

Głównym celem projektu jest przeprowadzenie dogłębnej analizy właściwości zmęczeniowych szerokiej gamy materiałów na bazie stopów Ni-Mn-Ga otrzymanych metodą odlewania na wirujący walec. Metodą tą otrzymuje się materiał w postaci cienkich taśm o grubości kilku mikrometrów. W bieżącym roku po raz pierwszy wykazano tzw. efekt magnetycznie indukowanego zginania w stopach na bazie Ni-Mn-Ga otrzymywanych metodą odlewania na wirujący walec. Zjawisko to przypomina zachowanie uginającego się w polu magnetycznym ferromagnetycznego drutu żelaznego. Wówczas efekt zginania powstaje w wyniku działania momentu magnetycznego. W przeciwieństwie do drutu żelaznego, który w znacznym stopniu ulega odkształceniu sprężystemu, wykazano, że magnetyczne stopy z pamięcią kształtu podczas ugięcia mogą ulec pewnemu odkształceniu plastycznemu. Chociaż, w typowych zastosowaniach tego typu materiałów np. w przetwornikach lub siłownikach, efekt magnetycznie indukowanego zginania może być niepożądany, prowadząc do tarcia i ograniczonej żywotności cyklu, to może okazać się korzystne dla nowych funkcjonalnych zastosowań np. w mechanizmach napędowych biopodobnych: płetw lub ogonów kijanek. W tym kontekście, materiał w formie taśm o średnim współczynniku kształtu przekraczającym wartość 100 okazują się wyjątkowo atrakcyjne ze względu na specyfikę geometrii taśmy, jak również łatwość i skalowalność samej techniki odlewania na wirujący walec.

Z tego punktu widzenia, analiza zmęczeniowa tego rodzaju materiału poddanego cyklicznemu efektowi zginania wywołanemu zewnętrznym polem magnetycznym, jak również zewnętrznym obciążeniami o charakterze mechanicznym, jest ważnym zagadnieniem do dalszego eksperymentalnego wykorzystania, co jest głównym celem niniejszego projektu.

Materiał wytworzony tą metodą charakteryzuje się silną anizotropią mikrostruktury wzdłuż przekroju poprzecznego. Projekt obejmuje więc analizę właściwości zmęczeniowych w materiałach silnie anizotropowych z punktu widzenia mikrostruktury. W związku z tym należy się również spodziewać różnych właściwości zmęczeniowych w zależności od geometrii wstęgi, w odniesieniu do obciążenia zewnętrznego, jak również kierunku zewnętrznego pola magnetycznego.

Kolejnym celem badawczym będzie analiza efektu obróbki cieplnej odlewanych taśm i wpływu tej obróbki na ich właściwości zmęczeniowe. Zakłada się, że obróbka cieplna silnie zmodyfikuje mikrostrukturę, naprężenia wewnętrzne otrzymanych taśm, a także zwiększy stopień uporządkowania atomowego. Podjęta zostanie próba rozróżnienia wpływu zjawiska zdrowienia od następującego po nim etapu rekryształizacji, na właściwości zmęczeniowe tego materiału. W wyniku tej dogłębnej analizy możliwe będzie zoptymalizowanie stosowanej obróbki cieplnej w celu maksymalizacji cykli podczas badań zmęczeniowych przy zachowaniu właściwości użytkowych materiału. W ramach projektu zostanie również zbadany wpływ składu chemicznego na właściwości zmęczeniowe.

Łącznie zostanie wytworzonych 25 zestawów taśm o różnym składzie chemicznym, które zostaną poddane analizie zmęczeniowej właściwości magneto-mechanicznych, a także poddane dogłębnej analizie mikrostrukturalnej i fazowej oraz analizie wpływu obróbki cieplnej i związanych z nią zmian mikrostrukturalnych na właściwości zmęczeniowe i ich optymalizację. Tak szeroko zaplanowany projekt badawczy dostarczy ogromnej bazy danych, która umożliwi projektowanie tego typu materiałów i optymalizację ich właściwości użytkowych.