

Streszczenie

Cel pracy – Opracowanie technologii przyrostowego przetwarzania kompozytu o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych, w tym kompozycji materiału wsadowego na bazie poliamidu 12 oraz napełniacza metalicznego.

Plan badań – Cel pracy zrealizowano zgodnie z poniższymi etapami:

1. Analiza literaturowa wraz z opracowaniem metod oceny, obejmująca wybrane zagadnienie badawcze.
2. Badania wpływu rodzaju i zawartości napełniacza metalicznego na materiał wsadowy do procesu pLS.
3. Badania wpływu rodzaju i zawartości napełniacza metalicznego na materiał po procesie pLS.
4. Badania wpływu rodzaju i zawartości napełniacza metalicznego na odpowiedź biologiczną materiału po procesie pLS.
5. Określenie potencjału aplikacyjnego opracowanego rozwiązania.

Podsumowanie i kluczowe wnioski – Przeprowadzone badania potwierdziły, że dodatek mikronapełniaczy metalicznych ma pozytywny wpływ na zdolność powierzchni tworzywa do hamowania rozrostu kolonii drobnoustrojów. Właściwości przeciwdrobnoustrojowe wykazały kompozycje PA12 zarówno z napełniaczem Ag jak i Cu. Zastosowanie mechanicznego mieszania jako metody przygotowania proszku kompozytowego dedykowanego dla technologii pLS zapewnia wystarczająco dobrą dyspersję dodatku w matrycy polimerowej. Stężenia mikronapełniaczy metalicznych do 5% wag. nie wpłynęły negatywnie na przydatność proszku do procesu pLS. Technologiczność mieszanin została potwierdzona z punktu widzenia właściwości termicznych oraz reologicznych. Napełniacze metaliczne, mimo że stanowią wtrącenia, nie wpływają negatywnie na strukturę wewnętrzną materiału po procesie pLS (porowatość). Ponadto odpowiednio dobrana receptura kompozycji zapewnia bezpieczeństwo stosowania w kontakcie ze skórą. Jako najbardziej rokującą mieszaninę wyselekcjonowano PA12 + 0,5% wag. Ag. Poza brakiem cytotoksyczności i zauważalnym wzrostem właściwości przeciwdrobnoustrojowych potwierdzono, że nie traci cech materiałowych pożądaných w dotychczasowo stosowanych aplikacjach przemysłowych. Potencjał aplikacyjny nowo opracowanego materiału został potwierdzony przez rozszerzone badania właściwości mechanicznych w statycznych oraz dynamicznych warunkach obciążenia. Ponadto stwierdzono brak wpływu napełniacza na dokładność wymiarowo-kształtową oraz właściwości termiczne jak i strukturę krystaliczną polimeru po procesie wytwórczym. Produkty wykonane z opracowanego materiału zostały przetestowane w warunkach zbliżonych do operacyjnych, w ramach projektu pt. „Metoda natychmiastowego wytwarzania przyrostowego części zamiennych i alternatywnych aparatury medycznej oraz środków ochrony indywidualnej w środowisku rozproszonym w sytuacjach kryzysowych – Virtual AM Storage COVID-19” zrealizowanego na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej.

Abstract

Topic – Development of an additive manufacturing process for antimicrobial composite fabrication.

Aim & scope – Development of the additive manufacturing method of a composite polymer powder with antimicrobial properties dedicated, including preparation of composition of the input material based on polyamide 12 and a metallic filler.

Research plan – The aim of the thesis was achieved in accordance with the following stages:

1. Literature analysis with the assessment of evaluation methods.
2. Investigation of the influence of the type and content of metallic filler on pLS feedstock.
3. Investigation of the influence of the type and content of metallic filler on the material after the pLS process.
4. Investigation of the influence of the type and content of the metallic filler on the biological response of the material after the pLS process.
5. Determination of the application potential of the developed material.

Summary and main findings – The conducted research confirmed that the addition of metallic microfillers to a polymer Laser Sintering material has a positive effect on the ability of the polymer's surface to inhibit the growth of microbial colonies. Both PA12 compositions with silver and copper fillers showed antimicrobial properties. The use of mechanical mixing as a method for preparing a composite powder for the use as a feedstock for pLS technology ensures a sufficiently good dispersion of the filler in the polymer matrix after the additive manufacturing process. The concentration of metallic microfillers up to 5% by weight does not adversely affect the processability of the powder in the pLS process (thermal and rheological properties). Metal fillers, although they are inclusions, do not adversely affect the internal structure (porosity) of the material after the pLS process. Furthermore, the selected formulation (PA12 + 0.5 wt.% Ag) ensures safe use in contact with the human skin. The composition was selected as the most promising feedstock material that provides antimicrobial properties. In addition it has been confirmed that chosen composition does not affect other properties of the material that makes PA12 a desired polymer by industrial pLS users in various applications. The application potential of the newly developed material has been confirmed by mechanical testing under static and dynamic loading conditions. Moreover, no influence of the filler on the dimensional accuracy, as well as thermal properties, and crystalline structure of the polymer after the manufacturing process were found. The products made from the developed material were tested in conditions similar to operational ones as part of the project entitled "The on-the-spot additive production method of spare and alternative medical parts as well as personal protective equipment (PPE) in a dispersed environment in crises - Virtual AM Storage Covid-19" carried out at the Faculty of Mechanical Engineering of the Wrocław University of Science and Technology.

Keywords – additive manufacturing, polymer laser sintering, polyamide, polymer powders, metallic fillers, antimicrobial properties