

## Streszczenie

Na drodze rozwoju materiałów polimerowych cechujących się doskonałą wytrzymałością mechaniczną, najbardziej znaczącą rolę odegrały materiały kompozytowe, głównie wzmocniane włóknami szklanymi. Aby włókna zawarte w kompozycie w sposób skuteczny działały jako wzmocnienie, muszą być zdolne do przenoszenia naprężeń z matrycy polimerowej. Efektywność przenoszenia naprężeń zależy od wielu czynników, spośród których kluczową rolę odgrywają zjawiska zachodzące na granicy faz włókno-matryca polimerowa.

W ramach rozprawy doktorskiej, otrzymano blendy polimerowe polipropylenu z poli(tereftalanem butylenu), które stanowiły matrycę do otrzymania kompozytów termoplastycznych. Z uwagi na fakt, że z termodynamicznego punktu widzenia, oba materiały polimerowe są niemieszalne ze sobą (różnica ich parametrów rozpuszczalności to, w zależności od masy cząsteczkowej: 5-6 MPa<sup>1/2</sup>), blendy takie należało poddać procesowi kompatybilizacji. W tym celu zastosowano dwa kopolimery z grupy elastomerów termoplastycznych, różniące się m.in. strukturą chemiczną, segmentową oraz masą cząsteczkową. Przedstawiono i udowodniono również odmienny mechanizm działania zastosowanych kompatybilizatorów, co potwierdzono między innymi w badaniach różnicowej kalorymetrii skaningowej, analizie termicznej dynamicznych właściwości mechanicznych, analizie termogravimetrycznej, badaniach mechanicznych, skaningowej mikroskopii elektronowej oraz w badaniach dielektrycznych. Proponowane przez autora pracy mechanizmy kompatybilizacji odnoszą się bezpośrednio do budowy strukturalnej (kopolimery randomiczne i trójblokowe) zastosowanych kompatybilizatorów oraz objętości interfazy, która formuje się pomiędzy składowymi blendy polimerowej. Autor dysertacji postuluje, że poza naturą chemiczną zastosowanych kopolimerów, istotniejsze jest ich ułożenie w przestrzeni międzyfazowej (organizacja bloków/segmentów). Randomiczny, eksperymentalny kopolimer poli(tereftalan butylenu-*r*-dilinolan butylenu) (PBT-DLA) pozwala na bardziej efektywne pokrycie interfazy (mechanizm typu „stitching” – zszywanie), podczas gdy komercyjny trójblokowy kopolimer poli(styren-*b*-etylen/butylen-*b*-styren) (SEBS) znacznie głębiej penetruje obie fazy mieszanych polimerów (mechanizm typu „stapling” – przesywanie). Oba rozwiązania procesu kompatybilizacji przyniosły porównywalne

efekty poprawy mieszalności, lecz zastosowany w pracy kopolimer PBT-DLA posiada zasadniczą przewagę w porównaniu do komercyjnych petrochemicznych kompatybilizatorów – może być otrzymywany w 100% z monomerów pochodzenia naturalnego.

Z przygotowanych kompatybilnych mieszanin polimerowych w drugim etapie pracy otrzymano kompozyty, w których fazę wzmacniającą stanowiły cięte włókna bazaltowe. Zastosowano dwa rodzaje włókien bazaltowych, pokrytych dwoma różnymi rodzajami preparacji, zwiększającymi adhezję, w przypadku pierwszej z nich: do poliolefin (na bazie polipropylenu szczepionego bezwodnikiem maleinowym), a w przypadku drugiej, referencyjnej, do technicznych termoplastów (komercyjna preparacja dedykowana materiałom termoplastycznym takim jak poliestry, poliuretany, poliamidy).

Kluczowy aspekt, jakim jest obecność oddziaływań międzyfazowych na granicy faz włókno-matryca polimerowa, skwantyfikowano stosując pomiar adhezji włókna do materiału polimerowego za pomocą metody "pull-out" (wyciągania pojedynczego włókna z matrycy polimerowej). Otrzymane wyniki skorelowano z badaniami właściwości mechanicznych kompozytów w testach quasi statycznego rozciągania, trójpunktowego zginania oraz w testach udarnościowych. Opisano również zjawiska zachodzące w przestrzeni międzyfazowej i przypisano je, w zależności od rodzaju preparacji m.in. oddziaływaniom van der Waalsa, oddziaływaniom polarnym czy formowaniu wiązań wodorowych. Hipotezę dotyczącą mechanizmów kierujących zachowaniem się materiałów na granicy faz pojedyncze włókno-matryca potwierdzono w badaniach skaningowej mikroskopii elektronowej kompozytów.

Potwierdzenie hipotezy badawczej, dotyczącej kompozytów termoplastycznych, w odniesieniu do całej objętości kompozytu, wymagało jednak przeprowadzenia dodatkowych badań nad adhezją włókien do matrycy polimerowej. W tym celu podjęto, po raz pierwszy w przypadku tego typu materiałów, próbę wyjaśnienia, opisanie i skwantyfikowania zjawisk zachodzących na granicy faz włókno-matryca polimerowa, dla kompozytów termoplastycznych wzmacnianych ciętym włóknem bazaltowym, przy zastosowaniu nieniszczącej techniki szerokopasmowej spektroskopii dielektrycznej. Wyniki potwierdziły, że na całkowitą adhezję włókien do matrycy polimerowej wpływają

jednoczesne interakcje grup funkcyjnych obecnych w matrycy polimerowej, w wyniku ich kompatybilizacji, oraz na powierzchni włókien, jako skutek ich preparacji chemicznej.

*04.02.2021*

*Wojciech Ignaczak*