

**Karta zgłoszenia tematyki badawczej
dla kandydatów do Szkoły Doktorskiej
w roku akademickim 2023/2024**

Proponowana tematyka doktoratu
Materiały polimerowe pochodzące z recyklingu i dodatków w postaci napelniaczy metalowych i/lub niemetalowych do zastosowań w technologiach przyrostowych
Dyscyplina naukowa (<i>*niewłaściwe skreślić</i>)
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA, ELEKTROTECHNIKA I TECHNOLOGIE KOSMICZNE INŻYNIERIA LĄDOWA, GEODEZJA I TRANSPORT INŻYNIERIA MECHANICZNA
Proponowany promotor
dr hab. inż. Iwona Michalska-Požoga, prof. PK Wydział Mechaniczny; Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego ul. Racławicka 15-17.; budynek: C; pokój: 221 e-mail: iwona.michalska-pozoga@tu.koszalin.pl; tel.: 94 3478425
Krótki opis tematyki badawczej ze wskazaniem problematyki naukowej (max. 350 słów)
Poszukiwanie nowych materiałów, zagospodarowanie odpadów pochodzących z różnych źródeł i nowych sposobów ich przetwarzania stało się konieczne, ponieważ w dobie szybko rozwijającej się technologii i potrzeb rynku, właściwości materiałów konwencjonalnych stały się niewystarczające. Wpływ na poszukiwanie nowych rozwiązań ma też szybko rozwijający się trend tzw. „zero west”. Zakłada się, że nowoczesne materiały, stosowane w nowoczesnych technologiach różnych branż, powinny mieć wysoką wydajność, efektywność, niezawodność. Ponadto powinny być lekkie i odporne na ekstremalne warunki (wysoką i niską temperaturę, wysokie i niskie ciśnienie, agresywne substancje i środowisko). Po wielu latach badań stwierdzono, że wszystkie te właściwości można uzyskać przez wytworzenie, z materiałów klasycznych, kompozycji o różnych właściwościach. A dzięki wytwarzaniu materiałów kompozytowych można też z powodzeniem zagospodarowywać materiały pochodzące z odpadów, dzięki synergii ich właściwości. Skład materiałów kompozytowych ewoluował, dzięki czemu możliwe było uzyskanie ich najlepszych właściwości. W dzisiejszych czasach materiały kompozytowe na równi z innymi klasycznymi materiałami, tj. metalami, ceramiką i polimerami, są równie szeroko stosowane jako materiały konstrukcyjne. O ile materiały metalowe i ceramiczne rozwijają się od lat, o tyle związki wielkocząsteczkowe i powstałe na ich bazie kompozyty są wynalazkami XX wieku. Porównując właściwości kompozytów z materiałami tradycyjnymi zauważono, że w wielu przypadkach właściwości kompozytów są o wiele lepsze i nieosiągalne dla czystych materiałów, np. kompozyt polimerowy PA + GF50 ma o około 100% lepsze właściwości wytrzymałościowe niż stop aluminium i o 40% wyższe niż stop tytanu. Kompozyty polimerowe, czyli takie, gdzie osnowę stanowią materiały polimerowe, swoją popularność zdobyły dzięki dużej wytrzymałości mechanicznej przy stosunkowo niskiej masie, zwiększonej odporności na agresywne środowisko, a także podatności na ponowne przetwarzanie. Dodatkami stosowanymi jako napelniacze lub wzmocnienie w kompozycie są: materiały naturalne (włókna celulozowe, bawełniane, słoma, liście

