

Stopy o wysokiej entropii (HEA) to nowoczesne materiały nowej generacji, które charakteryzują się unikalnymi właściwościami i zaprojektowane do pracy w wymagających warunkach. Ich kluczową cechą jest złożony skład chemiczny, który obejmuje pięć lub więcej pierwiastków. Dzięki wysokiej entropii mieszania w strukturze HEA, dochodzi do stabilizacji prostych faz (tłumi tworzenie się faz międzymetalicznych), co sprzyja uzyskaniu jednorodnych właściwości.

Technika rozpylania magnetronowego z możliwościami pracy w trybie impulsowym, jest jedną z najbardziej zaawansowanych metod wytwarzania powłok wieloskładnikowych. Dzięki precyzyjnej kontroli parametrów procesu, takich jak moc wyładowania, częstotliwość własna i modulująca i ciśnienie gazów, możliwe jest wytworzenie jednorodnych, amorficznych lub nanokrystalicznych powłok o unikalnych właściwościach.

Zaproponowany projekt obejmuje syntezę stopów o wysokiej entropii konfiguracyjnej, składające się z ogniotrwałych i nietoksycznych elementów, tytan (Ti), cyrkon (Zr), molibden (Mo), niob (Nb), miedź (Cu), wolfram (W) i tantal (Ta).

Celem naukowym tego projektu jest zbadanie zastosowania plazmy impulsowej generowanej w procesach rozpylania magnetronowego — konkretnie rozpylania impulsowego magnetronowego (PMS) i rozpylania impulsowego magnetronowego o dużej mocy (HiPIMS) — w celu kontrolowania i optymalizacji struktury i właściwości powłok stopów o wysokiej entropii (HEA).

W ramach projektu opracowana zostanie technologia syntezy powłok o wysokiej entropii umożliwiającej wytwarzanie HEA o zadanym składzie fazowym, cechach strukturalnych i właściwościach. Przewiduje się analiza wpływu stanu jonizacji, częstotliwość impulsów i dostarczanie energii na powstawanie faz metastabilnych i nanostrukturę powłok wieloskładnikowych w układzie Ti-Zr-Mo-Nb-M (gdzie M = Ta, Cu, W). Do precyzyjnego badania stanu strukturalnego i fazowego powłok będzie wykorzystywany kompleks zaawansowanych technik: SEM, HRTEM/STEM (morfologia, topografia), XPS, EDS (składu chemicznego), dyfrakcja rentgenowska (składu fazowego). Zbadane zostaną właściwości (mechaniczne, tribologiczne, odporność na korozję) otrzymywanych powłok. Na podstawie uzyskanych wyników zostanie przeprowadzona szczegółowa analiza obejmująca opracowanie zależności pomiędzy parametrami procesu, strukturą warstw, składem fazowym i właściwościami funkcjonalnymi.

Stopy HEA Ti-Zr-Mo-Nb-M (M – Cu, W, Ta) znajdują zastosowanie w przemyśle energetycznym oraz biomedycynie. Powłoki z tych materiałów mogą być używane do ochrony powierzchni przed zużyciem, pokrywania komponentów turbin oraz implantów medycznych, które wymagają biokompatybilności i trwałości. Stopy o wysokiej entropii Ti-Zr-Mo-Nb-Cu-W-Ta osadzone metodą plazmowej inżynierii powierzchni PMS to przyszłość zaawansowanych technologii materiałowych. Ich unikalne właściwości fizykochemiczne otwierają nowe możliwości w projektowaniu powłok funkcjonalnych o wysokiej wytrzymałości i odporności.