

Praca dyplomowa inżynierska

Modelowanie układu symulującego transport substancji aktywnej z naczynia krwionośnego do krwi



Autor: Michał Stępnik

Nr albumu: 300601

Promotor: dr. inż. Anna Adach-Maciejewska

Rok akademicki: 2021/2022

Wprowadzenie

Na przełomie XX wieku zaczęła być stosowana i rozwijana praktyka inwazyjnego leczenia chorób takich jak chorobowa wieńcowa, poprzez wprowadzanie do zwężonych tętnic stentów, w celu przywrócenia drożności naczyniom krwionośnym. Stenty to metalowe siatki podtrzymujące ścianki niebezpiecznie zwężonego naczynia. W wyniku implantowania stentów często dochodzi do procesu restenozy, czyli ponownego zwężania się światła naczynia. Z tego względu, zaczęto pokrywać stenty lekami proliferacyjnymi. Proces uwalniania się takiego leku z powierzchni stentu wewnątrz naczynia jest skomplikowanym problemem wymagającym komputerowych obliczeń numerycznych.

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest:

- opracowanie trójwymiarowych siatek, odzwierciedlających układy doświadczalne symulujące:
 - transport składnika czynnego z naczynia krwionośnego do krwi
 - transport składnika czynnego ze stentu jednocześnie do krwi i do ściany naczynia.
- wprowadzenie do procedury obliczeniowej programu ANSYS własności mediów, wartości parametrów procesu, warunków początkowych i brzegowych.

Zakres pracy obejmuje:

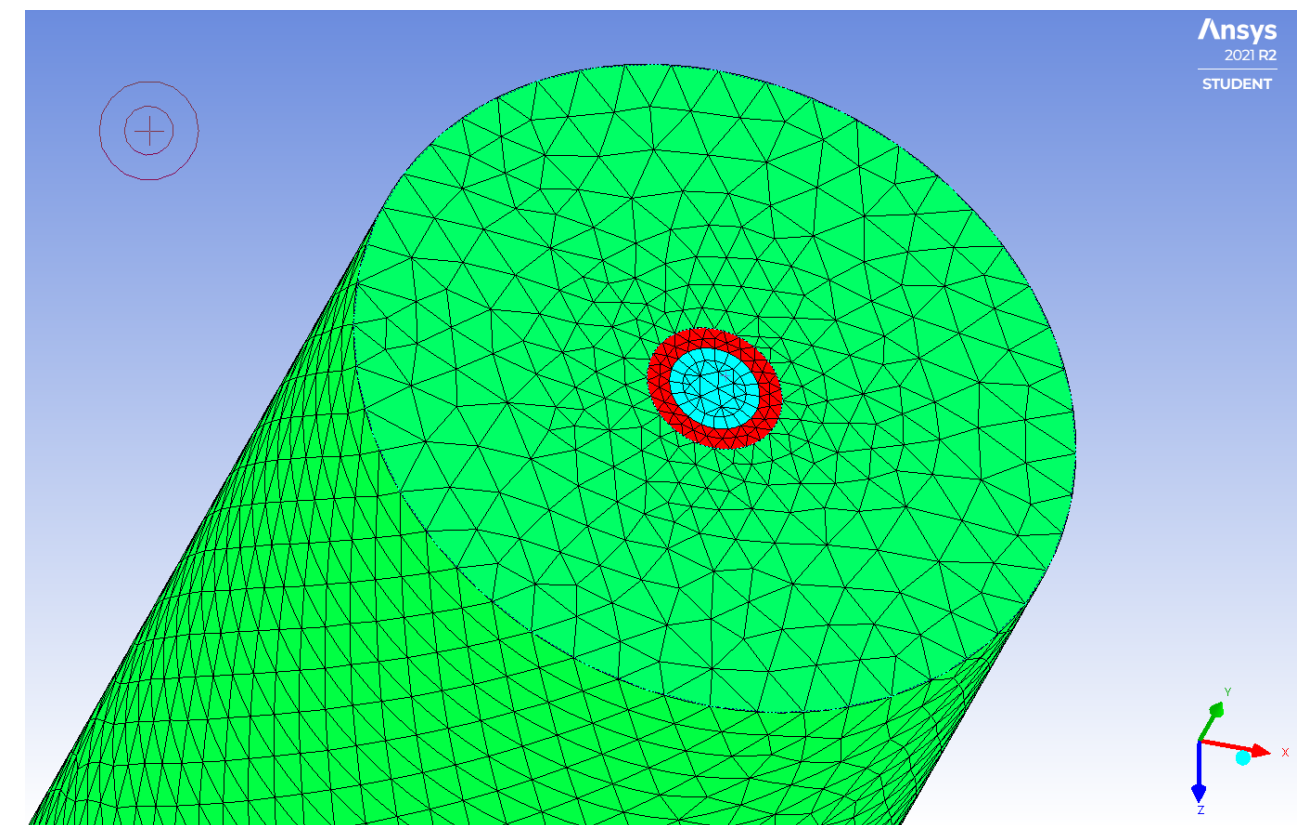
- skonstruowanie siatek numerycznych odpowiadającym geometriom układu doświadczalnego, wykorzystywanego we wcześniejszych badaniach eksperymentalnych.
- dobranie odpowiednich parametrów układu, modeli matematycznych, warunków początkowych i brzegowych oraz ich implementacja do programu ANSYS.

Część teoretyczna

W części teoretycznej pracy omówiono kilka podejść do modelowania ww. procesów pod kątem geometrii stentu, polimerów je pokrywających, rodzaju substancji aktywnej itp. Przedstawiono również modele matematyczne używane do opisu tego problemu.

Część projektowa

W pracy odtwarzano siatki geometryczne dwóch układów doświadczalnych, które we wcześniej prowadzonych pracach eksperymentalnych symulowały układy biomedyczne. Układ I symulował transport składnika aktywnego z naczynia krwionośnego do krwi. Układ II imitował uwalnianie leku ze stentu do naczynia krwionośnego, z jednoczesnym porywaniem tej substancji przez przepływającą krew. Do symulacji numerycznych wykorzystano Program ANSYS, będący numeryczną implementacją metody objętości skończonych.



Rysunek 1. Siatka obliczeniowa dla układu „Stent”

Wnioski

- Dla obydwu układów utworzono w programie ANSYS geometrie dokładnie odpowiadające wymiarom odpowiednich układów doświadczalnych.
- Utworzone geometrie charakteryzują się wysoką jakością siatek obliczeniowych ze zwiększonym zagęszczeniem komórek obliczeniowych w pobliżu regionów, w których gradienty naprężeń, prędkości i stężeń osiągają najwyższe wartości.
- Dla układów wprowadzono odpowiednie właściwości mediów, warunki początkowe i brzegowe, oraz wstępnie dobrano procedury do przeprowadzenia symulacji numerycznych.
- Bazując na przygotowanych geometriach i wprowadzonych procedurach, w następnych pracach, wykonane zostaną symulacje numeryczne, które będzie można poddać weryfikacji doświadczalnej.