drzew itp.) i materiały syntetyczne (włókna szklane, węglowe, polimerowe, wzmocnienia metaliczne, wypełniacze ceramiczne itp.). W zależności od ich postaci, rozmiarów i ilości możemy projektować właściwości kompozytów, które dzięki atrakcyjnym właściwościom znajdują szerokie zastosowanie w różnych branżach przemysłu. Kompozyty polimerowe najczęściej wytwarzane są metodami stosowanymi do przetwarzania materiałów polimerowych, tj. kompozyty o osnowie z tworzyw termoplastycznych – przez wytłaczanie i wtryskiwanie, kompozyty. Najczęściej klasyczny (jedno- i dwuślimakowy) sposób wytłaczania wykorzystywany jest na etapie wstępnym wytwarzania kompozytów, najczęściej do otrzymania granulatu. Wytwarzanie kompozytów polimerowych wiąże się najczęściej z przeprowadzeniem tego procesu w dwóch etapach: wstępnym i właściwym. Wstępnym etapem wytwarzania kompozytów jest mieszanie polimeru w stanie uplastycznionym z wypełniaczem, a także z innymi dodatkami podczas wytłaczania, w ten sposób uzyskując np. granulaty, czyli materiał dla etapu właściwego wytwarzania kompozytów. Natomiast właściwym etapem przetwarzania jest kształtowanie (formowanie) gotowego wyrobu z wcześniej wytłoczonego granulatu. Obecnie zaczynają się pojawiać publikacje dotyczące zastosowania kompozytów polimerowych jako materiał do wytwarzania w technologii przyrostowej. Drewno i inne materiały lignocelulozowe lub ich komponenty (lignina, celuloza, nanoceluloza) mogą być wykorzystywane w technologiach wytwarzania przyrostowego na kilka sposobów i mogą być jednym z wiodących materiałów pochodzenia naturalnego w celu zmniejszenia wykorzystania zasobów ropopochodnych i zmniejszenia wpływu na środowisko uderzenie. Włączenie materiałów drzewnych do wytwarzania przyrostowego (AM) jest interesujące ze względu na ich pozytywny wpływ na środowisko i ulepszone właściwości. Istotną zaletą stosowania drewna z polimerami biodegradowalnymi lub pochodzącymi z recyklingu jest niewątpliwie możliwość wykorzystania materiałów odpadowych i ich recyklingu po zakończeniu ich eksploatacji. Dzięki odpowiedniej kombinacji polimeru, cząstek drewna (rozmiar, rozmieszczenie i zawartość), preparatu i dodatków, w mieszkach można osiągnąć szeroki zakres poziomów wydajności. Na przykład trociny mogą służyć jako wzmocnienie na zginanie i wytrzymałość na rozciąganie lub po prostu tani wypełniacz. Technologia przyrostowa, była coraz częściej stosowana w ostatniej dekadzie ze względu na jej wszechstronność w wytwarzaniu wielu produktów o złożonych kształtach i określonych właściwościach mechanicznych przy niskich kosztach. Druk trójwymiarowy jest wykorzystywany w przemyśle biomedycznym, inżynierii lądowej, lotniczej i motoryzacyjnej do wytwarzania prototypów, modeli, części zamiennych, koron dentystycznych, protez kończyn itp. Jedną z najpopularniejszych technik druku 3D jest technologia FDM. FDM staje się coraz bardziej popularny ze względu na niski koszt, niskie koszty utrzymania i rosnącą różnorodność surowców do druku 3D, na przykład kwas polimlekowy (PLA), polipropylen (PP), glikol politereftalanowy etylenu (PETG) i akrylonitryl-butadien-styren (ABS). Jedną z głównych zalet wykorzystania naturalnych cząstek i materiałów lignocelulozowych w materiałach drukowanych 3D na bazie PLA, PE czy PP jest ich dostępność, niski koszt, niewielka waga i ograniczenie wpływu na środowisko. Kompozyty z surowców odnawialnych oparte na technologii FDM stały się atrakcyjnymi produktami dla budownictwa, samochodów, mebli i innych zastosowań konsumenckich ze względu na zwiększoną świadomość ekologiczną i zapotrzebowanie na materiały przyjazne dla środowiska. Podczas gdy właściwości mechaniczne NFRC i WPC wytwarzanych tradycyjnymi metodami, takimi jak wytłaczanie lub formowanie wtryskowe [44-45], zostały szeroko zbadane, zachowanie mechaniczne drukowanych w 3D NFRC i WPC na bazie PLA, PP i PE są nadal badane. W oparciu o przytoczoną wyżej literaturę niewiele jest badań dotyczących właściwości wytrzymałościowych wydrukowanych w 3D kompozytów na bazie PLA, PP i PE wypełnionych cząstkami metali i niemetali, a w szczególności składników kompozytów pochodzących z recyklingu.

Największym na dziś problemem w zastosowaniu tych materiałów w technologiach przyrostowych jest: po pierwsze uzyskanie dobrej jakości filamentu i doboru parametrów procesu pozwalających na uzyskanie elementu o dobrej jakości i spodziewanych właściwościach. Podstawową zaletą zastosowania kompozytów polimerowych w technologiach przyrostowych jest zmniejszenie masy

