

Jedną z dziedzin techniki pozwalającą na rozwój różnych obszarów działalności człowieka jest inżynieria materiałowa. Nowe materiały, a w szczególności nowe procesy technologiczne ich wytwarzania, powstają na całym świecie i przyczyniają się do wzrostu stopnia spełnienia ciągle rosnących wymagań aplikacyjnych, na przykład w takich obszarach jak reaktory jądrowe czy statki kosmiczne.

Na szczególną uwagę w kontekście szerokiego spektrum wysokich wymagań zasługuje grupa materiałów zwana Stopami o Wysokiej Entropii (ang. High-Entropy Alloys HEAs). Takie stopy charakteryzują się wyjątkowym składem - zbudowane są z 5 lub więcej pierwiastków metalicznych zmieszanych w podobnych proporcjach. W przypadku gdy dodamy do takiego stopu również pierwiastki niemetaliczne, na przykład węgiel lub azot, możemy uzyskać Ceramikę o Wysokiej Entropii (ang. High-Entropy Ceramics HECs). Obie te grupy materiałów są trudne do analizy ze względu na możliwą liczbę kombinacji składu materiału, jednakże niektóre przebadane składy charakteryzują się parametrami przewyższającymi klasyczne materiały.

Celem tego projektu jest wytworzenie materiału, który będzie zbudowany z warstwy Ceramiki o Wysokiej Entropii uzyskanej na powierzchni Stopami o Wysokiej Entropii. W ten sposób zostaną zapewnione wysokie właściwości całego materiału, przy jednoczesnym wzmocnieniu części wystawionej na oddziaływanie ze środowiskiem - powierzchni materiału.

Droga prowadząca do wytworzenia tak zaprojektowanego materiału składa się z naprzemiennego powtarzania dwóch procesów - implantacji jonami (ang. ion implantation) i szybkiej obróbki termicznej (ang. rapid thermal processing). Implantacja jonami będzie stanowiła źródło niemetalicznych atomów (w projekcie - atomów azotu), z kolei obróbka termiczna pozwoli kontrolować mikrostrukturę uzyskanego materiału oraz zapewni dyfuzję jonów azotu w głąb materiału. Podejście eksperymentalne zostanie wsparte zaawansowanymi technikami symulacyjnymi (CALPHAD - ang. Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry; DFT - Density Functional Theory), które umożliwią oszacowanie najbardziej korzystnych składów chemicznych dla naszego materiału. W celu potwierdzenia wysokich właściwości uzyskanych próbek zostaną wykonane eksperymentalne testy nano-twardości, ściskania mikro-wież oraz scratch testy. Techniki te nie tylko umożliwią liczbowe wskazanie właściwości materiału, ale również pozwolą opisać interakcję pomiędzy warstwą Ceramiki powstałą w trakcie procesu, a Stopem i jej znaczenie dla zastosowań.

Wyniki uzyskane w trakcie trwania projektu przyczynią się do określenia stopnia użyteczności zaproponowanego procesu technologicznego wytwarzania Ceramiki o Wysokiej Entropii, zwiększą zakres danych dotyczących właściwości Stopów i Ceramiki o Wysokiej Entropii, a w przypadku uzyskania wyróżniających właściwości - będą stanowiły podstawę do rozszerzenia procesu technologicznego na materiały o innych składach chemicznych. Ponadto, zostanie zrozumiany wpływ implantacji jonami oraz obróbki termicznej na strukturę krystalograficzną, co może się również przyczynić do wskazania nowych kierunków rozwoju inżynierii wytwarzania Ceramiki o Wysokiej Entropii.