

MECHANIKA

CZASOPISMO TECHNICZNE
TECHNICAL TRANSACTIONS
MECHANICS

WYDAWNICTWO

POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

1-M/2009

ZESZYT 3

ROK 106

ISSUE 3

YEAR 106

RENATA PORĘBSKA*

ENERGIA AKTYWACJI DLA KOMPOZYTÓW TERMOPLASTYCZNYCH

ACTIVATION ENERGY FOR THERMOPLASTIC COMPOSITES

Streszczenie

Dekohezja materiałów polimerowych to wciąż dziedzina, w której mamy wiele pytań bez odpowiedzi. Pomocne w tym przypadku mogą okazać się badania nad energią aktywacji potrzebną do zerwania wiązań między włóknem a osnową. Jej wyznaczenie dostarczyć może cennych informacji na temat zachodzących w kompozytach procesach zniszczenia.

Słowa kluczowe: energia aktywacji, kompozyty termoplastyczne

Abstract

One of the methods that is to help to understand relationship between mechanical features of composites and value of energy dissipation can be marking and evaluation of the value of activation energy. Reaching a certain level of stress causes the occurrence of microdefects, it leads to decohesion of materials the value of activation energy is getting lower.

Keywords: activation energy, thermoplastic composites.

* Dr inż. Renata Porębska, Katedra Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki, Wydział Mechaniczny, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Z chemicznego punktu widzenia energia aktywacji jest to energia, którą muszą mieć cząsteczki układu, aby były zdolne do określonej reakcji chemicznej. Stanowi ona barierę energetyczną, którą musi pokonać układ reagujących substancji aby doszło do reakcji [1]. Energię aktywacji U_0 dla danej reakcji można wyznaczyć na podstawie równania Arrheniusa:

$$U_0 = -RT \log(k/A) \quad (1)$$

gdzie:

- U_0 – energia aktywacji,
- R – uniwersalna stała gazowa,
- T – temperatura,
- k – stała szybkości reakcji,
- A – stała dla danej reakcji.

W celu oceny energii wiązań odpowiadających za dekohezję należy określić wartość energii aktywacji zrywających się wiązań. Trwałość kompozytów zależy w dużym stopniu od struktury warstwy granicznej między włóknem a osnową jak również od defektów występujących na granicy tych faz. Przyjmijmy, iż wartość energii aktywacji jest energią potrzebną do zerwania wiązań między włóknem i osnową. Możliwość wyznaczenia tej energii i obserwowania jej zmiany w funkcji temperatury i naprężeń dostarczy nam cennych informacji na temat procesów zniszczenia zachodzących w kompozytach.

2. Materiały i metodyka badań

Badane były kompozyty na bazie poliamidu i poliacetalu. Napelniaczem było włókno szklane. Dla poliamidu zawartość napelniacza szklanego wynosiła 10% (PA10), 20% (PA20), 30% (PA30), 40% (PA40) i 50% (PA50). Badany Tarnoform 300 zawierał 15% (POM15), 25% (POM25) i 35% (POM35) dodatku włókna szklanego.

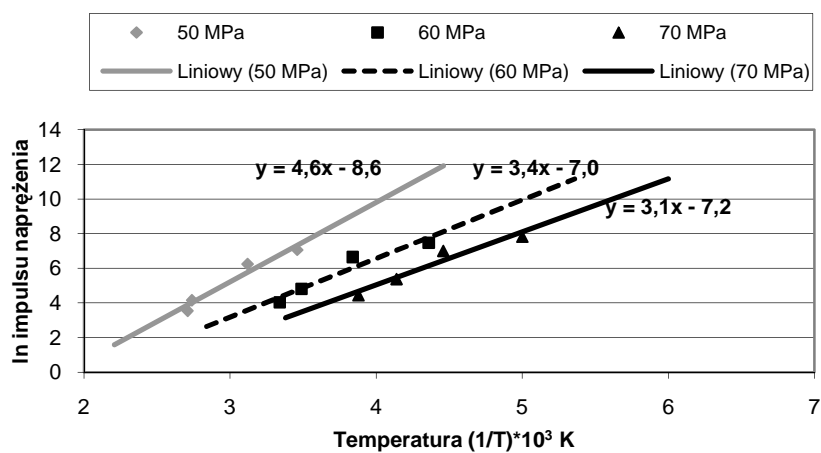
Próby rozciągania przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej Instron typ 8511.20. Zastosowano cztery prędkości rozciągania: 50cm, 10cm, 1cm oraz 0,1cm. Próbkę rozciągano w trzech temperaturach: -10°C , 21°C i 60°C .

