

Czynnikiem warunkującym rozwój i wdrożenie nowych technologii jest często potrzeba zastosowania w nich materiałów o unikalnych właściwościach. Zdarza się również, iż stworzenie nowego materiału ujawnia mnóstwo aplikacji, w jakich mógłby zostać wykorzystany. Rozwój technologii jest więc ściśle związany z rozwojem inżynierii materiałowej, którego jesteśmy obecnie świadkami. Materiałami, którym poświęca się w ostatnich latach sporo uwagi i wiąże z nimi duże nadzieje aplikacyjne są m.in. aerożele. Sama nazwa „aerożel” nasuwa na myśl skojarzenia z żelazem, ale także z powietrzem. O ile żel oznacza układ cząstek stałych tworzących „szkielet”, w którego strukturze znajduje się ciecz, o tyle aerożel jest bardzo podobnym układem, lecz w jego przypadku rolę płynu przejmuje gaz, zwykle powietrze. Można zatem wyobrazić sobie aerożel jako „galaretkę”, z której ostrożnie usunięto ciecz, nie uszkadzając jednak i nie deformując znacząco stałego szkieletu. Możliwość wytwarzania takich materiałów została przedstawiona w pionierskiej pracy Kistlera z 1931 roku. Również ten badacz wykazał, że aerożele mogą być wytwarzane z bardzo szerokiego spektrum substratów, zwanych tu prekursorami: tlenków metali, celulozy i innych związków makrocząsteczkowych. Obecnie, aerożele mogą być wytwarzane nawet na bazie osławionego grafenu. Jednak szczególną rolę odgrywają aerożele wytwarzane na bazie organicznie modyfikowanych związków krzemionkowych (ORMOSIL od ang. *organically modified silica*). Duża różnorodność dostępnych prekursorów i dalsza możliwość modyfikacji powierzchni aerożeli pozwala na pełną kontrolę ich właściwości.

Aerożele krzemionkowe wyróżniają się wieloma niezwykle ciekawymi właściwościami: poza porowatością sięgającą nawet 99.8%, jest to np. niska gęstość, duża powierzchnia właściwa i pojemność sorpcyjna, ale także niska przewodność cieplna. Tak unikalna charakterystyka aerożeli krzemionkowych czyni z nich materiały o dużym potencjale aplikacyjnym dla takich obszarów jak izolacja termiczna i akustyczna, biomedycyna, przemysł rafineryjny, misje kosmiczne i wiele innych.

Właściwości mechaniczne aerożeli krzemionkowych nie są tak imponujące i często to one nie pozwalają na ich szerszą aplikację w realnych zastosowaniach. Znajdziemy tu materiały bardzo kruche, ale również bardzo sprężyste. Charakter mechaniczny aerożeli może być jednak kontrolowany. Zależy on przede wszystkim od warunków syntezy, które wpływają na przebieg elementarnych procesów podczas formowania się aerożelu: hydroliza prekursora, kondensacja jego cząsteczek, łączenie się cząstek pierwotnych w cząstki wtórne, a następnie w gotową strukturę materiału.

U podstaw relacji wiążących własności mechaniczne aerożelu z warunkami ich syntezy leżą mechanizmy wymienionych przemian na wszystkich poziomach skali wielkości – od dynamiki oddziaływań pojedynczych cząsteczek, przez submikronowe cząstki, aż po będące ich agregatami makroskopowe elementy struktury szkieletu aerożelu. W naszym projekcie sformułowany zostanie teoretyczny opis syntezy aerożeli i właściwości ich struktury w oparciu o obszernie badania eksperymentalne. Wielopoziomowe - od cząstek do makrostruktury - podejście do modelowania i badań laboratoryjnych, zapewni kompleksowy opis natury tych fascynujących materiałów. Opis ten umożliwi dobór warunków syntezy w celu uzyskania produktu o pożądanym właściwościach, a następnie - zoptymalizowanie procesów wytwarzania, tj. wybranie warunków, w których aerożel jest wytwarzany do określonego zastosowania.