

Przyczyna powstawania struktur modulowanych na bazie Ni-Mn-Ga jest tematem gorącej dyskusji naukowej przynajmniej od 10 lat. Periodyczne zaburzenia struktur krystalicznych, zwyczajowo nazywane modulacją, często występują w różnych układach stopów z pamięcią kształtu. Co więcej ich obecność jest niejednokrotnie powiązana z bardzo małym naprężeniem bliźniakowania (około 0.05-0.5 MPa), niewielką stabilizacją mechaniczną oraz wąską pętlą histerezy, w szczególności w odniesieniu do ich niemodulowanych odpowiedników. Rzeczone właściwości stanowią podstawę występowania tzw. magnetycznie indukowanego odkształcenia oraz powiązanych efektów pamięci kształtu. Bardzo niewielkie naprężenie bliźniakowania oraz magnetycznie indukowana reorientacja wariantów martenzytycznych czynią monokrystaliczne stopy na bazie Ni-Mn-Ga unikatowymi i przyczyniły się do bardzo dużego zainteresowania zarówno naukowego oraz aplikacyjnego. Dotyczy to samej natury modulacji, przemiany martenzytycznej, jak i mechanizmu bliźniakowania. W literaturze tematu istnieją dwie koncepcje, które usiłują wyjaśnić przyczynę powstawania periodycznych lub częściowo periodycznych przesunięć w strukturze krystalicznej. Pierwszą z nich jest koncepcja nanobliźniakowania. Powyższy model został zaproponowany przez Khachatryan i in. a bezpośrednio w odniesieniu do stopów 14M Ni-Mn-Ga przez Kaufman i in. W tym podejściu niedopasowanie pomiędzy fazą austenityczną oraz martenzytyczną jest skompensowane poprzez tworzenie się nanobliźniaczych wariantów na granicy rozdziału. Główną przesłanką za tego typu modelem jest energia elastyczna, której obniżenie stanowi decydujący czynnik umożliwiający tworzenie się fazy modulowanej (nanobliźniaki). Co więcej to podejście jest bardzo atrakcyjne z uwagi na adaptacyjny charakter stopów z pamięcią kształtu oraz występowanie całego szeregu granic bliźniaczych o bardzo różnej szerokości płytek bliźniaczych. Ta właściwość nazywana również z ang. *self-accommodation* skutkuje hierarchiczną strukturą granic bliźniaczych. Alternatywna koncepcja bazuje na zagnieżdżeniu pewnej części pasm elektronowych w okolicach powierzchni Fermiego oraz hybrydyzacją modów drgań optycznych i akustycznych. Innymi słowy to podejście traktuje struktury modulowane jako w pełni niezależne struktury krystaliczne, stabilne w pewnym zakresie temperatur. Jednakże, zarówno natura samej modulacji, jak i mechanizm odpowiedzialny za bardzo niskie naprężenie bliźniakowania są jak dotąd niewyjaśnione. Dlatego, głównym celem projektu jest określenie natury modulacji oraz znalezienie mechanizmu odpowiedzialnego za bardzo niskie naprężenie bliźniakowania. Druga część wniosku dotyczy przemian międzymartenzytycznych i ich wpływu na stabilizację mechaniczną i efekt supersprężysty. W zależności od składu chemicznego oraz zastosowanej obróbki termo-mechanicznej możemy wyodrębnić trzy różne struktury martenzytyczne w układzie Ni-Mn-Ga. Należą do nich dwie struktury modulowane o pięciokrotnej i siedmiokrotnej modulacji oraz struktura niemodulowana o strukturze tetragonalnej. W odróżnieniu od przemiany martenzytycznej, przemiana międzymartenzytyczna charakteryzuje się szerszą pętlą histerezy. To z kolei umożliwia stabilizację niskotemperaturowych faz i pozwala na przesunięcie temperatury przemiany odwrotnej w kierunku wyższych temperatur. W trzeciej części zaplanowano wyznaczenie kinetyki aktywacji poszczególnych efektów pamięci kształtu w skali mikro. Ta część będzie polegać na zaprojektowaniu i wytworzeniu poszczególnych układów bliźniaczych do konkretnego zastosowania. W zależności od różnego układu granic bliźniaczych mogą zostać uzyskane różne efekty takie jak magnetoelastyczność, magnetoplastyczność oraz magnetycznie indukowana pseudosprężystość. Powyższe zagadnienia zostaną zbadane z zastosowaniem bardzo zaawansowanych technik badawczych takich jak SEM/EBSD, HRTEM oraz dyfrakcja wysokoenergetycznej wiązki promieniowania synchrotronowego, włączając w to badania *in-situ* oraz eksperymenty niskotemperaturowe. Będzie miało to na celu prześledzenie poszczególnych etapów przemiany zarówno indukowanej termicznie, jak i mechanicznie pozwalając na dokładny opis zachodzących zjawisk oraz zmian uwzględniających strukturę krystaliczną oraz mikrostrukturę. Podsumowując, projekt koncentruje się na trzech niezależnych a jednocześnie powiązanych ze sobą częściach mających na celu (i) wyjaśnienie natury modulacji oraz mechanizmu bliźniakowania (ii) wykazanie różnic pomiędzy termicznie i mechanicznie indukowaną przemianą martenzytyczną oraz (iii) określenie kinetyki aktywacji poszczególnych efektów pamięci kształtu w mikro i nanoskali.