

Możliwość połączenia komponentów organicznych i nieorganicznych w jeden kompozytowy materiał jest na szeroką skalę wykorzystywana we współczesnej inżynierii materiałowej. Większość obecnie prowadzonych badań skupia się na układach złożonych z matrycy polimerowej napełnionej cząstkami nieorganicznymi, których przynajmniej jeden wymiar nie przekracza 100 nm (tzw. nanocząstkami). W przypadku równomiernego zdyspergowania w matrycy polimerowej takie drobiny pozwalają znacznie poprawić właściwości mechaniczne polimerów, zwiększyć ich odporność termiczną, a także zmienić szereg innych parametrów (np. przewodność elektryczną, przepuszczalność gazów i cieczy). Aby uniknąć niekorzystnych procesów agregacji nanocząstek na ich powierzchnię wprowadza się dodatkowo związki organiczne, które stanowią warstwę pośrednią pomiędzy składnikami kompozytu – metoda ta, zwana kompatybilizacją, nie zawsze bywa jednak skuteczna. Interesującą alternatywą może stać się wykorzystanie nanocząstek z polimerów hybrydowych, czyli wielkich cząsteczek chemicznych, w których grupy organiczne są trwale połączone ze szkieletem nieorganicznym. W tego typu układach, poprzez umiejętne zaplanowanie struktury makrocząsteczki i dobór odpowiednich warunków syntezy, można w znacznym stopniu wpływać zarówno na wielkość nanocząstek, jak i ich kształt uzyskując odmiany morfologiczne w postaci nanowłókien, nanopłytek czy nanosfer. Oba czynniki mają później bardzo istotny wpływ na właściwości użytkowe kompozytów. Możliwość praktycznego wykorzystania tego typu układów nadal napotyka wiele ograniczeń dotyczących głównie znacznego stopnia skomplikowania metod ich syntezy oraz wymogu stosowania kosztownych reagentów.

Autorzy zgłoszonego projektu zamierzają opracować bardzo proste metody syntezy polimerów hybrydowych z wykorzystaniem reakcji estrów kwasu fosforowego z łatwo dostępnymi pochodnymi (tlenkami, wodorotlenkami, solami) cynku, magnezu i wapnia. Przeprowadzone zostaną systematyczne badania zmierzające do ustalenia, czy poprzez odpowiedni dobór reagentów i warunków reakcji można kontrolować sposób łączenia się pochodnych kwasu fosforowego z kationami metali. W założeniu powstające produkty powinny najpierw utworzyć liniowe łańcuchy lub warstwy, a następnie ulegać samoorganizacji do nanocząstek o określonej morfologii (kształcie). Analizowane będą przemiany strukturalne jakim ulegają takie cząstki pod wpływem temperatury, aż do ich termicznego rozkładu, oddziaływania polimerów hybrydowych z rozpuszczalnikami i klasycznymi polimerami organicznymi o różnej polarności, a także właściwości mechaniczne i stabilność termiczna powstających materiałów kompozytowych. Badania te mogą przyczynić się do opracowania nowych zamienników tradycyjnych materiałów polimerowych zapewniających poprawę wybranych właściwości użytkowych lub poszerzających zakres ich praktycznego wykorzystania. Np. niektóre z otrzymanych fosforanowych pochodnych cynku, wapnia i magnezu mogą być w przyszłości wykorzystane jako trudnopalne materiały zdolne do wytwarzania ochronnych warstw ceramicznych.

W ramach projektu podjęte zostaną próby trwałego połączenia zsyntezowanych polimerów hybrydowych z klasycznymi polimerami organicznymi. Takie działanie powinno skutkować powstaniem trójwymiarowych sieci lub układów, w których łańcuchy organiczne wyrastają z pojedynczych nici lub warstw nieorganicznych, tzw. grzebieni lub szczotek polimerowych. Należy oczekiwać, że te dwa ostatnie typy połączeń otworzą drogę do specyficznej samoorganizacji domen organicznych i nieorganicznych skutkującej powstaniem materiałów o budowie laminarnej (warstwowej) lub o innej morfologii, zawierających elastyczne kanały organiczne. Szczególny nacisk położony zostanie na otrzymanie i charakterystykę stałych lub żelowych materiałów hybrydowych, w których kanały te będą zdolne do szybkiego transportu kationów litowych. W wypadku uzyskania układów o dobrych właściwościach przewodzących podjęte będą dalsze badania elektrochemiczne zmierzające do oceny ich przydatności jako nowych elektrolitów w bateriach litowych.

Autorzy projektu sądzą, że poznanie reguł rządzących procesami samoorganizacji w badanych układach może mieć istotne znaczenie dla lepszego zrozumienia niektórych procesów zachodzących w organizmach żywych, w których udział biorą naturalne estry kwasu fosforowego takie jak kwasy nukleinowe czy fosfolipidy.