

**Karta zgłoszenia tematyki badawczej
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
dla kandydatów do Szkoły Doktorskiej
w roku akademickim 2025/2026**

Proponowana tematyka doktoratu
Wpływ parametrów procesu SLM i obróbki post-processowej na przemiany fazowe oraz właściwości mechaniczne stopów NiTi z efektem pamięci kształtu
Dyscyplina naukowa
INŻYNIERIA MECHANICZNA
Proponowany promotor
Prof. dr hab. Jerzy Ratajski Wydział Inżynierii Mechanicznej i Energetyki; Katedra Inżynierii Biomedycznej ul. Śniadeckich 2 budynek H pokój 103H e-mail: jerzy.ratajski@tu.koszalin.pl ; tel.: 94 34 86 611

Krótki opis tematyki badawczej ze wskazaniem problematyki naukowej (max. 350 słów)
Tematyka badawcza obejmuje zbadanie wpływu parametrów procesu selektywnego topienia laserowego (SLM) oraz obróbki post-processowej na przemiany fazowe i właściwości mechaniczne stopów z pamięcią kształtu na osnowie NiTi. Stopy NiTi, dzięki efektowi pamięci kształtu (SME) oraz nadelastyczności (superelastyczności), znajdują szerokie zastosowanie w medycynie, robotyce i lotnictwie. Ich zachowanie funkcjonalne jest silnie uzależnione od charakterystyki przemian fazowych między austenitem (faza B2), martenzytem (B19') oraz ewentualnie fazą pośrednią R, których temperatury i zakres można modulować zarówno przez skład chemiczny, jak i przez stan naprężeń oraz mikrostrukturę. Wytwarzanie NiTi metodą SLM pozwala na tworzenie złożonych geometrycznie struktur, jednak intensywne lokalne nagrzewanie i szybkie chłodzenie prowadzą do powstawania niejednorodności strukturalnych, naprężeń własnych i zmian składu chemicznego (np. przez parowanie Ni). To z kolei może zaburzać zachowanie przemian fazowych oraz prowadzić do degradacji właściwości mechanicznych i funkcjonalnych. Obróbka post-processowa, np. wyżarzanie, HIP czy starzenie, może częściowo odtworzyć pożądaną strukturę, jednak optymalne warunki tego procesu nie są w pełni poznane i zależą od wcześniejszych warunków wytwarzania. Celem pracy jest określenie zależności między parametrami procesu SLM, warunkami obróbki cieplnej i charakterystyką przemian fazowych oraz właściwościami mechanicznymi stopów NiTi. Badania obejmą analizę mikrostruktury, temperatur przemian (DSC, XRD), twardości oraz właściwości mechanicznych i funkcjonalnych (odzysk kształtu, superelastyczność). Uzyskane wyniki pozwolą na sformułowanie zaleceń technologicznych dla wytwarzania funkcjonalnych komponentów NiTi metodą druku 3D, z zachowaniem pełnej aktywności efektu pamięci kształtu.

Uzasadnienie celowości podjęcia tematyki badawczej (max. 150 słów)
W dobie dynamicznego rozwoju technologii przyrostowych rośnie zapotrzebowanie na precyzyjnie projektowane materiały funkcjonalne, takie jak stopy NiTi z efektem pamięci kształtu. Ich unikalne właściwości mechaniczne i termiczne czynią je idealnymi do zastosowań w medycynie, lotnictwie i mikrosystemach. Jednak zastosowanie metody SLM do wytwarzania NiTi wiąże się z istotnymi wyzwaniami technologicznymi, m.in. kontrolą przemian fazowych, unikaniem defektów oraz zapewnieniem odpowiednich właściwości użytkowych. Istnieje niedostatek badań systemowo łączących wpływ parametrów druku i obróbki cieplnej na funkcjonalność stopów NiTi. Podjęcie tej tematyki pozwoli nie tylko na lepsze zrozumienie mechanizmów przemian fazowych w warunkach addytywnych, ale także na rozwój zoptymalizowanych procedur wytwarzania materiałów o przewidywalnym i stabilnym zachowaniu funkcjonalnym.
Proponowane tematy prac doktorskich w ramach zgłaszanej tematyki badawczej (do 3 tematów)
1. Obróbka cieplna jako narzędzie kontroli funkcjonalnych właściwości stopów NiTi wytwarzanych metodą SLM. 2. Zależność między przemianami fazowymi a właściwościami mechanicznymi i funkcjonalnymi w addytywnie wytwarzanych stopach NiTi
Źródła finansowania tematyki badawczej (tematyka realizowanych obecnie grantów naukowych finansowanych ze źródeł zewnętrznych lub w ramach subwencji)
Wpływ składu stopu NiTi, parametrów procesu SLM i obróbki cieplnej na mikrostrukturę, temperatury przemian fazowych oraz właściwości mechaniczne i biologiczne – projekt w ramach subwencji
Potwierdzenie możliwości zapewnienia dostępu do aparatury naukowej oraz oprogramowania niezbędnego do realizacji proponowanej tematyki badawczej
W PEŁNI
W przypadku odpowiedzi CZĘŚCIOWO lub BRAK proszę wskazać rodzaj brakującej aparatury naukowej i/lub oprogramowania oraz źródła finansowania dostępu do nich
-

Wykaz dorobku naukowego promotora w tematyce wskazanych problemów naukowych
Wykaz ważniejszych publikacji (maksymalnie 5), publikowanych w czasopismach indeksowanych w Web of Science lub Scopus za okres ostatnich 3 lat (z uwzględnieniem współczynnika wpływu czasopisma oraz punktacji MEiN)
1. M Pancielejko, M Rowicka, J Ratajski, K Mydlowska, K Kminikowska, Properties of ZrC coatings deposited by reactive magnetron sputtering on Ni-Ti alloy substrates. Archives of Materials Science & Engineering, 2024/11/1, 70p 2. Ł. Szparaga, S. Salloum, E. Czerwińska, K. Mydlowska, J. Ratajski, Investigation of the growth kinetics of Streptococcus mutans bacteria on Zr-C coating surfaces deposited on 316L stainless steel substrates, Volume: 125, No.: 2, 2024, 70p 3. J Ratajski, B Bałasz, K Mydlowska, M Pancielejko, Ł Szparaga, The Effect of Ageing on Phase Transformations and Mechanical Behaviour in Ni-Rich NiTi Alloys, 2024/5/17, 140p 4. J Ratajski, B Bałasz, K Mydlowska, M Pancielejko, D Laskowska, Phase transformations in Ni-rich additively manufactured NiTi alloys, 121,2023, 140p

Wykaz grantów naukowych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz European Research Council, za okres ostatnich 5 lat
-
Wykaz usług badawczych realizowanych na rzecz przemysłu za okres ostatnich 5 lat
-