

Jan BURSA¹
Jerzy POMIANOWSKI²

MODYFIKACJA EPOKSYDOWYCH KOMPOZYCJI ELEKTROIZOLACYJNYCH

W ramach niniejszej pracy opanowano i opisano technologię wytwarzania nowych kompozycji epoksydowych zawierających w swym składzie acetyloferrocen - związek metaloorganiczny podwyższający odporność na destrukcję w obecności tlenu, oraz typowe wypełniacze stosowane w technologii kompozytów polimerowych. Materiał badawczy wykonany w postaci płaskich próbek poddano starzeniu cieplnemu i określono zmiany właściwości elektrycznych oraz zmiany masy.

1 WSTĘP

Żywice epoksydowe utwardzane w temperaturze pokojowej lub umiarkowanej (maksymalnie 60°C) stosowane są często w przemyśle elektrotechnicznym mimo słabej odporności na starzenie cieplne i niestabilności parametrów elektroizolacyjnych. Jedną z metod poprawy ich właściwości jest wprowadzenie wypełniaczy oraz dodatków obniżających szybkość destrukcji występującej pod wpływem tlenu i poprawiających stopień usieciowania utwardzonych wyrobów.

W przypadku wykonywania odlewów oraz syciw elektroizolacyjnych istotne jest aby lepkość kompozycji była jak najniższa, stąd w niniejszej pracy stosowano dodatki wypełniaczy (talk i wodzian glinu) w ilości nie przekraczającej 25% wag. W roli dodatkowego modyfikatora użyto pochodną ferrocenu – acetyloferrocen [1], znany jako środek zmniejszający palność tworzyw w rezultacie neutralizacji wolnych rodników. Jego ewentualne pozytywne działanie w normalnych temperaturach eksploatacyjnych nie było dotychczas sprawdzane

Otrzymane materiały poddano starzeniu w suchym powietrzu o temperaturze 80°C i sukcesywnie wykonywano pomiary następujących właściwości: wytrzymałości elektrycznej, odporności na prądy pełzne, odporności na łuk elektryczny, stratności, przenikalności i rezystywności skrośnej a także pomiarów zmiany masy. Składy badanych materiałów przedstawia tabela 1.

¹Politechnika Szczecińska, Instytut Elektrotechniki, 70-313 Szczecin, ul. Sikorskiego 37, tel. (0-91) 4494323, bursa@ps.pl

²Politechnika Szczecińska, Instytut Elektrotechniki, 70-313 Szczecin, ul. Sikorskiego 37, tel. (0-91) 4494323, jpomianowski@ps.pl

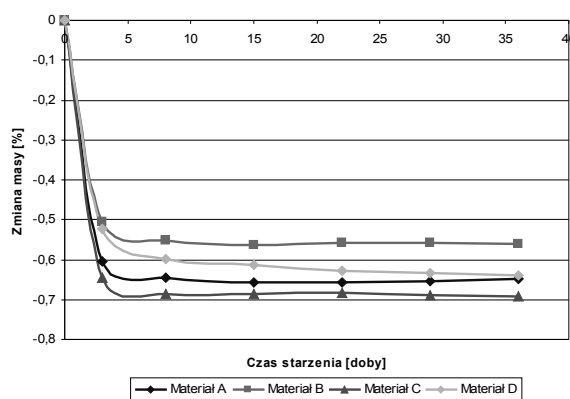
Tab. 1. Składy kompozycji modyfikowanych acetyloferrocenem

Materiał	Skład chemiczny [cz. w.]				
	Ep52	Z-1	talk	uwodniony tlenek glinu	acetyloferrocen
A	100	13	40	-	-
B	100	13	-	40	-
C	100	13	40	-	2
D	100	13	-	40	2

2 PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU I OPIS WYNIKÓW

Epidian® 52 jest to mieszaniną żywicy epoksydowej i eteru butylowoglicydylowego [2]. Do utwardzania żywicy Epidian 52 wykorzystano utwardzacz Z-1. Składniki kompozycji mieszano w temperaturze pokojowej po czym odpowietrzano pod ciśnieniem 30 mm Hg. Próbki utwardzono przez 75 minut w metalowej formie ogrzewanej do temperatury 55 °C. Po przeprowadzeniu badań wstępnych próbki poddawane były starzeniu w temperaturze 80 °C, przyjmując że typowa temperatura pracy urządzeń elektronicznych nie przekracza 70°C [3].

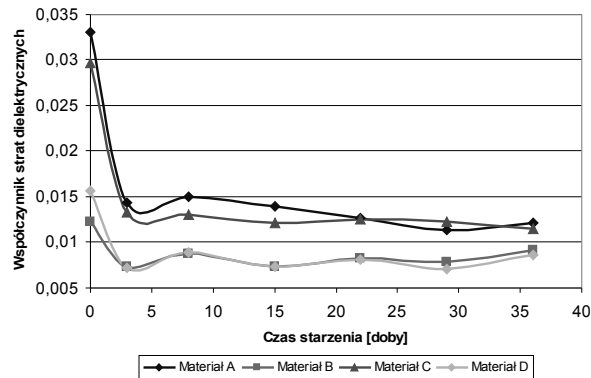
Zasadniczy spadek masy (rys. 1) następuje w ciągu pierwszych trzech dni starzenia i jest wyższy w próbkach zawierających talk. Po 3 dniach starzenia ubytek masy stabilizuje się i dla wszystkich kompozycji ustala się na poziomie -0,553 do -0,692 %mm.



