

Streszczenie rozprawy doktorskiej w języku polskim

mgr Myong Joon Oh

pt.: Development of novel silicon-based coupling agents as silica filler dispersants for „green” tire compounds

Termin “zielone opony” odnosi się do wysokosprawnych opon do samochodów osobowych zawierających krzemionkę jako wzmacniający napełniacz. Główną zaletą “zielonych” opon jest niezwykle niski opór toczenia, zatem oferują one znacznie lepszą wydajność spalania paliwa niż konwencjonalne opony wzmacniane wyłącznie napełniaczem węglowym. Wprowadzenie “zielonych” opon na rynek przez firmę Michelin w latach 90-tych ubiegłego wieku stanowiło przełomowy moment w historii przemysłu motoryzacyjnego, gdyż zademonstrowano nowe możliwości ekonomicznej jazdy za pomocą odpowiedniego doboru składu mieszanki opon. Do tej pory uważa się, że jedynie opony oparte o napełniacze krzemionkowe są w stanie osiągnąć najwyższy poziom wydajności paliwowej.

Niestety, krzemionka jako materiał polarny jest trudna do zmieszania z matrycą kauczukową. Skomponowanie mieszanki gumowej z krzemionką w nieodpowiedni sposób prowadzi do separacji faz. Powyższa kwestia jest rozwiązywana przez przemysł przez dodatek bifunkcyjnych silanowych środków sprzęgających, które skutecznie polepszają oddziaływanie polarnego napełniacza z matrycą, a w rezultacie stopień dyspersji krzemionki. Najczęściej stosowanym silanowym środkiem sprzęgającym jest bis(trietoksylilopropyl)tetrasilarszek (TESPT), wynaleziony w latach 70-tych. Jednak, dalszy rozwój technologii “zielonych” opon wymaga opracowania nowej generacji środków sprzęgających o znacząco polepszonej skuteczności działania, które umożliwią wprowadzenie zwiększonej ilości krzemionki do bieżnika opony. Ponadto, z uwagi na szereg wprowadzanych regulacji dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy pojawia się konieczność zastąpienia grup trietoksylilowych w cząsteczce TESPT ze względu na uwalnianie się par szkodliwego etanolu podczas komponowania kauczuku. Emisja lotnych związków organicznych zanieczyszcza atmosferę w obrębie stanowisk pracy osób obsługujących urządzenia przemysłowe.

Biorąc powyższe pod uwagę, głównym celem niniejszej rozprawy było opracowanie nowych pochodnych krzemoorganicznych jako ekologicznych i ekonomicznych dyspersantów napełniacza krzemionkowego w produkcji “zielonych” opon. Wpływ otrzymanych związków na właściwości potomnych materiałów kompozytowych SSBR/BR/SiO₂ został dogłębnie zbadany, w odniesieniu do handlowych silanowych środków sprzęgających.

Niniejsza rozprawa została podzielona na kilka rozdziałów. W **Rozdziale 1** przedstawiono cele, informacje wstępne oraz uzasadnienie dla podjętej tematyki badawczej. Natomiast, w **Rozdziale 2** opisano podstawowe zagadnienia technologii wytwarzania opon, wraz z najnowszym stanem techniki

dotyczącym środków sprzęgających stosowanych podczas wytwarzania “zielonych” opon. W **Rozdziałach 3, 4** oraz **5** omówiono rezultaty badań aplikacyjnych dla opracowanych związków, tj. pochodnych trialkoksyililowych posiadających grupy funkcyjne z atomem azotu oraz siarkofunkjonalizowanych pochodnych silatranowych. Każdy z trzech rozdziałów opisujących część doświadczalną rozpoczyna się krótkim przeglądem literatury na temat badanych związków, po czym następuje omówienie wyzwań syntetycznych napotkanych podczas pracy. W **Rozdziale 3** oraz **5** przedstawiono wyniki testów przygotowania mieszanek dla odpowiednio *N*-funkcjonalizowanych pochodnych trialkoksyililowych oraz *S*-funkcjonalizowanych pochodnych silatranowych. Natomiast, **Rozdział 4** zawiera omówienie aspektów mechanistycznych opracowanej w niniejszej rozprawie metodologii otrzymywania silatranów.

Zebrane dane eksperymentalne pokazują, iż *N*-funkcjonalizowane pochodne trialkoksyililowe wywołały znacznie gorszy opór toczenia u próbki kauczuku niż TESPT. Spowodowane było to wytworzeniem zaawansowanej sieci cząstek napełniacza indukowanym przez polarne atomy azotu, podczas gdy nie udało się osiągnąć wystarczających oddziaływań napełniacza z matrycą polimerową. Z drugiej strony, pochodne silatranowe okazały się obiecującymi zamiennikami dla komercyjnych silanowych środków sprzęgających, wolnymi od lotnych związków organicznych. Niemniej, silatranu wymagają odpowiedniej optymalizacji procedury mieszania kauczuku, ponieważ potrzebują wysokiej temperatury dla osiągnięcia pożądanego stopnia silanizacji powierzchni krzemionki. Ponadto, zarówno klatka silatranowa, jak i trialkoholoamina uwalniana podczas mieszania mieszanek gumowej przyczyniają się do skutecznego otwarcia pierścienia S₈, wywołując przedwczesną wulkanizację. Zatem, układ przyspieszający/aktywujący wulkanizację musi zostać odpowiednio dobrany dla silatranowych środków sprzęgających.