

# Praca dyplomowa inżynierska

## Wpływ parametrów procesowych na morfologię polimerowych cylindrycznych rusztowań biomedycznych otrzymywanych techniką inwersji faz

**Autor: Dominika Kwarta**

Nr albumu: 297981



Promotor: dr inż. Beata Butruk-Raszeja

Opiekun pomocniczy: mgr inż. Aleksandra Kuźmińska

Rok akademicki: 2021/2022

### Wprowadzenie

Choroby naczyń krwionośnych stają się coraz powszechniejszą przypadłością. Szczególnie obiecującą metodą leczenia jest stosowanie sztucznych protez naczyń krwionośnych. Trwają intensywnie badania nad otrzymaniem idealnej protezy, która wyróżnia się m.in. mikroporowatością, bio- i hemozgodnością oraz charakteryzuje się właściwościami mechanicznymi zbliżonymi do natywnych naczyń ludzkich. Jedną z metod otrzymywania jest technika inwersji faz, opierająca się na wzajemnej ograniczonej rozpuszczalności składników. Cechuje ją niski koszt i prostota.

### Cel i zakres pracy

Celem poniższej pracy była ocena wpływu wybranych parametrów prowadzenia procesu inwersji faz na morfologię powierzchni wewnętrznej cylindrycznych struktur poliuretanowych o średnicy poniżej 6 mm. W szczególności analizie poddano następujące parametry procesowe:

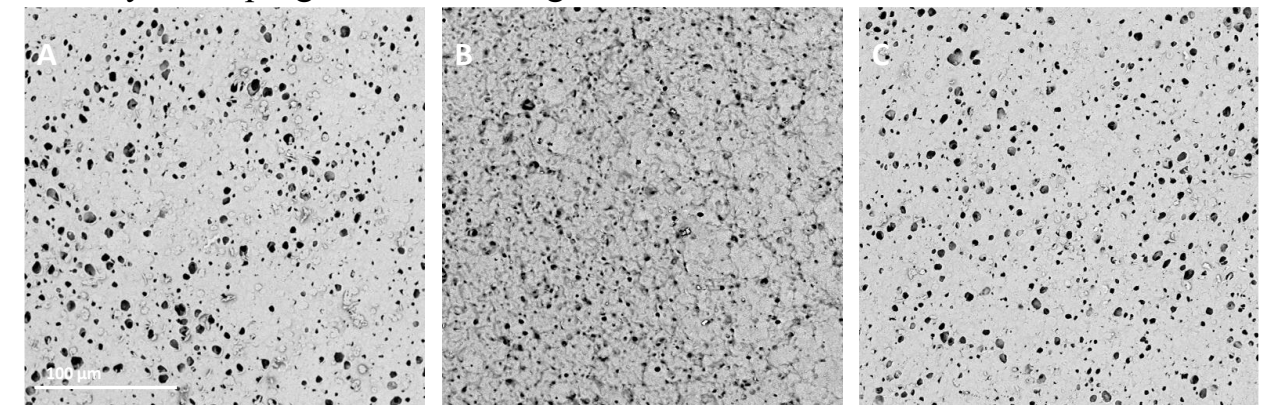
- twardość stosowanego poliuretanu (wyrażona w skali Shore'a),
- stężenie roztworu poliuretanu,
- skład roztworu nierozpuszczalnika,
- czas prowadzenia procesu.

Dla wybranych wariantów otrzymanych materiałów wykazujących najkorzystniejsze parametry, zmierzono średnie rozmiary porów, wyznaczono właściwości mechaniczne (moduł Younga, wytrzymałość na rozciąganie i względne wydłużenie przy odkształcaniu) oraz zbadano cytotoksyczność.

### Część doświadczalna

Analizie poddano trzy rodzaje poliuretanu (Chronoflex, PU), różniące się twardością: C75A, C75D, C45D; każdy w różnych stężeniach: 10% PU/dimetyloacetamid (DMAC) (wag./obj.), 15% PU/DMAC (wag./obj.), 20% PU/DMAC (wag./obj.), 25% PU/DMAC (wag./obj.). Badano różne mieszaniny nierozpuszczalników w następujących stosunkach objętościowych woda:etanol (EtOH) 0:100, woda:EtOH 20:80, woda:EtOH 40:60, woda:EtOH 60:40, woda:EtOH 80:20, woda:EtOH 100:0.

Sprawdzono również różne czasy prowadzenia procesu inwersji faz: 10 min, 2 godz., 24 godz. Powierzchnię materiałów obrazowano za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM). Na ich podstawie dokonano oceny morfologii. Dla najkorzystniejszych wariantów wykonano pomiary właściwości mechanicznych zgodnie z normami ASTM (D 638-02 i 882-02), zbadano cytotoksyczność za pomocą testu MTT wg normy ISO 10993-5, metodą pośrednią i zmierzono średnią średnicę porów z użyciem oprogramowania ImageJ.



Rys. 1. Zdjęcia SEM materiałów wytworzonych z wybranym zestawem parametrów, A: PU C75D, B: PU C75A, C: PU C45D, skala 100  $\mu\text{m}$

### Wyniki

Przeprowadzone doświadczenia wykazują, że najkorzystniejsze parametry procesowe są następujące: skład nierozpuszczalnika 0:100 woda:EtOH, stężenie PU równe 20% i czas prowadzenia procesu 24 godz. Te warunki pozwoliły na uzyskanie homogenicznie mikroporowatych, gładkich i wytrzymałych materiałów dla każdego rodzaju PU. Materiały z C45D i C75A wykazały zbliżone właściwości mechaniczne, podczas gdy struktura z C75D charakteryzowała się dużo większą sztywnością. Wykazano, że otrzymane materiały nie są toksyczne. Średnia średnica porów najkorzystniejszego wariantu dla każdego PU wynosiła  $9,6\pm 3,2 \mu\text{m}$  (C45D),  $3,4\pm 1,1 \mu\text{m}$  (C75A),  $2,4\pm 0,7 \mu\text{m}$  (C75D).

### Wnioski

Wykazano, że badane parametry procesowe mają znaczący wpływ na charakterystykę cylindrycznych rusztowań do zastosowań biomedycznych. Określono najkorzystniejsze warunki ich otrzymywania. Szczególnie obiecującym wariantem jest polimer PU C45D o stężeniu 20%, skład nierozpuszczalnika woda:EtOH 0:100 i czas prowadzenia procesu inwersji faz równy 24 godz.

### Finansowanie

Praca dyplomowa zrealizowana została w ramach projektów „Wpływ parametrów procesowych na wielkość porów powierzchniowych poliuretanowych struktur cylindrycznych o małych średnicach”, numer projektu 2016/21/N/ST8/01953, finansowanego ze środków NCN oraz LIDER. „BioGraft - biomimetyczne protezy naczyniowe małych średnic” finansowanego przez NCBiR.