

Autor: mgr inż. Mateusz Imiela

Promotor: prof. dr hab. inż. Dariusz M. Bieliński

Promotor pomocniczy: dr inż. Rafał Anyszka

Ceramizacja kompozytów elastomerowych

Elastomerowe kompozyty ceramizujące pod wpływem działania ognia zmieniają swoją strukturę (morfologię) z elastycznej gumy na porowatą ceramikę. Przypominająca pumeks, nowo wytworzona, struktura ceramiczna chroni wnętrze materiału przed dalszą degradacją, a materiały nią powleczone chroni przed bezpośrednią ekspozycją na ogień i wysoką temperaturę. Proces ten polega głównie na przemianach fizycznych (określanych również jako pasywne), przez co ma przewagę nad klasycznymi sposobami uniepalniania kompozytów polimerowych, ponieważ w jego konsekwencji powstaje dużo mniej, często niebezpiecznych, produktów rozkładu termicznego matrycy polimerowej oraz zastosowanych „chemicznych” antypirenów. Aby mogło dojść do ceramizacji tego typu kompozytów konieczny jest dodatek specjalnego napełniacza, tak zwanego topnika. Jest to najczęściej mieszanina tlenków metali charakteryzująca się niską temperaturą mięknięcia. Napełniacz ten ma za zadanie połączyć ze sobą cząstki innych, odpornych termicznie napełniaczy wchodzących również w skład kompozytu ceramizującego, zanim matryca polimerowa ulegnie dekompozycji pod wpływem temperatury. W ten sposób następuje termicznie aktywowana, przemiana kompozytu ceramizującego o osnowie polimerowej w ciągłą, porowatą strukturę ceramiczną o wysokiej odporności mechanicznej i właściwościach barierowych.

Ponieważ kompozyty polimerowe zdolne do ceramizacji są materiałami o dużej zawartości napełniaczy część literaturowa zaczyna się od opisu właściwości wybranych kompozytów polimerowych, w których ilość stosowanych napełniaczy przekracza 100 części wagowych na 100 części wagowych polimeru. Następnie opisywane są zjawiska zachodzące podczas termicznej degradacji wybranych polimerów: kauczuków silikonowych, poli(chlorku winylu), kopolimeru etylenu i octanu winylu oraz kauczuku batadienowo-styrenowego. Kolejne podrozdziały zawierają opisy sposobu badania palności materiałów polimerowych oraz sposobów ich uniepalniania z uwzględnieniem podziału substancji uniepalniających na mechanizm ich działania, to jest chemiczny, fizyczny oraz hybrydowy. Pierwsza część kończy się opisem poszczególnych mechanizmów ceramizacji oraz skupia się na opisie właściwości znanych już w literaturze kompozytów ceramizujących o matrycy z kauczuków silikonowych oraz innych polimerów organicznych.

Badania w niniejszej pracy koncentrują się wokół tematu palności materiałów polimerowych skupiając się na kompozytach elastomerowych zdolnych do ceramizacji.

Potwierdzone zostało również synergistyczne działanie antypirenu i procesu ceramizacji w celu poprawy właściwości termicznych i ognioodporności kompozytów elastomerowych.

W drugiej części przedstawiono metodykę badań oraz wyniki opisujące właściwości kompozytów ceramizujących o matrycy z kauczuku butadienowo-styrenowego. Właściwości tych kompozytów zostały określone badając wpływ:

- napelniaczy mineralnych;
- współmielenia napelniacza mineralnego i topnika przed wprowadzeniem do mieszanki kauczukowej oraz różne stosunki wagowe tych napelniaczy względem siebie;
- kopolimerów etylenu i octanu winylu różniących się zawartością octanu winylu;
- standardowych plastyfikatorów oraz grafitu;
- grafenu;
- oleju silikonowego i sieciowania przy użyciu nadtlenu dikumylu;
- wspólnego działania układu zdolnego do ceramizacji i cyjanuranu melaminy.

W celu określenia właściwości wytworzonych kompozytów ceramizujących wykonano następujące badania:

- kinetykę procesu wulkanizacji przy użyciu wulkametru;
- wytrzymałość na rozciąganie, odporność na rozdieranie, twardość przy użyciu maszyny wytrzymałościowej;
- oporność elektryczna przy użyciu aparatu skonstruowanego w Instytucie Technologii Polimerów i Barwników;
- ognioodporność i właściwości termiczne przy użyciu kalorymetrii stożkowej, analizy termogravimetrycznej, różnicowej kolorymetrii skaningowej;
- wytrzymałość na ściskanie powstałej podczas procesu ceramizacji zgorzeliny przy użyciu maszyny wytrzymałościowej;
- morfologię przy użyciu mikroskopii optycznej, skaningowej mikroskopii elektronowej.

Wyniki badań pokazały, że optymalnym napelniczem do wytwarzania kompozytów elastomerowych na bazie kauczuku butadienowo-styrenowego jest mika, która powinna być dodawana do kompozytu z topnikiem w stosunku 2:1 (mika:topnik). Dodatek plastyfikatorów w celu poprawy mieszalności wpływa negatywnie na właściwości mechaniczne i odporność gumy na palenie, jednakże zastosowany jako plastyfikator grafit, pogarsza te właściwości nieznacznie przy jednoczesnym wzmocnieniu mechanicznym powstałej w procesie ceramizacji zgorzeliny. Grafen ze względu na skuteczne odbijanie promieniowania podczerwonego może opóźnić początek palenia, natomiast układ ceramizujący razem ze standardowym antypirenem, w tym przypadku cyjanuranem melaminy, bardzo efektywnie podwyższa zarówno właściwości mechaniczne jak i ognioodporność wulkanizatów.

Motek Jurek