

**Karta zgłoszenia tematyki badawczej
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
dla kandydatów do Szkoły Doktorskiej
w roku akademickim 2024/2025**

Proponowana tematyka doktoratu
Badania procesu wytwarzania przyrostowego kompozytów metalowo-ceramicznych o osnowie tytanu metodą selektywnego spiekania laserowego
Dyscyplina naukowa (<i>*niewłaściwe skreślić</i>)
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA INŻYNIERIA ŁĄDOWA I TRANSPORT INŻYNIERIA MECHANICZNA
Proponowany promotor
Dr hab. inż. Błażej Bałasz, prof. PK Wydział Inżynierii Mechanicznej i Energetyki, Katedra Inżynierii Systemów Technicznych i Informatycznych ul. Raławicka 15-17; budynek C; pokój 114 e-mail: blazej.balasz@tu.koszalin.pl ; tel. : 94 34 78 495

Krótki opis tematyki badawczej ze wskazaniem problematyki naukowej (max. 350 słów)
<p>Celem prac badawczych jest opracowanie podstaw wytwarzania przyrostowego kompozytów metalowo-ceramicznych w procesach selektywnego stapiania laserowego</p> <p>Jednym z ważniejszych problemów badawczych do rozwiązania jest określenie ilości poszczególnych składników kompozytu oraz wielkości ich ziaren. Wpływ B4C na właściwości mechaniczne kompozytów z osnową tytanową przejawia się głównie we wzmacnianiu drobnoziarnistym, przenoszeniu obciążeń i wzmacnianiu dyspersji produktów reakcji in-situ. Rozmiar produktu reakcji in situ jest niewielki, co może być wykorzystane jako miejsca zarodkowania fazy A w celu udoskonalenia ziarna, tworząc efekt wzmocnienia drobnoziarnistego i poprawiając wytrzymałość i plastyczność kompozytów. Jednocześnie produkty reakcji in-situ są dobrze zintegrowane z matrycą, co może odgrywać rolę w przenoszeniu obciążenia. Równomiernie rozmieszczone produkty reakcji in situ mogą być również stosowane jako cząstki drugiej fazy, tworząc efekt wzmocnienia dyspersji, hamując dyslokację i poprawiając wytrzymałość kompozytów. Jednakże, gdy zawartość B4C jest wysoka, produkty reakcji in-situ łatwo się agregują, co skutkuje zmniejszoną dyspersją. W procesie SLM prędkość krzepnięcia stopionego materiału jest duża, co sprawia, że wewnętrzne naprężenie szczątkowe kompozytów jest duże i może powodować powstawanie niewielkiej liczby porów, mikropęknięć i defektów wtrąceniowych. Proces rozciągania jest wrażliwy na koncentracje naprężeń i mikrodefekty, co skutkuje niższymi właściwościami kompozytów przy rozciąganiu niż przy ściskaniu.</p> <p>W przypadku każdego komponentu wyprodukowanego przez SLM, wybór odpowiednich parametrów przetwarzania SLM jest niezwykle ważny dla wytwarzania struktur o optymalnych właściwościach. Czynniki, takie jak morfologia proszku, wielkość i skład chemiczny, a także</p>

rozkład wielkości cząstek, strategia ekspozycji laserowej oraz jego moc, szybkość skanowania laserowego i grubość warstwy proszku, wszystko to wpływa na jakość wyników produkcji SLM. Te czynniki wpływają na właściwości mechaniczne struktur sieci SLM. Parametry przetwarzania wpływają również na mikrostrukturę elementów SLM, w tym struktur sieciowych, co wpływa na właściwości mechaniczne. Istotne jest prowadzenie dalszych badań w zakresie wyznaczenia zależności między parametrami przetwarzania a właściwościami mechanicznymi komponentów SLM.

Uzasadnienie celowości podjęcia tematyki badawczej (max. 150 słów)

Kompozyty odgrywają istotną rolę w nowoczesnych gałęziach przemysłu w produkcji komponentów do różnych zastosowań ze względu na ich niższą wagę i doskonałe właściwości mechaniczne. W ostatnich latach naukowcy opracowali różne kompozyty z osnową metalową (MMC) w celu poprawy właściwości matryc metalowych. Metale takie jak tytan posiadają doskonałą kombinację cech, ale brakuje im niektórych właściwości, takich jak odporność na zużycie, przewodność cieplna itp. Różne materiały wzmacniające, takie jak ceramika, elementy węglowe itp. o różnych rozmiarach są rozproszone w tytanie, aby wyeliminować ograniczenia. Zmniejszenie rozmiaru wzmocnienia i reakcja międzyfazowa matryca-wzmocnienie wpływa na właściwości kompozytów.

SLM umożliwia produkcję części maszyn z proszków metali o kształcie zbliżonym do wyrobu finalnego, o wysokiej rozdzielczości elementów i podwyższonych właściwościach w porównaniu z właściwościami wytwarzanymi przez tradycyjne metody takie jak np. odlewanie. Jednak pewne wady również istnieją, takie jak minimalny rozmiar elementu, który jest ograniczony przez rozmiar plamki wiązki laserowej, wady mikrostrukturalne i metalurgiczne powstałe w procesie stapiania i wyżarzania, które mogą być trudne do identyfikacji, potencjalne zniekształcenia termiczne elementów z powodu naprężeń szczątkowych wynikających z szybkiego chłodzenia podczas wytwarzania. Istnieją też ograniczenia wynikające z konieczności usunięcia po procesie niespojonego proszku, zamknięte wewnętrzne puste przestrzenie nie mogą być wytwarzane z powodu uwięzienia proszku.

