



Janusz Michalski*, Zenon Tartakowski*

ODPORNOŚĆ NA STARZENIE RECYKLATOWYCH KOMPOZYTÓW POLIOLEFINOWYCH

Streszczenie: W trakcie procesu eksploatacji wyrobów z tworzyw sztucznych są one narażone na działanie czynników takich jak wilgotność oraz temperatura. W efekcie następują zmiany właściwości szczególnie mechanicznych oraz elektrycznych, które potęgują się wraz z czasem trwania niekorzystnego oddziaływania czynników. Istotny wpływ ma również budowa strukturalna materiału z którego jest wykonany wyrób. W pracy przedstawiono wyniki badań kompozytów, otrzymanych z recyklatów tworzyw poliolefinowych poddanych starzeniu w warunkach klimatu WGS — wilgotnego gorąca stałego (temp. +40°C i wilg. wzgl. 92±3%). Badano przebiegi parametrów dielektrycznych w funkcji czasu działania klimatu oraz określono odpowiadające im właściwości mechaniczne. Wyniki badań pozwoliły określić właściwości eksploatacyjne kompozytów recyklatowych.

Słowa kluczowe: recykling poliolefin, kompozycje polimerowe, starzenie, właściwości elektryczne, polietylen, polamid

1. Wstęp

Tworzywa sztuczne ze względu na swoje korzystne właściwości oraz możliwości ich modyfikowania jak i formowania mają duże zastosowanie w różnych gałęziach gospodarki. Od wielu lat zauważa się wzrastające ich zapotrzebowanie na wyroby elektroizolacyjne. Z grupy materiałów polimerowych można wyróżnić tworzywa poliolefinowe, które posiadają największe zastosowanie. Stosuje się je jako izolację przewodów i kabli oraz na wyroby osprzętu elektroizolacyjnego. Długotrwała eksploatacja wyrobów z tworzyw sztucznych przy zmieniających się warunkach otoczenia powoduje, że właściwości użytkowe ulegają obniżeniu. Szczególnie niekorzystny wpływ mają:

* Politechnika Szczecińska, Instytut Elektrotechniki, Al. Piastów 17, 70-310 Szczecin

- zmiany temperatury,
- zmiany wilgotności,
- oddziaływanie ultrafioletu,
- budowa strukturalna polimeru — mikro i nano struktura.

Stosowane dotychczas materiały polimerowe posiadały jednorodną budowę co powodowało, że w ich strukturze nie było granic fazowych, które w sposób istotny obniżają właściwości materiału.

Obecnie coraz częściej jako materiałów elektroizolacyjnych stosuje się kompozycje polimerowe, których właściwości są inne od właściwości materiałów z których je wykonano. Dobre właściwości elektryczne są skorelowane z właściwościami mechanicznymi jak i termicznymi. Taką grupę nowych materiałów stanowią kompozycje uzyskane z materiałów recyklingowych, które to są badane w Instytucie Inżynierii Materiałowej i Instytucie Elektrotechniki Politechniki Szczecińskiej [1, 2]. Przeprowadzone badania dowodzą, że materiały te mogą mieć szerokie zastosowanie na wyroby techniczne szczególnie tam gdzie nie są istotne wymogi higieniczne (np. wysoka sterylność, kontakt z żywnością).

Na przykładzie badań modyfikowanych kompozycji poliolefinowo-poliamidowych określono wpływu zmiennych warunków klimatycznych na ich właściwości symulując okres długotrwałej eksploatacji.

2. Materiał badawczy

Podstawowym materiałem badawczym były recyklaty wykonane z odpadów folii opakowaniowych a mianowicie:

- polietylen – PE rec – który określono gęstością $0,917 \text{ g/cm}^3$ i wskaźnikiem szybkości płynięcia WSP/MFI – $1,59 \text{ g/10 min}$ ($21,6 \text{ N}$, 503 K),
- 5 PA/PE – otrzymany z 5-cio warstwowej folii barierowej wykonanej metodą współwytłaczania, który określono gęstością $0,98 \text{ g/cm}^3$ oraz wskaźnikiem szybkości płynięcia WSP/MFI – $4,25 \text{ g/10 min}$ ($21,6 \text{ N}$, 503 K).

