

Szymon Banaszak¹
Marta Piątek²

MODYFIKOWANE MATERIAŁY POLIAMIDOWE DO ZASTOSOWAŃ ZEWNĘTRZNYCH W ELEKTROTECHNICE

W artykule przedstawiono badania próbek materiałów poliamidowych zmodyfikowanych stabilizatorami UV. Materiał taki charakteryzuje się dobrymi właściwościami mechanicznymi i dobrą odpornością na oddziaływanie łuku elektrycznego. Dwie serie próbek materiałowych poddano ekspozycji na zwiększoną dawkę promieniowania UV. Materiał z odpowiednio dobranym stabilizatorem UV okazuje się mieć bardzo dobrą odporność na nasłonecznienie, co predysponuje go do zastosowań napowietrznych w elektrotechnice, np. do budowy szafek, osłon aparatów i elementów konstrukcyjnych.

1 WPROWADZENIE

Rozwój sektora elektrotechnicznego wymaga stosowania materiałów konstrukcyjnych o niskim ciężarze właściwym, odpornych chemicznie i termicznie, cechujących się dobrymi właściwościami mechanicznymi, izolacyjnymi i elektroizolacyjnymi oraz posiadających zaletę łatwego, ekonomicznego i „czystego ekologicznie” otrzymywania i przetwórstwa. Cechami tymi charakteryzują się materiały polimerowe. W artykule omówiono możliwości zastosowania jednego z nich – modyfikowanych tworzyw poliamidowych jako napowietrznego materiału izolacyjnego.

Poliamidy są tworzywami o strukturze krystalicznej, o dobrych właściwościach mechanicznych, które towarzyszą nam w życiu pod wieloma postaciami. Poliamidy są modyfikowane chemicznie poprzez kopolimeryzację lub fizycznie przez mieszanie ich z innymi polimerami. Taka modyfikacja ma na celu polepszenie lub nadanie nowych cech użytkowych (zwiększenie udatności i elastyczności, zmniejszenie chłonności wody) oraz poprawę właściwości przetwórczych (ograniczenie skurczu), co stwarza jeszcze szerszy zakres zastosowań. Dopuszczalna temperatura pracy niektórych odmian PA wynosi 140 °C. Są one także odporne na czynniki korozyjne, paliwa płynne, oleje i smary, jednak czysty poliamid wykazuje małą odporność na czynniki starzeniowe.

¹ Politechnika Szczecińska, Instytut Elektrotechniki, ul. Sikorskiego 37, 70-313 Szczecin, tel. 0-91 449 43 23, e-mail: szymon.banaszak@ps.pl

² Politechnika Szczecińska, Instytut Polimerów, ul. Pułaskiego 10, 70-322 Szczecin, e-mail: marp@ps.pl

Wysokowytrzymałe tworzywa poliamidowe mogą być stosowane w przemyśle elektronicznym i elektrotechnicznym na obudowy podzespołów elektrycznych i elektronicznych, jako osłony dla kabli i światłowodów. Ich podstawowe zalety to prosty, ekologiczny proces produkcji i szerokie możliwości przetwarzania, które obejmują prasowanie, wtrysk i wytłaczanie [1, 2].

2 BADANY MATERIAŁ

Przedmiotem badań była ocena odporności na oddziaływanie warunków atmosferycznych dwóch komercyjnych materiałów poliamidowych (PA6). Oba modyfikowane były w kierunku polepszenia odporności na warunki klimatyczne. Z uwagi na mały ciężar właściwy, dużą wytrzymałość mechaniczną i zmodyfikowaną odporność na czynniki środowiskowe, materiał ten badano pod kątem zastosowania go do konstrukcji wszelkiego rodzaju osłon pracujących na zewnątrz, takich jak szafki elektryczne, osłony aparatów czy elementy konstrukcyjno-izolacyjne. Poniżej przedstawiono ogólny wzór chemiczny poliamidu 6:



Ochrona przed fotodegradacją tworzyw sztucznych polega na ich modyfikacji poprzez wprowadzenie do łańcucha polimerowego dodatków powodujących ograniczenie absorpcji światła i tłumiących promieniowanie UV. Polimery o powierzchniach odbijających światło jak również te zawierające niektóre pigmenty, np. czarną sadzę absorbują mniej światła. Związki absorbujące promieniowanie UV albo przekształcają padające promienie świetlne na znacznie mniej szkodliwe promieniowanie podczerwone lub też najpierw ulegają przekształceniu na inny związek. Ditiokarbaminian nikiel i jego związki stosowane do tworzyw sztucznych jako dodatki tłumiące promieniowanie UV powodują dezaktywację stanów wzbudzonych, a same ulegają wzbudzeniu [3, 4].

