

Praca dyplomowa inżynierska

Wytwarzanie funkcjonalnych struktur porowatych przy użyciu płynów w stanie nadkrytycznym



Marta Błaszczak

Nr albumu: 253256

Promotor: prof. nzw. dr hab. inż. Marek Henczka

Opiekun pomocniczy: mgr inż. Katarzyna Tarabasz

Rok akademicki: 2015/2016

Wprowadzenie

W literaturze opisywanych jest wiele technologii służących do wytwarzania funkcjonalnych struktur porowatych m.in. odlew rozpuszczalnika połączony z ługowaniem cząstek stałych, separacja faz, formowanie tłoczne, formowanie wtryskowe, wytlaczanie, odlewnie do formy oraz przedzenie. Największą wadę wymienionych tradycyjnych technologii wytwarzania stanowi zastosowanie dużych ilości rozpuszczalników organicznych. Ponadto niektóre z tych metod wymagają stosowania wysokich temperatur, co może niekorzystnie wpłynąć na związki wrażliwe na jej działanie np. leki. Alternatywę dla wymienionych tradycyjnych sposobów wytwarzania struktur porowatych stanowią metody z udziałem płynów w stanie nadkrytycznym (SCF). Spośród nich najpowszechniejszą jest spienianie polimerów oraz inwersja faz przy użyciu płynów w stanie nadkrytycznym.

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest doświadczalne zbadanie możliwości wykorzystania CO_2 w stanie nadkrytycznym do produkcji funkcjonalnych struktur porowatych do zastosowań biomedycznych np. jako biodegradowalne rusztowania kostne.

Zakres pracy obejmuje:

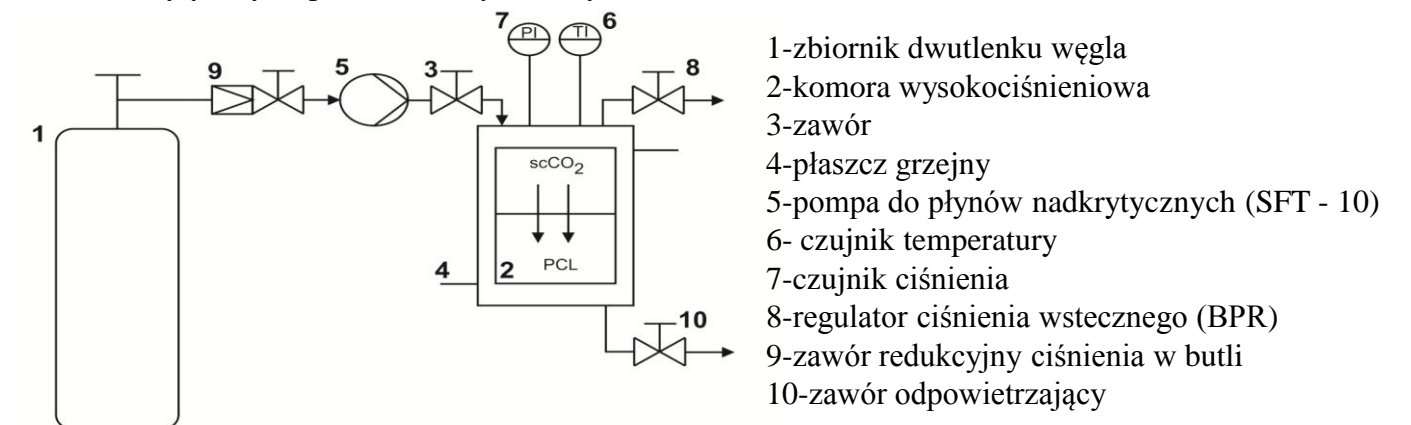
- przegląd literatury dotyczącej technologii wytwarzania funkcjonalnych struktur porowatych do zastosowań biomedycznych oraz dokonanie oceny omawianych technologii;
- realizację badań doświadczalnych spieniania polikaprolaktonu (PCL) przy użyciu CO_2 w stanie nadkrytycznym;
- prezentację wyników oraz ich dyskusję dotyczącą wpływu zmiany parametrów operacyjnych na morfologię uzyskanych struktur;
- sformułowanie wniosków końcowych.

