

Wytwarzanie stopów o wysokiej entropii posiadających wysoką odporność radiacyjną i podwyższone właściwości mechaniczne w wysokiej temperaturze

Ze względu na **doskonałe właściwości mechaniczne w wysokiej temperaturze i dobrą odporność na promieniowanie jonizujące i korozję, stopy o wysokiej entropii** (High Entropy Alloys - HEA) są uważane za jeden z najbardziej **obiecujących materiałów do zastosowania w budowie reaktorów jądrowych IV Generacji i reaktora fuzyjnego**. Jednak mechanizmy odpowiadające za posiadanie tak unikatowych właściwości ciągle nie zostały wyjaśnione. Ponadto, stopy HEA produkowane tylko w laboratoriach i należy sprawdzić czy możliwa jest ich przemysłowa produkcja. Z tego powodu **głównym celem naukowym tego projektu jest wytworzenie nowego typu materiałów oraz zrozumienie mechanizmów odpowiedzialnych za ich doskonałe właściwości funkcjonalne**. Aby osiągnąć ten cel, w ramach projektu wyprodukowane i zbadane zostaną różne rodzaje stopów z kontrolowanymi ilościami chromu, niklu, żelaza i manganu. Badania eksperymentalne i symulacje przeprowadzone zostaną w warunkach zbliżonych do warunków eksploatacyjnych reaktora jądrowego.

W przedmiotowym projekcie proponujemy **zbadać wpływ złożoności składu chemicznego** poprzez progresywne jego zmienianie. Badania rozpoczną się na układach binarnych (NiFe) i trójskładnikowych (NiFeCr). Przewiduje się, że praca badawcza zostanie zakończona na stopach co najmniej czteroskładnikowych (NiFeCrMn). Podejście to oferuje **potężną metodologię eksperymentalną**, która pomoże zrozumieć wpływ rozpraszania energii a tym samym wytwarzania i rekombinacji defektów radiacyjnych poprzez ingerencję w skład chemiczny materiału. Zrozumienie i optymalizacja składu chemicznego w skali lokalnej i globalnej może umożliwić opis ewolucji defektów tworzących się w trakcie oddziaływaniu promieniowania jonizującego z materiałem. Wytlumaczenie tego zjawiska może przyczynić się do wzrostu tzw. czasu życia materiałów.

W celu wytworzenia nowych stopów, materiał wsadowy (czyste pierwiastki) zostaną **syntezowane w piecu łukowym i wyżarzone w atmosferze ochronnej. Próbkę będą badane w stanie wyjściowym i po defektowaniu jonami w wysokiej temperaturze**. Przeprowadzone zostaną zaawansowane badania mechaniczne i strukturalne, **in-situ w wysokich temperaturach** co pozwoli wytłumaczyć zjawisko opóźnionej akumulacji defektów radiacyjnych. Ponadto, za pomocą metody Dynamiki Molekularnej, przeprowadzone zostaną zaawansowane symulacje numeryczne, które pozwolą zrozumieć migrację, akumulację i interakcje dyslokacji, odpowiadając na pytania związane z plastycznością tych materiałów. **Ideą projektu jest współpraca** nie tylko **eksperymentatorów** specjalizujących się w **badaniach strukturalnych i defektowaniu radiacyjnym** (Uniwersytet w Tennessee, USA) i **mechanicznych** (NCBJ, Polska), ale także doświadczonych naukowców zajmujących się **symulacjami numerycznymi** (NCBJ, Polska), co pozwoli dokładnie opisać proces odkształcenia.

Projekt przyczyni się do stworzenia ukierunkowanej na jeden cel, młodej grupy badawczej, która będzie mogła stworzyć ścieżkę do lepszego zrozumienia wciąż otwartych zagadnień dotyczących nowo opracowanych stopów. Wszystko to będzie realizowane w duchu innowacyjności i komplementarności, w oparciu o fundamenty bieżących (Centrum Doskonałości NOMATEN) i przyszłych wspólnych projektów. Podsumowując, znaczna część **projektu będzie poświęcona badaniom: (i) wpływu mikrostruktury na właściwości mechaniczne oraz (ii) wpływu powstałych uszkodzeń radiacyjnych na te właściwości**. Oprócz tego **przeprowadzone zostaną wysokotemperaturowe badania mechaniczne i strukturalne w celu zasymulowania rzeczywistych warunków pracy instalacji jądrowej**.

Przewiduje się, że **realizacja projektu pozwoli odpowiedzieć na co najmniej kilka pytań - (i) czy można z powodzeniem produkować stopy o wysokiej entropii, (ii) jaki jest wpływ składu chemicznego na strukturę materiału i jego odporność na promieniowanie, oraz (iii) jak mikrostruktura wpływa na właściwości mechaniczne**. W końcu należy podkreślić, że wszystkie **badania prowadzone** będą w NCBJ, na nowo zakupionym, **nowoczesnym sprzęcie**, co znacząco zwiększa szanse powodzenia projektu.