

**Karta zgłoszenia tematyki badawczej
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
dla kandydatów do Szkoły Doktorskiej
w roku akademickim 2023/2024**

Proponowana tematyka doktoratu
Teksturowane struktury powierzchniowe oraz metaliczne struktury funkcjonalne z kompozytowymi wypełniaczami
Dyscyplina naukowa (<i>niewłaściwe skreślić</i>)
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA, ELEKTROTECHNIKA I TECHNOLOGIE KOSMICZNE INŻYNIERIA LĄDOWA, GEODEZJA I TRANSPORT INŻYNIERIA MECHANICZNA
Proponowany promotor
prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak Wydział Mechaniczny; Katedra Inżynierii Systemów Technicznych i Informatycznych ul. Racławicka; budynek A; pokój 36 e-mail: wojciech.kacalak@tu.koszalin.pl ; tel.: 94 347 8101

Krótki opis tematyki badawczej ze wskazaniem problematyki naukowej (max. 350 słów)
Tematyka badawcza obejmuje zagadnienia kształtowania teksturowanych struktur powierzchni zewnętrznych badanych elementów z wykorzystaniem obróbki strumieniowo-ścierniej oraz mikrostruktury tworzone z wykorzystaniem pulsacyjnych procesów wygładzania foliami ściernymi. Tematyka pracy dotyczy również podstaw kształtowania <u>funkcjonalnych struktur wewnętrznych</u> w elementach stanowiących moduły składane w zespoły stosowane w inżynierii mechanicznej. Takimi zespołami mogą być osłony akustyczne i elektromagnetyczne. W tym przypadku struktury powierzchniowe zależne byłyby od cech geometrycznych struktur wewnętrznych lub byłyby kształtowane jako wyodrębniona część procesu druku 3D. Badania ukierunkowane byłyby na funkcjonalne struktury elementów technicznych o lokalnym zróżnicowaniu wypełnienia przestrzeni, zróżnicowaniu podatności i o zdolnościach rozpraszania energii w formie impulsów akustycznych lub elektromagnetycznych. Analizowane struktury wewnętrzne elementów wytwarzane byłyby z zastosowaniem technik przyrostowych (druk 3D), a wypełniacze byłyby kompozycją elastycznego nośnika oraz cząstek zwiększających stopień rozpraszania energii impulsów zewnętrznych. Struktury te byłyby ponadto korzystne w przypadkach wytwarzania ultra lekkich konstrukcji, jak

również w przypadkach wymagań dotyczących zapewnienia właściwości adaptacyjnych elementów do zmiennych warunków eksploatacji, w tym wymagań dotyczących bezluzowej pracy, powtarzalnego działania i samoczynnej kompensacji niedokładności oraz skutków różnorodnych zakłóceń.

Technologie przyrostowe będą wykorzystywane jako metoda usprawniająca budowę prototypowych układów stanowiących moduły składowe do wytwarzania badanych elementów.

Uzasadnienie celowości podjęcia tematyki badawczej (max. 150 słów)

Tematyka badawcza ukierunkowana jest na zadania obejmujące opracowanie innowacyjnych technologii tworzenia teksturowanych struktur na kształtowanych powierzchniach. Planowane jest w tym celu zastosowanie posiadanych urządzeń do realizacji procesów obróbki strumieniowości w celu tworzenia określonych struktur mikro wgłębień i przy tym na korzystne kształtowanie naprężeń w warstwie wierzchniej. W innych pracach doktorskich folie ściernie byłyby wykorzystane w pierwszym etapie do wygładzania powierzchni, a w drugim do dociskowego wytworzenia tekstur o mikrometrycznych rozmiarach. Nowatorskim elementem tej tematyki jest wytwarzanie powierzchniowych makro struktur o cechach dostosowanych do warunków eksploatacji.

Kolejny zakres tematyczny dotyczy wytwarzania przyrostowego cienkościennych struktur metalicznych o korzystnie gradientowo zmiennym kształcie i zagęszczeniu ścianek. Przestrzenie między ściankami mogą być wypełnione kompozytowymi wypełniaczami, które modyfikują cechy elementu i mogą być dopasowane do jego funkcji. Wpisuje się to w kierunek badawczy obejmujący wytwarzanie bardzo lekkich elementów o właściwościach dedykowanych do różnych zastosowań. Nowatorskim elementem tego zakresu tematycznego jest wytwarzanie elementów o metalicznych strukturach z kompozytowymi wypełniaczami do zastosowań budowie osłon akustycznych lub elektromagnetycznych o korzystnych właściwościach rozpraszania impulsowych oddziaływań zewnętrznych.