Techniki wykorzystujące płyny w stanie nadkrytycznym

Wśród wszystkich dostępnych technologii wykorzystujących płyny w stanie nadkrytycznym wyróżniają się dwie najbardziej obiecujące: spienianie polimerów oraz inwersja faz. W pierwszej z nich wykorzystuje się właściwości plastyfikujące dwutlenku węgla, którego użycie jako środka spieniającego daje szerokie możliwości przygotowania rusztowań z biodegradowalnych polimerów oraz ich kompozytów. Spienianie polimeru może być przeprowadzane z zastosowaniem procesów realizowanych w sposób ciągły oraz okresowy. Natomiast metoda inwersji faz polega na rozpuszczeniu polimeru w rozpuszczalniku organicznym, a następnie wylaniu takiego roztworu na obojętny nośnik. Tak przygotowana próbka umieszczana jest w okresowym reaktorze, do którego wprowadzany jest płyn w stanie nadkrytycznym niebędący rozpuszczalnikiem dla danego polimeru. Kontakt pomiędzy rozpuszczalnikiem i nierozpuszczalnikiem indukuje rozdział faz.

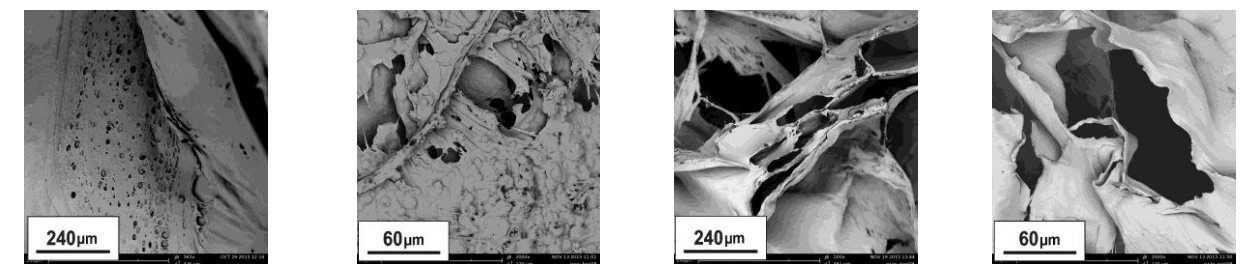
Część doświadczalna

Celem części doświadczalnej niniejszej pracy było zbadanie wpływu zmiany parametrów operacyjnych takich jak temperatura (T_{nas}), ciśnienie (P_{nas}), czas nasycenia (t_{nas}) oraz szybkość dekompresji (D) na morfologię pian stałych wytworzonych w okresowym procesie spieniania polikaprolaktonu (PCL) przy użyciu dwutlenku węgla w stanie nadkrytycznym. Serie prób przeprowadzono w zaprojektowanym wysokociśnieniowym układzie laboratoryjnym do wytwarzania pian stałych przy użyciu dwutlenku węgla w stanie nadkrytycznym przedstawionym na rys. 1.



Rys. 1. Schemat układu doświadczalnego

Następnie przeprowadzono analizę jakościową wytworzonych struktur porowatych przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) poprzez ocenę topografii ich powierzchni bocznej oraz przekroju poprzecznego. Ocena dokonywana była na podstawie wymagań wobec architektury rusztowań stosowanych w biomedycynie i pozwoliła na dobranie odpowiednich warunków procesowych do wytwarzania funkcjonalnych struktur porowatych.



Rys. 2. Zdjęcia SEM uzyskanych struktur porowatych kolejno od lewej powierzchni bocznej oraz przekroju poprzecznego dla warunków operacyjnych: $T_{\text{nas}}=70$ [°C]; $P_{\text{nas}}=130$ [MPa]; $t_{\text{nas}}=4$ [h]; $D=2600$ [bar/min].

Wnioski

W niniejszej pracy dokonano przeglądu literatury dotyczącej technologii wytwarzania funkcjonalnych struktur porowatych, który wskazuje na coraz bardziej wyraźne zainteresowanie metodami wykorzystującymi płyny w stanie nadkrytycznym. Wynika to przede wszystkim z ich unikalnych właściwości, które pozwalają na ograniczenie użycia rozpuszczalników organicznych oraz wysokich temperatur. Powyższe wnioski wyciągnięte po dokonaniu przeglądu literatury doprowadziły do podjęcia próby wytworzenia rusztowań kostnych metodą spieniania polikaprolaktonu (PCL) przy użyciu dwutlenku węgla w stanie nadkrytycznym.

Analiza morfologii powierzchni bocznej oraz przekroju poprzecznego uzyskanych w toku badań doświadczalnych próbek pozwala stwierdzić, że skonstruowany układ wysokociśnieniowy jest użyteczny do wytwarzania trójwymiarowych rusztowań do zastosowań biomedycznych. Ponadto struktura uzyskiwanych pian stałych silnie zależy od parametrów realizacji procesu spieniania.