

Współczesne nauki jak inżynieria materiałowa, fizyka, chemia i pokrewne stoją przed ogromnym wyzwaniem: stworzyć materiały, które nie tylko sprostaną ekstremalnym warunkom, ale jednocześnie będą spełniać specjalistyczne funkcje, takie jak przezroczystość od ultrafioletu do dalekiej podczerwieni przy zachowaniu wysokiej wytrzymałości. Przykładem takiego zapotrzebowania są m.in. wzierniki stosowane w rakietach balistycznych czy zaawansowanych urządzeniach do eksploracji kosmosu, gdzie przezroczyste materiały muszą wytrzymać nie tylko ogromne przeciążenia, ale i zmiany temperatury, promieniowanie oraz działanie mikrocząstek zderzających się z powierzchnią z dużą prędkością.

Rozwój takich materiałów opiera się na najnowszych osiągnięciach w dziedzinie formowania i spiekania proszków, co jest obecnie jedną z kluczowych technologii wytwarzania nowoczesnych narzędzi i komponentów technicznych. Dzisiejsze wymagania stawiane materiałom konstrukcyjnym wymuszają konieczność łączenia pozornie sprzeczne cechy: wysoką twardość i odporność na zużycie z jednoczesną elastycznością i odpornością na uderzenia.

Badania prowadzone nad zaawansowaną ultralekką ceramiką przezroczystą, szczególnie na bazie tlenków metali lekkich z dodatkami tlenków metali ziem rzadkich, otwierają drogę do projektowania tzw. materiałów gradientowych i wielowarstwowych. Są to struktury, w których właściwości mechaniczne zmieniają się w zależności od głębokości — od twardej, odpornej na ścieranie warstwy zewnętrznej po bardziej elastyczny, ciągliwy rdzeń. Tego typu rozwiązania mogą również znaleźć zastosowanie w przezroczystych materiałach ceramicznych, gdzie możliwe jest kształtowanie struktury tak, by powierzchnia była odporna na uszkodzenia, a wewnątrz elastyczne i mniej kruche.

Wstępne eksperymenty laboratoryjne wsparte analizą literaturową pozwoliły na wytypowanie tlenków ceramicznych będących podstawą do opracowania nowej generacji materiałów określanych jako **Ultra-wysokotemperaturowa, przezroczysta, lekka ceramika**.

Chociaż pierwotnie zaprojektowane z myślą o narzędziach przemysłowych, technologie te mają potencjał do adaptacji w dziedzinie materiałów przezroczystych — zwłaszcza tam, gdzie kluczowe jest połączenie odporności mechanicznej z przejrzystością, jak np. w osłonach optycznych rakiet czy sensorach do obserwacji z orbity.

Badania będą obejmować pełną charakterystykę fizykochemiczną proszków i gotowych ceramik. Holistyczne podejście do badań pozwoli uchwycić najdrobniejsze efekty kwantowe i termiczne występujące w tych materiałach podczas ekspozycji na warunki zbliżone do rzeczywistych. Wykorzystane zostaną metody analizy fazowej i chemicznej, badania strukturalne, spektroskopowe, spektrofluometryczne, termiczne i dielektryczne. Będą zaimplementowane standardowe techniki badawcze, jak dyfrakcja rentgenowska, mikroskopia elektronowa, a przed wszystkim te najnowocześniejsze wykorzystujące promieniowanie synchrotronowe i obserwacje pojedynczych atomów.

Rozwój takich materiałów to nie tylko wyzwanie technologiczne, ale i szansa na znaczący krok naprzód w naukach podstawowych, w których poszukujemy najdrobniejszych efektów fizycznych. Obserwacja i zrozumienie nowych zjawisk w opracowanej ceramice przyniesie szereg korzyści naukowych i technologicznych.

Dzięki precyzyjnemu sterowaniu strukturą i składem chemicznym możliwe staje się projektowanie materiałów „szytych na miarę” — zarówno pod kątem właściwości mechanicznych, jak i funkcjonalnych, takich jak przezroczystość, odporność na promieniowanie czy samonaprawianie się mikrouszkodzeń. Końcowym efektem projektu będzie możliwość zainstalowania ich w nowych polskich satelitach.