Elementy wykonane w SLM są potencjalnie podatne na wady geometryczne, które mogą być spowodowane różnymi problemami, takimi jak nieoptymalne parametry przetwarzania lub wady wewnętrzne z powodu niecałkowitego przetopienia proszków przez niewłaściwą trajektorię lasera. Naprężenia szczątkowe wynikające ze znacznych gradientów temperatury występujących w procesie wytwarzania mogą również powodować wady geometryczne oraz makroskopowe odkształcenia. Aby wyeliminować opisane wady procesu, konieczne jest prowadzenie badań, których celem jest wypracowanie wytycznych dla właściwego prowadzenia procesu, z uwzględnieniem rosnącej liczby możliwych do stosowania w AM stopów metali. Każde pojawienie się nowego materiału wymaga przeprowadzenia szeregu badań.

Proponowane tematy prac doktorskich w ramach zgłaszanej tematyki badawczej (do 3 tematów)

1. Badania struktury i właściwości mechanicznych kompozytu metalowo-ceramicznego Ti6Al4V-B4C wytworzonego w procesie selektywnego spiekania laserowego.

Źródła finansowania tematyki badawczej (tematyka realizowanych obecnie grantów naukowych finansowanych ze źródeł zewnętrznych lub w ramach subwencji)

Finansowanie z: a) projektu w ramach subwencji PK; b) realizacja usług badawczych w Centrum Szybkiego Prototypowania; c) planowanie złożenia wniosku badawczego

Potwierdzenie możliwości zapewnienia dostępu do aparatury naukowej oraz oprogramowania niezbędnego do realizacji proponowanej tematyki badawczej (*niepotrzebne skreślić)

W PEŁNI / CZĘŚCIOWO / BRAK *

W przypadku odpowiedzi CZĘŚCIOWO lub BRAK proszę wskazać rodzaj brakującej aparatury naukowej i/lub oprogramowania oraz źródła finansowania dostępu do nich

-

Wykaz ważniejszych publikacji (maksymalnie 5), związanych z proponowaną tematyką badawczą, publikowanych w czasopismach indeksowanych w Web of Science lub Scopus za okres ostatnich 3 lat (z uwzględnieniem współczynnika wpływu czasopisma oraz punktacji MEiN)

1. Bałasz Błażej, Bielecki M., Gulbiński Witold Bolesław, Słoboda Ł.: Comparison of ultrasonic and other atomization methods in metal powder production, Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering, vol. 116, nr 1, 2023, s. 11-24, DOI:10.5604/01.3001.0016.3393, 140 punktów
2. Laskowska Dorota, Szatkiewicz Tomasz, Bałasz Błażej, Mitura Katarzyna: Mechanical Properties and Energy Absorption Abilities of Diamond TPMS Cylindrical Structures Fabricated by Selective Laser Melting with 316L Stainless Steel, Materials, MDPIAG, vol. 16, nr 8, 2023, Numer artykułu: 3196, DOI:10.3390/ma16083196, 140 punktów
3. Laskowska Dorota, Bałasz Błażej, Kaczorowski Witold, Grabarczyk Jacek, Svobodova Lucie, Szatkiewicz Tomasz, Mitura Katarzyna: The DLC Coating on 316L Stainless Steel Stochastic Voronoi Tessellation Structures Obtained by Binder Jetting Additive Manufacturing for Potential Biomedical Applications, Coatings, vol. 12, nr 10, 2022, Numer artykułu: 1373, DOI:10.3390/coatings12101373, 100 punktów, IF(3,236)
4. Szatkiewicz Tomasz, Laskowska Dorota, Bałasz Błażej, Mitura Katarzyna: The Influence of the Structure Parameters on the Mechanical Properties of Cylindrically Mapped Gyroid TPMS Fabricated by Selective Laser Melting with 316L Stainless Steel Powder, Materials, MDPIAG, vol. 15, nr 12, 2022, DOI:10.3390/ma15124352, 140 punktów, IF(3,748)
5. Kuczyński Waldemar, Charun Henryk, Piątkowski Piotr, Chliszcz Katarzyna, Bałasz Błażej: A regressive model for dynamic impulsive instabilities during the condensation of R134a, R1234ze(E) and R1234yf refrigerants, International Journal of Heat and Mass Transfer, vol. 169, 2021, Numer artykułu: 120963, DOI:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2021.120963, 200 punktów, IF(5,431)

Wykaz grantów naukowych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz European Research Council, w których promotor brał udział w okresie ostatnich 5 lat

Złożony wniosek do NCN w konkursie OPUS : Wytwarzanie metodą przyrostową stopu CoCrMo z wykorzystaniem aktywatorów spiekania – kierownik projektu Prof. W. Gulbiński

Wykaz usług badawczych realizowanych na rzecz przemysłu związanych z proponowaną tematyką badawczą za okres ostatnich 5 lat

NordGlass Sp. z o.o. ul. Bohaterów Warszawy 11, 75-211 Koszalin, Polska – Wytwarzanie przyrostowe dysz z proszków metali.

OLSA Poland Sp. z o. o., ul. Aleja Milenijna 5, 66-470 Kostrzyna nad Odrą. Wykonanie przyrostowe chwytnika z tytanu