

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОШИРЕННЯ КРОВІ В М'ЯКИХ ТКАНИНАХ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ З ВРАХУВАННЯМ ДЕФОРМАЦІЇ

Ярослав П'янило^{1,2}, Ганна Лянце¹, Анатолій Лопатьєв³, Андрій Власов³, Юрій Хоркавий⁴

¹ Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України, м. Львів,

² Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів,

³ Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, м. Львів,

⁴ Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів

Для математичного моделювання процесу поширення крові в м'яких тканинах у літературі використовують два підходи: 1) моделювання руху крові по капілярах з урахуванням точок розгалуження або 2) моделювання м'яких тканин як пористих середовищ і трактування поширення крові як процесу фільтрації. М'які тканини моделюються пористим середовищем, в якому роль пор відіграють капіляри, а поширення в м'яких тканинах крові реалізується як процес фільтрації, описаний рівняннями в частинних похідних.

Метою дослідження є побудова математичної моделі розподілу тиску крові в м'яких тканинах живих організмів з урахуванням деформації середовища, дослідження її адекватності на основі числових експериментів.

Якщо пористе середовище деформується зі зміною наповнювача в ньому, то коефіцієнт пористості буде функцією тиску. Найпростішою гіпотезою є те, є пропорційний що коефіцієнт пористості зміні тиску, тобто $dm = dp/\alpha_1$.

У випадку малостисливої рідини рівняння нерозривності в об'єктах, які досліджуються, і мають циліндричну форму незначної висоти має вигляд

$$\partial p^2 / \partial r^2 + 1/r \partial p / \partial r = m\mu / k\alpha (1 + \alpha / m\alpha_1) \partial p / \partial t,$$

де α - модуль об'ємної пружності, α_1 - деякий параметр, який характеризує пористе середовище. У роботі побудовано математичну модель розподілу тиску в порожнистому циліндрі з внутрішнім радіусом a та зовнішнім b за сталого початкового розподілу та наступних граничних умов $k_1 \partial p / \partial r - k_2 p = k_3$ для $r = a$, та $k'_1 \partial p / \partial r - k'_2 p = k'_3$, $r = b$.

SIMULATION OF THE BLOOD PROPAGATION PROCESS IN SOFT TISSUES OF LIVING ORGANISMS TAKING DEFORMATION INTO ACCOUNT

In the work, a mathematical model of the distribution of fluid pressure in the soft tissues of living organisms was built, taking into account the deformation of the medium, and its adequacy was investigated on the basis of numerical experiments.