Powyższe materiały o określonym składzie poddano mieszanemu w mieszalniku bębnowym a następnie wytłaczaniu na wytłaczarce jednoślিমakowej z głowicą homogenizującą. Otrzymaną wytłoczoną poddano procesowi granulacji a uzyskany granulat posłużył do dalszego przetwórstwa.

Próbki do badań wykonano metodą wtryskową przy użyciu wtryskarki ślimakowej typu Monomat 80, zachowując jednakowe parametry przetwórcze dla wszystkich wykonywanych kompozycji [3, 4]. Próbki do badań właściwości elektrycznych posiadały kształt prostokątów o wymiarach $100 \times 110 \text{ mm}$ i grubość 2 mm . Właściwości mechaniczne badano stosując próbki w kształcie wiosełek.

3. Badania

Wykonane próbki poddano następującym badaniom właściwości:

- mechanicznych, obejmujących – wytrzymałość na rozciąganie statyczne, udarność, twardość,

- elektrycznych, obejmujących – wytrzymałość na przebicie, rezystywność, stratność dielektryczną.

Ponadto przeprowadzono badania przy użyciu mikroskopii świetlnej, celem określenia zmian w strukturze materiału w miejscach po przebicium iskrowym.

Badania właściwości mechanicznych prowadzono zgodnie z normami ISO zaś właściwości elektrycznych zgodnie z normami PN. Badania starzeniowe prowadzono zgodnie z wytycznymi IEC [4].

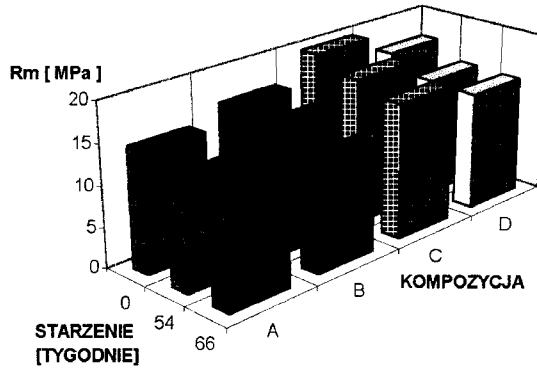
Przyjęto 12 tygodniowy cykl badawczy w warunkach WGS (*wilgotne gorąco stałe* — $+40^{\circ}\text{C}$ przy wilgotności względnej $RH = 95 \pm 3\%$), i w każdym tygodniu wykonywano pomiary, które po ustalonym okresie badawczym pozwoliły na określenie przebiegu zmian właściwości. Następnie próbki sezonowano w normalnych warunkach tj. w temperaturze 23°C i wilgotności 55% przez okres 54 tygodni i poddano ponownym badaniom w komorze klimatycznej przez okres 12 tygodni.

4. Wyniki badań

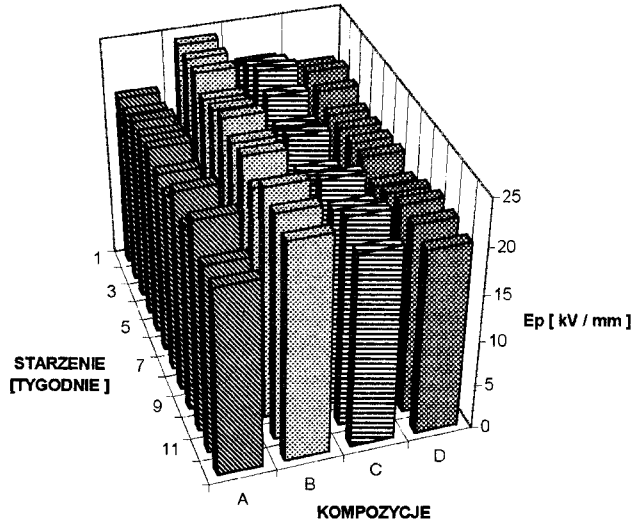
Uzyskane z badań wyniki opracowano w postaci graficznej. Poniżej przedstawiono przebieg zmian właściwości wytrzymałościowych na rozciąganie — rysunek 1 badanych kompozytów przed i po okresie starzenia jak również działania czynników WGS. Na rysunku 2 przedstawiono przebieg zmian wytrzymałości dielektrycznej w trakcie 12 tygodniowego okresu badań dla kompozycji modyfikowanych polietylenem. Badania wykazały, że pomimo budowy warstwowej kompozytu (poliamid w postaci rozproszonej o różnym stopniu zdyspersgowania w matrycy polietylenowej) oraz oddziaływania zmiennych czynników środowiskowych, nie nastąpił znaczący spadek właściwości a wręcz wystąpiło zjawisko stabilizacji materiałowej. Przeprowadzone badania mikroskopowe struktury materiał w miejscu po przebicium iskrowym — rysunek 3 (str. 237) wykazały, że przebieg zachodzących zmian oraz sposób powstawania i rozchodzenia się uszkodzenia w kompozycji jest podobny dla próbek przed i po okresie starzenia. Analiza wszystkich badanych właściwości wykazała podobną tendencję ich zmian, przy czym można zauważyć, że trend obniżenia właściwości jak i poprawa przebiegał przy stosunkowo niewielkim współczynniku m , zawierającym się w granicach — 0,187–0,322 (m — tangens kąta nachylenia trendu).