Rys. 1. Zależność zmian masy badanych materiałów od czasu starzenia

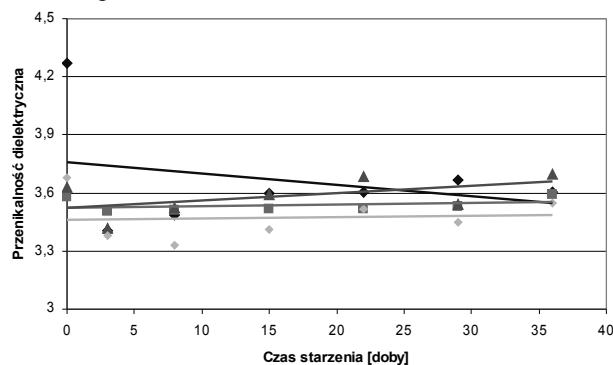
Badanie współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ i przenikalności dielektrycznej ϵ wykonano zgodnie z normą [4].

Zmiany współczynnika strat dielektrycznych (rys. 2) są zbieżne ze zmianami masy co świadczy o tym, że w pierwszych trzech dniach następuje odparowanie wody zawartej w kompozycjach. W kolejnych dniach wszystkie charakterystyki utrzymują się na podobnym poziomie, osiągając po 36 dniach starzenia wartości zawierające się w przedziale 0,0086 (materiał D) – 0,0121 (materiał A). Stratność próbek zawierających talk jest wyższa.



Rys. 2. Trend zmian współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg } \delta$ w czasie starzenia materiałów

Wszystkie wartości przenikalności w całym zakresie starzenia są zbliżone do siebie (rys. 3) i osiągają wartość 3,3 – 3,7. Korzystny wpływ acetyloferrocenu zaznacza się w materiale zawierającym wodzian glinu i ferrocen (materiał D), który charakteryzuje się niską i stabilną wartością przenikalności.



Rys. 3. Trend zmian przenikalności dielektrycznej ϵ w czasie starzenia materiałów

Badanie rezystywności skrośnej wykonano zgodnie z normą [5]. Rezystywność skrośna badanych materiałów rośnie w czasie starzenia. Największy wzrost rezystywności (od $3,5 \cdot 10^{13}$ do $3,38 \cdot 10^{14} \Omega \cdot \text{m}$) obserwuje się w przypadku materiału D (acetyloferrocen z wodzianem glinu).

Wytrzymałość elektryczna [6] wszystkich badanych próbek jest wysoka (od 22 – materiał D do 25 kV/mm – materiał A).

Wszystkie wytworzone materiały spełniają wymagania normatywne dotyczące odporności na prądy pełzające metodą kropłową [7], przy czym odporniejsze na działanie prądów pełzających są materiały zawierające wodzian glinu (B i D), z uwagi na płytszą ingerencję łuku w materiał. Dla wszystkich badanych kompozycji odporność na łuk elektryczny małej mocy [8] kształtuje się powyżej 180 s. Przeprowadzone badanie pozwala stwierdzić, iż najwyższą odporność na łuk elektryczny wykazuje materiał D, zawierający wodzian glinu i acetyloferrocen (182,0 – 201,7 s).

3 WNIOSKI

1. Talk w roli wypełniacza prowadzi go kompozycji o gorszych właściwościach elektrycznych niż uwodniony tlenek glinu.
2. Korzystny wpływ wprowadzenia acetyloferrocenu jest bardziej widoczny w kompozycjach napelnianych wodzianem glinu.
3. Żywica Epidian 52 zawierająca 25% wodzianu glinu i 2% acetyloferrocenu daje po utwardzeniu wyroby o niskiej i stabilnej przenikalności dielektrycznej, oraz wysokiej i rosnącej podczas starzenia rezystancji skrośnej. Powyższy materiał wykazuje również najlepszą odporność na łuk elektryczny małej mocy.

4 LITERATURA

1. Seignitz A.: Methoden der Organischen Chemie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, vol 13/9a, p. 440, 1986.
2. Czub P., Bończa - Tomaszewski Z., Pęczek P., Pieluchowski J.: Chemia i technologia żywic epoksydowych. Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa, str. 223 – 225, 2002.
3. Celiński Z.: Materiałoznawstwo elektrotechniczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2005.
4. PN-86/E – 04403 – Materiały elektroizolacyjne stałe - Metody pomiaru przenikalności elektrycznej i współczynnika strat dielektrycznych.
5. PN-88/E – 04405 – Materiały elektroizolacyjne stałe - Pomiar rezystancji.
6. PN-EN 60243 - 1 : 2002 (U) – Metody badań wytrzymałości elektrycznej materiałów elektroizolacyjnych stałych.
7. PN-EN 60112 : 2003 (U) – Metoda wyznaczania wskaźników porównawczych i odporności na prądy pełzające materiałów elektroizolacyjnych stałych.
8. PN-EN 61621 : 2002 (U) – Materiały elektroizolacyjne stałe suche – Odporność na wyładowania łukowe wysokonapięciowe.

MODYFICATIONS OF ELECTROINSULATING EPOXY COMPOSITIONS

The paper discusses plastics used in electronics and telecommunications, paying particular attention to epoxide materials and compounds, their composition and preparation. It presents issues concerning polymer aging caused by various environmental factors. As part hereof, a technology of production of new epoxide compounds containing ferrocene compounds has been mastered and described. Flat samples of the research material were subjected to aggressive climate and changes and electrical properties were measured..