atmosfery korozyjnej, dlatego korozję naprężeniową określa się podczas badań długotrwałych, wywołując stałe naprężenie bądź odkształcenie o różnej wielkości w różnych próbkach.

Istnieje szereg metod badania korozji naprężeniowej. W zakresie tworzy sztucznych jest to dziedzina mało sformalizowana. Większość istniejących norm odnosi się przede wszystkim do tworzyw termoplastycznych, natomiast tworzywa wzmocnione są pomijane.

Metody badawcze możemy podzielić na dwie grupy, ze względu na sposoby generowania naprężeń (rysunek 1) [4]. Do pierwszej grupy zalicza się sposoby polegające na wywołaniu naprężeń w próbkach przez przyłożeniu siły zewnętrznej (ISO 6252, DIN 53 449, część 2). Do drugiej natomiast, zaliczamy metody nadające próbce określone odkształcenie (ISO 4599, DIN 53449 część 3).

Inny typ metod to wciskanie kulek bądź penetratorów o różnych wymiarach w otwory o stałym wymiarze, wywiercone w próbce tworzywa sztucznego podlegającej stałemu odkształceniu (ISO 4600, DIN 53 449 część 1). Normy te odnoszą się do tworzyw niewzmocnionych i są powszechnie stosowane w badaniach tworzyw termoplastycznych [1].



Rysunek 1. Schematyczny podział sposobów generowania naprężeń [4].

Wśród polskich uregulowań istnieje projekt normy PrPN-EN ISO 6252 dotyczący oznaczenia środowiskowej korozji naprężeniowej tworzyw sztucznych.

## 3. PROPONOWANA METODA BADAŃ KOROZJI NAPRĘŻENIOWEJ

W przypadku badań wytrzymałości kompozytów polimerowych chętnie wykorzystywana jest próba zginania, gdyż w próbie rozciągania pojawiają się problemy z właściwym

zamocowaniem próbek. Z tych samych przyczyn proponowana metoda badań, opiera się na zginaniu próbki. Przyjęty schemat obciążenia próbki przedstawia rysunek (Rysunek 2).



Rysunek 2. Schemat obciążenia próbki

Przyjęty układ sił pozwala na uzyskanie stałej wartości momentu gnącego na znacznej długości próbki.

Dobór wielkości obciążenia można określić kierując się wskazaniem normy PrPN-EN ISO 6252, to znaczy, dobrać tak by maksymalne odkształcenie próbki w temperaturze badania, po upływie jednej godziny, wynosiło 2%.

W opracowanym programie badań przyjęto zasadę wstępnego oszacowania zakresu obciążeń badanych na podstawie następującej, charakteryzującej zmiany modułu sprężystości wzdłużnej, zależności [5]:

$$E(t,T) = \alpha_t \alpha_T E_{0,20} \quad (1)$$

gdzie:  $\alpha_t$  – przybiera wartość zależną od czasu trwania badania (dla  $10^3$  h = 0,5;  $10^4$  h = 0,3;  $10^5$  h = 0,35 itd.),  $\alpha_T = 0,7$  dla każdego wzrostu o  $20^\circ\text{C}$  ponad temperaturę  $T = 20^\circ\text{C}$ ,  $E_{0,20}$  – moduł sprężystości wzdłużnej dla  $20^\circ\text{C}$ .

Uwzględniając powyższe założenia można dla przyjętego układu obliczyć przybliżoną wartość sił potrzebnych do wywołania 2% odkształcenia. Autorzy proponują przeprowadzić badania dla kilku obciążeń w zakresie od 0 do 0,8 w ten sposób uzyskanej wartości.

Zmiany własności mechanicznych kompozytu można wyznaczyć poprzez próbę zginania, wykonywaną w określonych odstępach czasu.

#### 4. PODSUMOWANIE

Przedstawiona procedura badawcza zostanie wykorzystana do badań korozji naprężeniowej zachodzącej w kompozycie epoksydowo-szklanym TSE6.

Konieczność prowadzenia badań tworzyw sztucznych, w tym zakresie wynika z niezależności uzyskiwanych ocen, od charakteryzujących odporność chemiczną. W przypadku kompozytów polimerowych takie badania mogą dostarczyć wielu cennych przesłanek dotyczących współgrania komponentów w warunkach pracy.

Badania przeprowadzone w pracy [6] sugerują poprawność przesłanek jakimi kierowali się autorzy w opracowaniu metodyki przedmiotowych badań.

**LITERATURA**

1. C.M. Hansen.: On predicting environmental stress cracking in polymers. *Polymer Degradation and Stability* 77 (2002) 43-44. Elsevier 2002.
2. Seachtling: Tworzywa sztuczne poradnik. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 2000 r.
3. B. Łączyński.: Tworzywa wielkocząsteczkowe. Rodzaje i własności. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 1982.
4. G.Ł. Szwarz, M.M. Kristal.: Korozja naprężeniowa. Metody badania. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1963.
5. Łączyński B.: Nietalowe elementy maszyn. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 1988.
6. Szytow A.: Wpływ starzenia w wodzie morskiej laminatów epoksydowo-szklanych na ich własności mechaniczne. Praca Magisterska. Politechnika Śląska 2001.