

УДК 621.326

Михалик Д.-ст. гр. РП-51

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНОГО ВОЛОГОПЕРЕНОСУ З УРАХУВАННЯМ ПЕРЕТОКІВ МІЖ ПОРИСТИМИ ЧАСТИНКАМИ СЕРЕДОВИЩА

Науковий керівник: к.т.н., доцент Петрик М.Р.

Розглядається задача вологомасопереносу в багатоструктурному неоднорідному двофазному середовищі (solid - liquid) під тиском через напівпроникну мембрану. Тверда фаза включає в себе макроструктури (скелет – міжчастинковий простір, заповнений рідиною) та мікроструктури (частинки та клітинні конгломерати рослинного походження з розгалуженою системою пор, що містять рідину). Під дією градієнтів тиску, що виникає в середовищі, тверда фаза (скелет і мікроструктура частинок) пластично деформуються, консолідуючись між собою та зменшуючись в об'ємі у такий спосіб. В результаті зменшення об'єму пор в твердій фазі, рідина активніше переміщується з простору мікроструктур в простір макроструктур і через напівпроникну мембрану виходить назовні.

Математична модель такого складного масопереносу розглядається як система диференціальних рівнянь в частинних похідних з крайовими умовами, що описує консолідацію скелету і мікроструктур, та враховує величини перетоків рідини з мікроструктури в макроструктури.

Диференціальні рівняння консолідації для шару осаду та для частинки:

$$\frac{\partial P_1(t, z)}{\partial t} = b_1 \frac{\partial^2 P_1}{\partial z^2} + \beta_2 \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial t} \int_0^R P_2(t, x, z) dx; \quad (1)$$

$$\frac{\partial P_2}{\partial t} = b_2 \frac{\partial^2 P_2}{\partial x^2}; \quad (2)$$

за початковими умовами:

$$P_1(t, z)|_{t=0} = P_E; \quad P_2(t, z)|_{t=0} = P_E; \quad (3)$$

і крайовими умовами:

$$P_1(t, z)|_{x=0} = 0; \quad \left. \frac{\partial P_2}{\partial x} \right|_{x=0} = 0; \quad (4)$$

$$\left. \frac{\partial P_1}{\partial z} \right|_{x=h} = 0; \quad P_2|_{x=R} = P_1(t, z); \quad (5)$$

З використанням методів інтегральних перетворень Фур'є для неоднорідних середовищ та перетворень Лапласа, побудований точний аналітичний розв'язок математичної моделі та розроблене програмне забезпечення для моделювання процесу. Досліджена збіжність до крайових умов та виконана перевірка на адекватність математичної моделі з результатом експериментів. Здійснено чисельне моделювання розподілів парціальних тисків в рідинній фазі, функції стискування, для скелету та мікроструктур(частинок), в залежності від дії різних фізичних навантажень та зміни часу і геометричних координат. З використанням даних проведених експериментів та аналітичного розв'язку моделі, розв'язана зворотня задача, в результаті якої чисельно визначені кінетичні константи процесу (коефіцієнти консолідації для скелету та мікроструктур і коефіцієнти масопереносу).