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

1. Badania teksturowanych struktur powierzchniowych wytwarzanych z zastosowaniem obróbki strumieniowości
(promotor pomocniczy dr inż. Monika Szada-Borzyszkowska)
2. Badania teksturowanych struktur powierzchniowych wytwarzanych z zastosowaniem folii ściernych
(promotor pomocniczy dr inż. Katarzyna Tandecka)
3. Podstawy definiowania i wytwarzania dedykowanych struktur powierzchniowych z wykorzystaniem wzorców biomimetycznych
(promotor pomocniczy dr inż. Monika Szada-Borzyszkowska)
4. Badania metalicznych struktur z kompozytowymi wypełniaczami w aspekcie zastosowań w osłonach akustycznych i elektromagnetycznych
(promotor pomocniczy dr inż. Tomasz Szatkiewicz)

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

Grant naukowy: Modelowanie i metrologiczne podstawy wytwarzania i oceny topografii technicznych powierzchni porowatych, teksturowanych oraz powierzchniowych struktur 3D elementów wzorowanych na obiektach biologicznych

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

Posiadana aparatura przydatna do badań:

Mikroskop elektronowy Phenom ProX posiada: w pełni zintegrowany spektrometr EDS, mapy oraz pomiary liniowe pierwiastków, działo elektronowe CeB6 o czasie życia 1500 godzin i 10 krotnie większej jasności niż działo wolframowe, napięcie przyspieszające z zakresu 4,8-15kV ustawione według potrzeb użytkownika.

Elektronowy mikroskop skaningowy firmy FEI typu Quanta 200 Mark II z analizatorem chemicznym EDS typu EDAX Genesis XM 2i, który jest dodatkowo wyposażony w mikromaszynę wytrzymałościową w postaci stolika tensometrycznego Microtest HC 5000 Tensil Stage (produkcji GATAN).

Laserowy mikroskop konfokalny LEXT OLS4000 firmy OLYMPUS. Mikroskop ten umożliwia uzyskanie obrazu o doskonałej jakości oraz wykonanie dokładnych pomiarów 3D za pomocą zaawansowanego systemu optycznego UIS2 Optical System - korekcja nieskończoności, metodą nieniszczącą. Parametry mikroskopu: całkowite powiększenie 108x - 17280x, pole obserwacji 2560x2560 - 16x16 µm, metoda obserwacji BF/DIC/Laser/Laser konfokalny DIC, Laser 405 nm Laser półprzewodnikowy, obiektywy 5x, 10x, 20x, 50x, 100x, powiększenie (zoom) optyczny 1x-8x.

Profilometr interferencyjny Talysurf CCI 6000 to urządzenie do szybkiego, ultra precyzyjnego pomiaru nano topografii 3D. Parametry urządzenia: rozdzielczość w osi Z 10 pm, zakres w osi Z 100um/400um/10000um, zakres osi x/y do 7 mm², czas pomiaru do 20 sekund, ilość punktów pomiarowych 1.048.576, pomiar powierzchni o wsp. odbicia światła 0,9-100%.

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. Wojciech Kacalak, Dariusz Lipiński, Filip Szafraniec, Anna Zawada-Tomkiewicz, Katarzyna Tandecka, Grzegorz Królczyk, Metrological basis for assessing the state of the active surface of abrasive tools based on parameters characterizing their machining potential. Measurement 165 (2020) 108068, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108068>. (200 p., IF=5.131)
2. Wojciech Kacalak, Dariusz Lipiński, Rafał Różański, Grzegorz M. Królczyk, Assessment of the classification ability of parameters characterizing surface topography formed in manufacturing and operation processes, MEASUREMENT, November 2020, 108715, doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108715. (200 p., IF=5.131).
3. Dorota Laskowska, Tomasz Szatkiewicz, Błażej Bałasz, Katarzyna Mitura, Mechanical Properties and Energy Absorption Abilities of Diamond TPMS Cylindrical Structures Fabricated by Selective Laser Melting with 316L Stainless Steel, 2023, [Materials](#) 16(8), DOI: [10.3390/ma16083196](https://doi.org/10.3390/ma16083196) (140 p., IF=3.748).
4. Szada-Borzyżkowska M., Kacalak W., Lipiński D., Bałasz Błażej, Analysis of the Erosivity of High-Pressure Pulsating Water Jets Produced in the Self-Excited Drill Head, Materials 2021, 14(15), 4165; <https://doi.org/10.3390/ma14154165>. (140 p., IF=3,748).

5. Aneta Skoradko, Tomasz Szatkiewicz, Jacek Kacer, Marcin Jagoda, [Mechanical properties of mortar beams reinforced by gyroid 3D printed plastic spatial elements](#), 2022, [Cement and Concrete Composites](#). (200 p., IF=9.93).

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

Innowacyjna technologia procesu cynkowania – NCBR, kierownik projektu – Politechnika Koszalińska. Partnerzy: Holding ZREMB w Gorzowie Wielkopolskim, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach.

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

-