

Jan Bursa *, Zbigniew Rosłaniec **

KOMPOZYCJE EPOKSYDOWE MODYFIKOWANE POLIMERAMI O DROBNEJ GRANULACJI

Streszczenie: Przedstawiono wyniki badania zmian właściwości elektrycznych kompozycji epoksydowych modyfikowanych kopolimerami (estero-eterami) (PEE), poliamidem 12 (PA 12) oraz polietylenem (PE) w trakcie starzenia w klimacie WGS (podwyższona wilgotność i temperatura). Powyższe modyfikatory miały postać drobnomielonego proszku lub granulatu o niewielkim rozrzucie wielkości granulek. Podatność na starzenie przebadanych kompozycji epoksydowych jest różna, zasadniczy wpływ na otrzymane wyniki ma technologia wytwarzania próbek, choć uzyskane wyniki pomiarów dają podstawy do uznania niektórych z badanych materiałów za dobre jako materiały elektroizolacyjne.

Słowa kluczowe: właściwości elektryczne, starzenie, polimery, epoksydy

1. Wstęp

Dynamiczny rozwój produkcji przemysłowej powoduje wzrost zapotrzebowania na nowe materiały. Wśród materiałów tych poczesne miejsce zajmują tworzywa sztuczne. Coraz mniejsze możliwości otrzymywania nowych tworzyw sztucznych spowodowały konieczność chemicznego i/lub fizycznego modyfikowania już istniejących, w celu poprawy ich właściwości. Właściwa technologia modyfikacji tworzyw sztucznych i jej przestrzeganie powinna doprowadzić do otrzymania kompozycji o lepszych właściwościach, a w konsekwencji do rozszerzenia możliwości ich stosowania w przemyśle, w tym także w przemyśle pracującym na potrzeby elektrotechniki.

Sz szczególnie interesującymi i często stosowanymi materiałami są tu kompozycje epoksydowe. Z powodu cennych właściwości wzbudzają one duże zainteresowanie w przemyśle, szczególne znaczenie zyskały w elektrotechnice, gdzie kompozycje

* Politechnika Szczecińska, Instytut Elektrotechniki

** Politechnika Szczecińska, Instytut Inżynierii Materiałowej

epoksydowe stosuje się jako elementy izolacyjno-konstrukcyjne do pracy w warunkach wewnętrznych. W zależności od miejsca pracy i wielkości napięcia, materiały te narażone są na działanie mieszaniny gazów utleniających (powstałych jako następstwo zachodzących wyładowań niezupełnych), a także czynników środowiskowych i chemicznych zawartych w atmosferze otaczającej izolację. W zależności od składu chemicznego kompozycji epoksydowych, różna jest ich odporność na starzenie, a co za tym idzie różny czas eksploatacji. Niewątpliwą zaletą żywic epoksydowych jest łatwość ich modyfikacji.

Tworzywa porównywane w niniejszej pracy są wynikiem modyfikacji kompozycji epoksydowych trzema różnymi polimerami o bardzo drobnej granulacji. Celem wprowadzania termoplastów i elastomerów do tworzyw epoksydowych jest zmniejszenie skurczu technologicznego, zmniejszenie gęstości tworzyw oraz możliwość wykorzystania do tego celu produktów odpadowych (z recyklingu).

2. Przedmiot badań i metodyka

Żywice epoksydowe (EP) są zdecydowanie bardziej odporne na działanie czynników klimatycznych niż termoplasty ogólnego przeznaczenia (PA, PE). Główną przyczyną takiego zachowania leży w budowie chemicznej tworzyw epoksydowych: aromatyczne elementy łańcucha polimerowego są szczególnie odporne na foto- i termoutlenianie, usieciowana struktura utrudnia dyfuzję tlenu i opóźnia ewentualne reakcje rodnikowe, a utwardzacze aminowe są jednocześnie niezłymi przeciwutleniaczami. Dodatki poliamidu (PA), polietylenu (PE), a szczególnie elastomerów kopoli(eterowo-estrowych) (PEE) mogą tylko pogorszyć te cechy. Jednak nie należy przesądzać tego faktu, gdyż znane są przypadki, że dodatek polimeru nieodpornego na procesy starzeniowe podwyższał odporność fotoooksydacyjną polimeru lepszej jakości. Mechanizm polegał na przeniesieniu łańcucha kinetycznego reakcji fotoutleniania prawie w całości na polimer „gorszy”. Przy większej zawartości termoplastów jako napelniaczy, zjawiskiem negatywnym może być dyfuzja międzyfazowa wilgoci lub innych czynników do wewnątrz kształtek, co może wpływać na właściwości mechaniczne i dielektryczne. W przypadku poliamidów, grupy amidowe, końcowe karboksylowe lub końcowe aminowe mogą reagować w procesie sieciowania z grupami epoksydowymi i dawać dobre połączenia międzyfazowe. Stąd ważne jest porównanie właściwości próbek napelnionych PA i PE. W tym ostatnim przypadku adhezji lub połączeń chemicznych międzyfazowych nie można się spodziewać. Pewna ilość grup karboksylowych występuje również w PEE. Może to dać efekt zwiększonej udarności jak również eliminowania elektryczności statycznej. Taką rolę odgrywają segmenty polieterowe w PEE.

