

Cel projektu

Podstawowym celem projektu jest wyznaczenie uniwersalnego modelu dla stopów Heuslera opisującego relacje krystalograficzne pomiędzy fazą macierzystą, określaną mianem austenitu a fazą o niższej symetrii będącą wynikiem termosprężystej przemiany martenzytycznej. Wybór tego typu stopów jest podyktowany charakterem samej przemiany termosprężystej, którą cechuje pełna odwracalność krystalograficzna podczas przejść pomiędzy obydwoimi fazami. W literaturze tematu obserwuje się duże rozbieżności pomiędzy mierzonymi wartościami dezorientacji a modelami literaturowymi. Z jednej strony panuje ogólny konsensus odnośnie odkształcenia Baina, które w najprostszy sposób może zostać dowiedzione poprzez porównanie struktur krystalicznych fazy macierzystej z fazą martenzytyczną natomiast odmienną sytuację obserwujemy przy dokładnym opisie relacji krystalograficznych pomiędzy fazą austenityczną oraz martenzytyczną, gdzie w zależności od użytego modelu, rodzaju stopu, jego struktury krystalicznej oraz skomplikowanej mikrostruktury mniejsze lub większe odstępstwa są obserwowane. De facto żaden z dostępnych modeli, traktujący o tej relacji nie opisuje jej w sposób w pełni zadawalający. Z uwagi na niską symetrię układu martenzytycznego oraz pełniejszy opis wszystkich elementów można zaobserwować zależność pomiędzy dużym stopieniem złożoności mikrostruktury wynikającym z dużej liczby wariantów martenzytu oraz asymetrycznym ich rozkładem. Dlatego w celu wyznaczenia ogólnego modelu dla relacji pomiędzy fazą austenityczną a martenzytyczną zostanie użyty cały szereg stopów różniący się co do samej kinetyki przemiany martenzytycznej, struktury krystalicznej, sekwencji powstawania wariantów oraz granic bliźniaczych jak i ich poziomu naprężenia gwooli określenia roli poszczególnych parametrów. W tym kierunku zostaną przebadane stopy monokrystaliczne oraz polikrystaliczne na bazie NiMn zarówno ferro jak i paramagnetyczne, o różnych strukturach krystalicznych oraz cechujące się odmiennym poziomem naprężenia bliźniakowania. Według postawionej hipotezy badawczej powyższe parametry odgrywają kluczową rolę w przebiegu samej przemiany martenzytycznej oraz finalnej orientacji poszczególnych wariantów.

Realizowane badania

W projekcie zakłada się pomiar relacji krystalograficznych oraz wnikliwą charakterystykę mikrostrukturalną materiałów mono- oraz polikrystalicznych na bazie struktury Heuslera. W tym celu zostaną użyte najnowocześniejsze techniki badawcze takie jak transmisyjna oraz skaningowa mikroskopia elektronowa uzupełnione badaniami z wykorzystaniem wysokoenergetycznej wiązki synchrotronowej. Sama relacja zostanie zbadana przy użyciu technik bezpośrednich *in-situ* wykorzystując stoliki grzewcze oraz technikę EBSD (ang. *electron backscatter diffraction*) i wysokoenergetyczne promieniowanie synchrotronowe. Następnym krokiem planowanych badaniami będzie skorelowanie mikrostrukturalno-krystalograficznych badań *in-situ* z parametrami termodynamicznymi oraz wartościami efektów cieplnych odpowiadającym tym przemianom przy użyciu skaningowej kalorymetrii różnicowej. Zostaną wyznaczone temperatury krytycznych oraz entalpia przemiany w celu porównania kinetyk poszczególnych stopów.

Powody podjęcia tematyki

Nowoczesne techniki badawcze *in-situ* takie jak EBSD połączone z dedykowanym oprogramowaniem oraz stolikiem grzewczym oraz wysokoenergetyczne promieniowanie synchrotronowe umożliwiają pomiar dezorientacji pomiędzy poszczególnymi orientacjami z dokładnością nawet do $0,1^\circ$. Metody te wydają się wręcz idealne w celu weryfikacji modeli opisujących relacje krystalograficzne dostępne w literaturze. Z kolei znaczne odstępstwa dla tych relacji obserwowane w badaniach aplikanta jak i pozostałych doniesień literaturowych zmuszają do weryfikacji oraz korekty modeli powszechnie akceptowanych. Główna różnica wynika z nieuwzględnienia mechanizmów takich jak bliźniakowanie, bliźniakowanie odwrotne oraz mechanizm ortogonalnego ścięcia oraz sekwencyjności samej przemiany, które prowadzą do sukcesywnych obrotów sieci krystalicznej podczas przemiany martenzytycznej. Dlatego w świetle uzyskanych wyników oraz danych literaturowych, które w sposób znaczący odbiegają od powszechnie używanych modeli głównym celem projektu jest zbadanie wyżej wymienionej relacji dla szerokiej grupy stopów na podstawie struktury Heuslera. W aspekcie użytkowym zaplanowany program badawczy pozwoli na określenie parametrów krytycznych takich jak struktura krystaliczna, mikrostruktura, poziom naprężenia bliźniakowania, które bezpośrednio wpływają na kinetykę przemiany martenzytycznej a co za tym idzie uzyskanie odpowiednich własności funkcjonalnych.