odpadów polimerowych w porównaniu z technologiami klasycznymi.
Uzasadnienie celowości podjęcia tematyki badawczej (max. 150 słów)
Realizacja powyższej tematyki pozwoli na: Wykorzystując synergę właściwości poszczególnych składników materiałów kompozytowych pochodzących z recyklingu pozwoli na uzyskanie kompozytów polimerowych o polepszonych właściwościach mechanicznych, fizycznych, fizykochemicznych z możliwością zastosowania ich w technologiach przyrostowych. Ponadto określenie właściwości uzyskanych wytworów technologią przyrostową. Zrealizowanie projektu wpłynie na rozwój wiedzy w zakresie kompozytów polimerowych z napełniaczami naturalnymi, w szczególności pochodzących z recyklingu i zastosowaniu ich w technologiach przyrostowych. Wyniki projektu mogą przynieść korzyści dla środowiska, poprzez ograniczenie masy stosowania materiałów pierwotnych na rzecz stosowania materiałów z recyklingu.
Proponowane tematy prac doktorskich w ramach zgłaszanej tematyki badawczej (do 3 tematów)
1. Wpływ udziału napełniacza naturalnego drzewnego na właściwości kompozytów polimerowych do zastosowań w technologii przyrostowej. 2. Wpływ udziału napełniacza metalowego na właściwości kompozytów polimerowych do zastosowań w technologii przyrostowej. 3. Możliwość wykorzystania materiałów odpadowych do wytworzenia kompozytów polimerowych jako materiału do zastosowań w technologii przyrostowej.
Źródła finansowania tematyki badawczej (tematyka realizowanych obecnie grantów naukowych finansowanych ze źródeł zewnętrznych lub w ramach subwencji)
Finansowanie w ramach subwencji.
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
Nie dotyczy.

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. Michalska-Pożoga I., Szczepanek M.: Analysis of Particles' Size and Degree of Distribution of a Wooden Filler in Wood-Polymer Composites, Materials 2021, 21, 14, doi: 10.3390/ma14216251 (IF:3,623; 140 pkt.); 2. Rydzkowski T., Kulesza S., Bramowicz M., Michalska-Pożoga I.: Zastosowanie mikroskopii sił atomowych i analizy fraktalnej do badania wpływu temperatury na topografię powierzchni materiałów polimerowych. Polimery 2020, 1, 25 dx.doi.org/10.14314/polimery.2020.1.4 (70 pkt., IF- 1,121); 3. Wroblewska-Krepsztul J., Rydzkowski T., Michalska-Pożoga I., Kumar V.: Biopolymers for Biomedical and Pharmaceutical Applications: Recent Advances and Overview of Alginate Electrospinning. Nanomaterials 2019, 9, 404. doi: 10.3390/nano9030404 (IF - 3,504; 70 pkt.); 4. Michalska-Pożoga I.: Studium efektywnego wytłaczania kompozytów polimerowych z wykorzystaniem ślimakowo-tarczowego układu uplastyczniającego. Monografia nr 319, Wydaw-

nictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 2017, str. 173. ISBN 978-83-7365-440-2 (25 punktów); 5. Michalska – Pożoga I., Węgrzyk S., Rydzkowski T. 2017. Wykorzystanie metody Taguchi do oceny wpływu sposobu wytłaczania na właściwości kompozytów polimerowo-drzewnych. Polimery 2017, 62, 9, 686-692, doi: 10.14314/polimery.2017.686 (IF = 0,778; 15 punktów - lista A);
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
-
Wykaz usług badawczych realizowanych na rzecz przemysłu związanych z proponowaną tematyką badawczą za okres ostatnich 5 lat
1. Zbadanie składu dostarczonego w próbkach tworzywa: wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie, moduł Younga, gęstość, skurcz; 2. Opracowanie właściwej mieszanki z dostarczonych próbek tworzyw, która pozwoli uzyskać parametry dla wyrobów budowlanych w klasie B125 oraz C250; 3. Badanie zawartości chloru w celu określenia obecności poli(chlorku winylu) w workach i taśmach z wyprodukowanych z polietylenu niskiej gęstości; 4. Innowacyjna technologia wytwarzania worków foliowych z trójwarstwowej folii ze znacznym udziałem zanieczyszczonych recyklatów polimerowych; 5. Opinia o innowacyjności na temat Narzędzia do produkcji nowych wyrobów wytłaczanych zastosowanych w telekomunikacji i medycynie; 6. Badanie twardości metodą Shore'a elementów z tworzywa sztucznego; 7. Ocena właściwości wytrzymałościowych i budowy strukturalnej elementów z PC/ABS; 8. Wykonanie badań właściwości tworzyw sztucznych pochodzących z recyklingu; 9. Badanie właściwości tworzywa sztucznego pochodzącego z recyklingu oraz folii wyprodukowanej z tego tworzywa; 10. Badanie właściwości tworzywa sztucznego za pomocą aparatu DSC; 11. Badanie próbki folii bio wyprodukowanej za pomocą technologii konwencjonalnej i nowoczesnej, wraz z porównaniem właściwości tych folii;