Materiał badawczy stanowiły próbki z lanego kompozytu epoksydowego, modyfikowanego: kopoliestro(eterem) (elitel), poliamidem 12 i polietylenem — wszystkie w postaci drobnomielonego proszku lub granulatu o niewielkim rozrzucie wielkości granulek. Poszczególne serie próbek różniły się między sobą ilościami utwardzacza Z-1 i polimeru modyfikującego (tabela 1). Nie dodano napelniacza mineralnego. Próbki materiałowe poddano starzeniu w komorze klimatycznej, w której panował klimat WGS (klimat wilgotne gorąco stałe: temperatura 40°C, wilgotność 95%). W trakcie starzenia wykonywane były pomiary podstawowych właściwości elektrycznych, takich

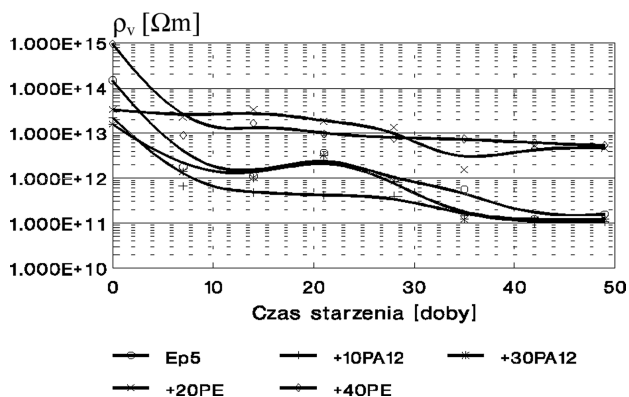
jak wytrzymałość elektryczna, odporność na łuk elektryczny, rezystywność skrośna, stratność itp.

Tabela 1. Składy wagowe badanych kompozycji

Nazwa	Ep	+10 PA 12	+30 PA 12	+20 PE	+40 PE	+20 PEE	+40 PEE
żywica Epidian 5	100	100	100	100	100	100	100
utwardzacz Z-1	10	10	10	8	8	12	12
modyfikator		10	30	20	40	20	40

3. Podsumowanie

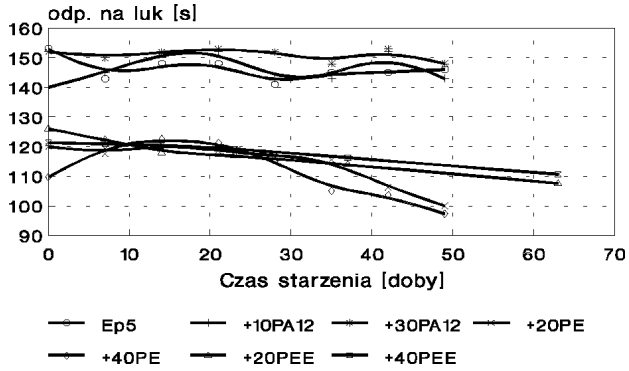
Uzyskane wyniki pomiarów (rys. 1–4) dają podstawy do uznania niektórych z badanych materiałów za dobre jako materiały elektroizolacyjne. Otrzymane wartości świadczą o niewielkim wpływie procesu starzenia na badane materiały. Zwiększenie ilości dodanego polimeru nie wpływa na właściwości kompozycji w sposób jednoznaczny.