3 BADANIA MATERIAŁOWE

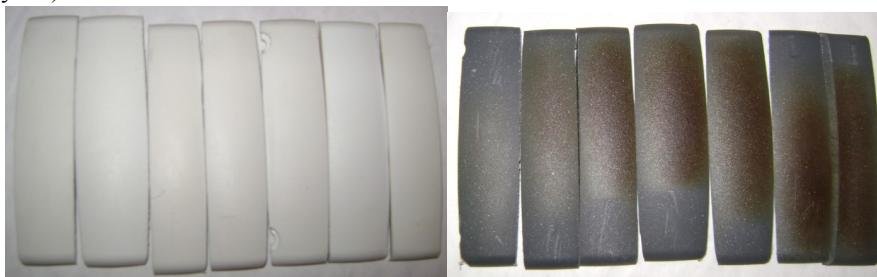
Do badań wykorzystano dwie serie próbek materiału, zawierające różne rodzaje stabilizatorów ultrafioletu. Dokładny skład stabilizatorów stanowi tajemnicę producenta, dlatego też serie próbek oznaczono numerami (1 – kolor biały i 2 – kolor szary). Ze względu na sposób modyfikowania próbek narażano je intensywnym oddziaływaniem UV. Odbywało się to w aparacie typu Xenotest, system Casella. Warunki przyspieszonego starzenia były następujące: test ASC (Accelerated Short Cycle), moc lampy 1500 W, pełny zakres UV (A, B, C oraz IR), nasłonecznienie ciągłe [5]. Próbkę obu rodzajów materiału starzono przez okres 504 godzin. Przeliczając dawkę energii promieniowania UV, którą próbki otrzymały w trakcie badania, z uwzględnieniem średniej dawki promieniowania naturalnego w naszej szerokości geograficznej w czasie roku, otrzymujemy odpowiadający starzeniu czas ekspozycji w warunkach naturalnych równy ok. 18 latom. Oczywiście korelacja między procesami starzeniowymi w obu przypadkach nie jest bezpośrednia, gdyż kinetyka procesów degradacyjnych jest inna, jednak takie przeliczenie umożliwia uzmysłwienie sobie intensywności narażenia.

W trakcie trwania badania, co 72 godziny, wyciągano z aparatu po jednej próbce z każdej serii i poddawano je oględzinom oraz badaniom odporności na łuk elektryczny [6]. Wybór tego parametru wiąże się z oczekiwanymi zastosowaniami modyfikowanego materiału do konstrukcji osłon, obudów czy też innych elementów konstrukcyjnych.

Tabela 1. Odporność badanych próbek na łuk elektryczny wg [6] w czasie starzenia ultrafioletem

	czas oddziaływania UV w aparacie Xenotest (godziny)							
	0	72	144	216	288	360	432	504
Seria 1 (próbki białe)	185	180	185	180	180	180	180	180
Seria 2 (próbki szare)	150	150	145	130	125	120	120	120

Materiał nr 1 w czasie badań wykazał dużą odporność na oddziaływanie nasłonecznienia, pojawiła się tylko niewielka zmiana barwy z białej na żółtą. Odporność na łuk elektryczny pozostała na niezmiennym dobrym poziomie. Jego odporność na oddziaływanie nasłonecznienia w klimacie umiarkowanym ocenia się jako bardzo dobrą (Rys. 1).



Rys. 1. Próbkę modyfikowanego materiału PA6 nr 1 (białe) i nr 2 (szare) w czasie starzenia, wyjmowane z aparatu Xenotest co 72 godziny (od lewej do prawej).