5. Wnioski

Z przeprowadzonych badań wynika, że właściwości kompozycji nie uległy dużym zmianom pomimo wielofazowej ich struktury materiału. Można stwierdzić że nastąpiła pewna stabilizacja ich właściwości co jest istotne przy długotrwałej eksploatacji wyrobów z polimerów. Uzyskane wyniki predysponują powyższe kompozycje do zastosowania na wyroby techniczne a w szczególności można je stosować jako materiały elektroizolacyjne. Możliwość zastosowania materiałów recyklatowych przyczynia się do ochrony środowiska. Ze względu na ważność tematyki recyklingu materiałów polimerowych, badania nad nowymi kompozycjami polimerowymi są kontynuowane.



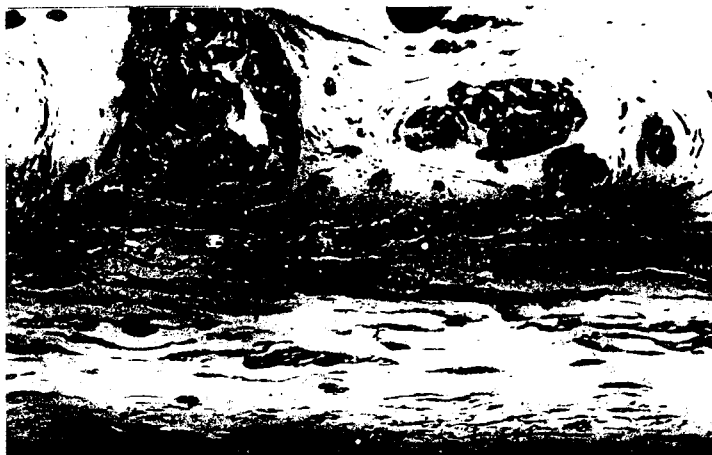
Rys. 1. Wytrzymałość na rozciąganie R_m [MPa] kompozycji: A-PE rec, B-PA/PE, C-PA/PE+25% PE rec, D-PA/PE+50% PE rec



Rys. 2. Wytrzymałość dielektryczna E_p [kV/mm] kompozycji: A-PE rec, B-PA/PE, C-PA/PE+25% PE rec, D-PA/PE+50% PE rec

Literatura

- [1] Tartakowski Z., Michalski J.: *Bull. TU of Szczecin*, Ekoplast Nr 7,79, 1995
- [2] Tartakowski Z., Michalski J.: *Elektroizolacyjne recyklingowe materiały kompozytowe*. Materiały XII Konferencji „Modyfikacja Polimerów”, Kudowa Zdrój, 1995
- [3] Michalski J., Tartakowski Z.: *Properties of PA/PE recyclates*. 36th IUPAC MACRO, Seoul 96
- [4] International Electrotechnical Commission. *Marine navigational equipment, General requirements. Methods of testing and required test results*. Publication 945, Geneva 1988



Rys. 3. *Struktura kompozycji polietylenowo-poliamidowej w miejscu przebicia*

RESISTENCE TO AGEING OF COMPOSITIES WITH RECYCLATED POLYOLEPHINS

In this arcicle was presented results of investigation of composities with recycled polyolephins. This composities was ageing in climate damp heat cycle (temp.+40°C, RH = 92 ± 3%). Investigated change of dielectric parameters in function time ageing of climate. Results of investigation define exploitation properties of compositeis recyclates.