

Praca dyplomowa inżynierska

Zbadanie właściwości mechanicznych rusztowań polimerowo-ceramicznych otrzymywanych metodą druku 3D



Autor: Emilia Serafin

Nr albumu: 298058

Promotor: dr hab. inż. Paweł Sobieszuk

Opiekun pomocniczy: mgr inż. Rafał Podgórski

Rok akademicki: 2021/2022

Wprowadzenie

Inżynieria tkankowa jest to dziedzina nauki zajmująca się wytwarzaniem funkcjonalnych zamienników uszkodzonych tkanek lub całych narządów. Głównym celem jest znalezienie materiału oraz opracowanie jego struktury tak, aby jak najlepiej przypominał tkankę ludzką i jak najmniej zakłócał funkcjonowanie organizmu. Jednym z powszechnie stosowanych podejść w rozwiązywaniu problemów związanych z układem kostnym jest stosowanie implantów powstających przez wyizolowanie specyficznych komórek i hodowaniu ich na trójwymiarowym rusztowaniu w odpowiednich warunkach.

Cel i zakres pracy

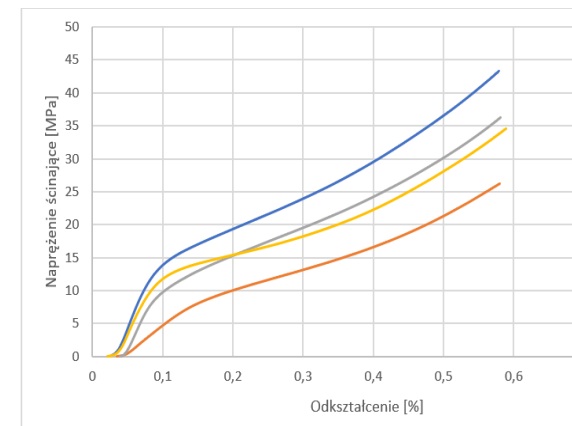
Celem pracy jest zbadanie, połączonych w różnych proporcjach, biodegradowalnych polimerów oraz ceramiki pod kątem zastosowania jako implanty kostne. Polimerami używanymi były polikaprolakton (PCL) oraz poli-L-laktyd (PLLA). Zakres wykonywanych prac obejmował sprawdzenie wytrzymałości mechanicznej wytworzonych rusztowań polimerowo-ceramicznych oraz analizę ich składu przy pomocy analizy FTIR. Można wyróżnić pięć etapów w realizowanej pracy: wytworzenie kompozytów, wytłoczenie filamentów, drukowanie rusztowań przy użyciu drukarki 3D, testy mechaniczne oraz pomiar FTIR próbek. Uzyskane wyniki porównano z danymi literaturowymi w celu weryfikacji ich poprawności.

Pomiar FTIR

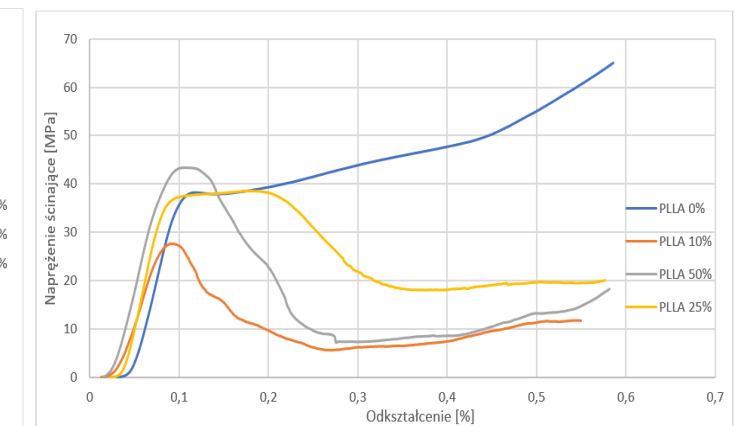
Pomiarów widm dokonano za pomocą spektrometru FTIR, aby sprawdzić, czy doświadczenia przebiegły tak jak planowano. Uzyskano wykresy transmitancji w zależności od liczby falowej dla każdej próbki. Na podstawie ich przebiegów można było określić obecność ceramiki w rusztowaniach. Taka analiza pozwala stwierdzić, że w trakcie przygotowywania rusztowań skład kompozytów nie uległ zmianie, oraz że badania wytrzymałościowe rzeczywiście były dokonywane na skafoldach o określonych proporcjach polimer-ceramika.

Testy wytrzymałościowe

Testy wytrzymałościowe rusztowań były prowadzone dla każdego wariantu w 6 powtórzeniach. Na podstawie otrzymanych wyników można było skonstruować wykresy naprężenia od odkształcenia dla polimeru PCL (Rys. 1) oraz PLLA (Rys. 2).



Rysunek 1. Zależność naprężenia od odkształcenia dla polimeru PCL



Rysunek 2. Zależność naprężenia od odkształcenia dla polimeru PLLA

W przypadku polimeru PCL (Rys. 1) pierwszą zauważalną rzeczą jest to, że wykres naprężeń dla wszystkich wariantów stale rośnie. Największe wartości otrzymano dla PCL-0%, a najniższe dla PCL-10%. Wartości wariantów 25% oraz 50% nie różnią się znacząco od siebie.

Dla polimeru PLLA (Rys. 2) możemy zauważyć podobieństwo do PCL przy wariantach 0% i 10%. W pierwszym przypadku wytrzymałość rusztowania również stale rośnie od przyłożonego nacisku, a w drugim osiąga najmniejsze wartości ze wszystkich wariantów. Nagły spadek przebiegów dla kompozytów zawierających ceramikę świadczy o pęknięciu oraz kruszeniu się rusztowania. Dla PLLA-50% otrzymano największe wartości naprężeń, ale już przy niewielkich odkształceniach wykres zaczyna gwałtownie spadać. Inaczej jest w przypadku PLLA-25%. Wykres jest niższy, lecz wartości naprężeń dłużej utrzymują się na mniej więcej stałym poziomie.

Wnioski

Polimer PCL w trakcie testów wytrzymałościowych przy zgniataniu nie pękał ani nie kruszył się tylko przybierał coraz bardziej zbitą postać. Inaczej zachowywał się polimer PLLA. Rusztowania z niego zrobione w połączeniu z ceramiką były dużo sztywniejsze oraz kruszyły się pod wpływem odpowiedniej siły. W przypadku obu polimerów zaobserwowano zmianę właściwości mechanicznych w zależności od ilości dodanej ceramiki. Co ciekawe zarówno dla PCL jak i PLLA zawartość 10% ceramiki powodowała pogorszenie się właściwości mechanicznych, a od 25% były one takie same jak dla 0% lub lepsze. Oznacza to, że zależność ta nie jest liniowa i wymaga w przyszłości dokładniejszej serii badań i ich analizy. Dzięki uzyskanym wynikom można będzie w przyszłości dopasowywać skonstruowane implanty do potrzeb wytrzymałościowych różnych kości.