Na podstawie otrzymanych wyników obliczono średnie naprężenie (σ_{sr}) oraz czas do momentu zerwania (t_r). Iloczyn σ_{sr} i t_r nazywać będziemy impulsem naprężenia. Następnie sporządzono wykresy przedstawiające zależność $\ln(\sigma_{sr} t_r)$ od σ_{sr} oraz $\ln(\sigma_{sr} t_r)$ od $1/T$ dla badanych prędkości rozciągania. Dokładny opis tej metody znajduje się w [2].

3. Wyniki badań

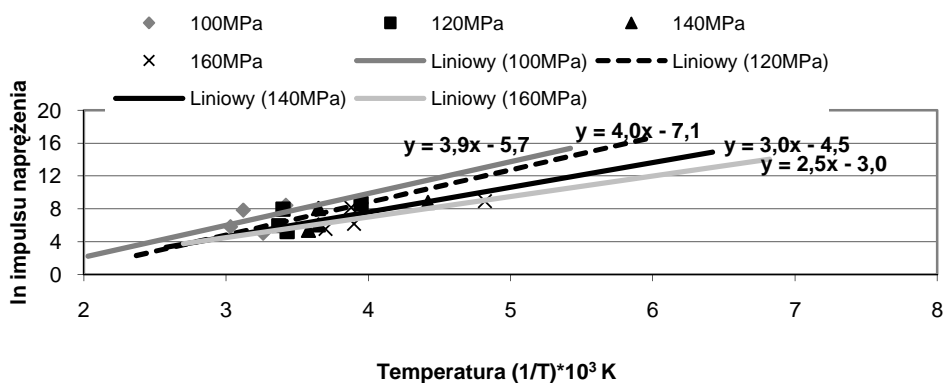
Współczynniki kierunkowe prostych na rys. 2 i 3 przedstawiają wartości energii aktywacji dla wybranych wielkości naprężenia średniego. Uzyskane za pomocą tej metody wartości energii aktywacji U dla wybrany kompozytów przy określonych wartościach naprężeń średnich przedstawia tabela 1.

W [3] podane są wartości energii aktywacji dla wszystkich badanych kompozytów.



Rys. 1. Energia aktywacji U dla POM 35; wartości naprężeń średnich: 50 MPa, 60 MPa i 70 MPa

Fig. 1. Activation energy U for POM 35; mean stress values: 50 MPa, 60 MPa and 70 MPa



Rys. 2 Energia aktywacji U dla PA 50; wartości naprężeń średnich: 100 MPa, 120 MPa, 140 MPa i 150 MPa

Fig. 2. Activation energy U for PA 50; mean stress values: 100 MPa, 120 MPa, 140 MPa and 150 MPa

Wartości energii aktywacji dla wybranych kompozytów termoplastycznych

Kompozyt	Naprężenie średnie σ_{sr} [MPa]	Energia aktywacji U [kcal/mol]
POM 25	500	3,67
	650	5,14
	700	5,18
PA 30	70	0,35
	80	0,73
	100	0,18
	110	0,13
PA 40	90	4,1
	100	0,8
	110	0,43
	120	0,34
PA 50	100	3,9
	120	4,0
	140	3,0
	160	2,5

4. Wnioski

Analizując wyniki umieszczone w tabeli 1 można zaobserwować interesującą zależność. Od pewnego poziomu naprężeń, różnego dla poszczególnych kompozytów, następuje znaczący spadek energii aktywacji U. Na wykresach przedstawiających zależność logarytmicznego impulsu naprężeń $\ln(\sigma_{sr,t_r})$ od temperatury efekt ten jest widoczny w zmianie kąta nachylenia prostych odpowiadających danym poziomom naprężeń. Zjawisko to jest szczególnie wyraźne dla poliamidu z 10, 20 i 40% zawartością włókna szklanego.

W przypadku drugiego badanego kompozytu, poliacetalu z włóknem szklanym, zależność ta nie jest aż tak widoczna. Interpretacja tego faktu może być następująca: po osiągnięciu pewnego poziomu naprężeń w kompozytach poliamidu z włóknem szklanym pojawiają się mikrodefekty, które sprzyjają dekohezji materiału i wartość energii aktywacji potrzebnej do zerwania połączeń między włóknem a matrycą maleje. W kompozytach poliacetalu efekt ten jest mniejszy co świadczy prawdopodobnie o występowaniu mniejszej gęstości defektów. Energia aktywacji zmienia się wraz z poziomem naprężenia. Należy jednak zaznaczyć, że zmiany te nie mają charakteru liniowego.

Literatura

- [1] Barrow G.M., *Chemia fizyczna*, Warszawa 1973.
- [2] Porębska R., *Próba oceny energii aktywacji w kompozytach termoplastycznych*, Czasopismo Techniczne Mechanika 6-M/2006, Kraków.
- [3] Porębska R., *Wybrane zagadnienia oceny własności mechanicznych kompozytów termoplastycznych*, praca doktorska, Politechnika Krakowska, Kraków 2009.