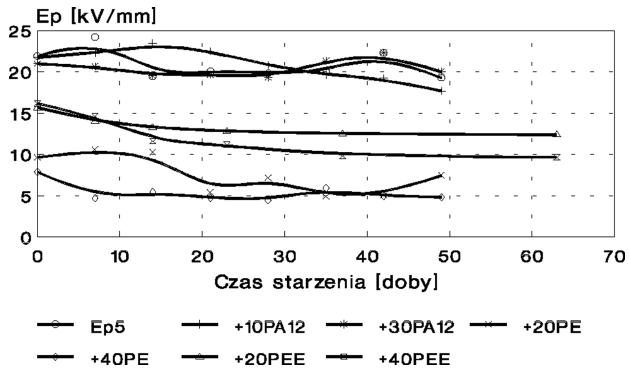
Rys. 1. Zmiany rezystywności skrośnej

Większy dodatek poliamidu 12 [1] powoduje poprawę niektórych właściwości elektrycznych. W przypadku kopoliestro(eterów) zwiększenie ilości napełniacza niewiele zmieniło, choć z tendencją „in minus” [2], dodatek polietylenu, natomiast, pogarszył jakość kompozycji.

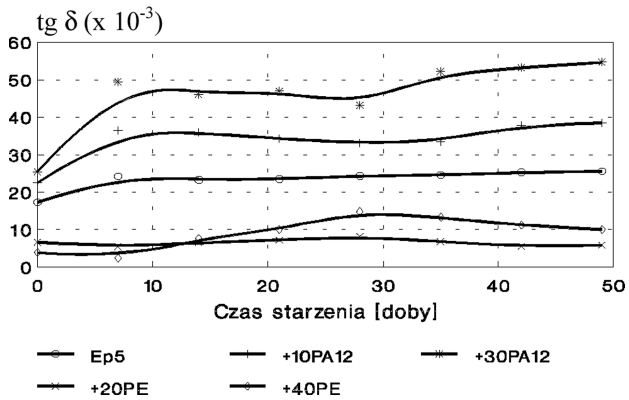
W każdej z próbek poddanych badaniom stwierdzono obecność pęcherzyków powietrza. Świadczy to o niedoskonałości technologii wytwarzania badanych kompozytów. Napełnienie kompozycji epoksydowych drobnomielonymi polimerami, przy niedoskonałej technologii, nie daje spodziewanych rezultatów. Badane tworzywa z PE oraz PEE nie nadają się w badanej postaci do zastosowania w jakiegokolwiek dziedziny elektrotechniki. Wnioski co do przydatności powyższych materiałów do stosowania będzie można wyciągnąć po zbadaniu próbek wytworzonych według poprawnej, zmiennej technologii.



Rys. 2. Zmiany odporności na łuk elektryczny



Rys. 3. Zmiany wytrzymałości elektrycznej



Rys. 4. Zmiany stratności dielektrycznej

Tworzywa z dodatkiem poliamidu 12 mogłyby być wykorzystane na elementy izolacyjno-konstrukcyjne o skomplikowanym kształcie i niskich wymaganiach napięciowych. W przyszłości wskazane byłoby przeprowadzenie badań starzeniowych obejmujących równoczesne oddziaływanie naprężeń mechanicznych i czynników środowiskowych. Dobrą, ale dalszą perspektywą jest wykorzystanie rozdrobnionych odpadów folii wielowarstwowych PA/PE, (tzw. barierowych) dostępnych w postaci czystej jako odpady technologiczne z pakowania żywności.

Literatura

- [1] **Bursa J.:** *Wpływ długotrwałej wilgoci na właściwości epoksydów modyfikowanych poliamidem 12.* IV Seminarium Techniczne „Materiały i układy elektroizolacyjne w przemyśle”, Ustroń – Jaszowiec 7–9.10.1998, str. 49–52
- [2] **Bursa J., Michalski J.:** *Electroinsulating Epoxy Composite Modified by Copoliestroether.* 14th Polymer Network Group International Conference „Polymer Network 98”, Trondheim 28.06–3.07.1998, Norway, P1

EPOXY COMPOSITIONS MODIFIED WITH FINE-GRAINED POLYMERS

The paper presents the results of research on changes of electric properties of epoxy composition modified with copoliestroether (PEE) or polyamide 12 (PA 12) or polyethylene (PE) during ageing in WGS conditions (higher humidity and temperature). The above modifiers were the fine-grained powders or granulars characterized with slight granule span. The susceptibility of epoxy composition samples to ageing was different while the samples manufacturing technology had significant influence on the results obtained. However, the measurement results might become the basis to accept several of materials tested as good electric insulating materials.