Materiał nr 2 w czasie badań wykazywał zasadnicze, widoczne gołym okiem, zmiany barwy z szarej na żółto-brązową. Także jego odporność na działanie łuku elektrycznego, pierwotnie nieco gorsza niż dla materiału nr 1, dalej się pogorszyła. Materiał ten nie zawiera odpowiednich skutecznych stabilizatorów UV, jego odporność na działanie nasłonecznienia w klimacie umiarkowanym jest ograniczona.

Próbki z obu serii poddano także badaniom parametrów mechanicznych (Tab. 2).

Tabela 2. Wybrane właściwości mechaniczne poliamidu 6 (PA6)

	T_{m1} [°C]	T_{m2} [°C]	H N/m ²	σ_r MPa	ϵ_r %	E GPa
PA6 o barwie białej	212	243	$1,8 \times 10^8$	45	80	1,1
PA6 o barwie szarej	216	247	$1,3 \times 10^8$	41	93	0,9

gdzie: T_{m1} i T_{m2} – początkowa i końcowa temperatura topnienia, H – twardość wg Brinella, σ_r – naprężenie zrywające, ϵ_r – wydłużenie przy zerwaniu, E – moduł Younga

Sprawdzono temperaturę topnienia, ich twardość, naprężenia zrywające, wydłużenie przy zerwaniu i moduł Younga. Próbkę te charakteryzują się dobrymi wartościami tych parametrów, w niektórych przypadkach polepszonymi dzięki modyfikacji, w stosunku do czystych poliamidów. Wartość parametrów mechanicznych zbadano przed i po zakończeniu starzenia i stwierdzono, że nie uległy one zmianie, co wynika z powierzchniowego oddziaływania UV na materiał, bez wpływu na właściwości w całej objętości materiału.

4 WNIOSKI

W artykule przedstawiono badania odporności na nasłonecznienie i działanie łuku elektrycznego modyfikowanych materiałów poliamidowych. Modyfikacja polegała na dodatku stabilizatorów UV. Z dwóch badanych serii próbek jedna (nr 2, szare) dość szybko odbarwiała się w trakcie oddziaływania ultrafioletu. Jej odporność na działanie łuku również obniżyła się. Z kolei druga seria próbek (nr 1, białe) w czasie całego cyklu badawczego zachowała pierwotny kolor, z ledwie zauważalnymi odbarwieniami. Także jej odporność na łuk elektryczny, i tak pierwotnie wyższa niż dla serii nr 2, nie zmieniła wartości. Można więc wyciągnąć wniosek, że odpowiedni dobór stabilizatora UV dla tworzyw poliamidowych umożliwia ich stosowanie w warunkach napowietrznych. Ze względu na ich bardzo dobre właściwości mechaniczne i dobrą odporność na łuk elektryczny, materiał może być stosowany do konstrukcji wszelkiego rodzaju szafek elektrycznych, osłon aparatów, uchwyty i innych elementów konstrukcyjnych.

5 LITERATURA

- [1] Saechtling: Tworzywa Sztuczne, Poradnik, Warszawa: WNT, 1995;
- [2] W. Albrecht: Poliamidy, Warszawa: WNT, 1964;
- [3] J. Pieluchowski, A. Puszyński: Chemia Polimerów, WNT, Kraków, 2004;
- [4] M. Michalska, T. Zieliński: Tworzywa Sztuczne i Chemia, nr. 4, 2005, 14-18;
- [5] PN-EN ISO 4892-1 2001 - Tworzywa sztuczne. Metody ekspozycji na laboratoryjne źródła światła – Część 1: Zasady ogólne;
- [6] PN-EN 61621:2002 (U) Materiały elektroizolacyjne stałe suche – Odporność na wyładowania łukowe wysokonapięciowe, niskoprądowe.

MODIFIED POLYAMIDES FOR OUTDOOR ELECTRICAL APPLICATIONS

The paper presents results of research on polyamides modified with UV stabilizers. Such material has good mechanical properties and resistance to electric arc. Two series of material samples have been exposed to increased UV radiation. The material having proper UV stabilizer has very good resistance to UV radiation, therefore can be used in outdoor applications in electrical engineering, such as electric cabinets, casings of devices or insulating construction components.