

УДК 27.23

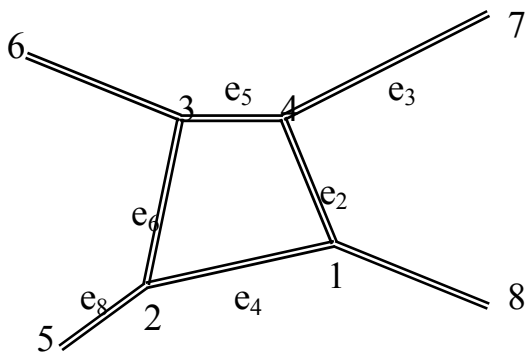
Найда М. – ст. гр. МБ-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗГАЛУЖЕНОЇ ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ З ЛАМІНАРНИМИ ПОТОКАМИ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Федак С.І.

Розглядаються розгалужені гідравлічні системи, які складаються із трубопроводів, по яких тече рідина та газ або сипучі речовини.



У випадку повільних (ламінарних) потоків потік Q через поперечний переріз труби пропорційний різниці тисків на початку і в кінці труби. Для елемента e_6 потоки у вузлах 2 і 3 у матричній формі будуть:

$$Q_{e_6} = \begin{bmatrix} Q_2 \\ Q_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c^{e_6} & -c^{e_6} \\ -c^{e_6} & c^{e_6} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_2 \\ p_3 \end{bmatrix} = k^{e_6} \cdot p.$$

де p_2 і p_3 - тиски в вузлах 2 і 3, Q_2 і Q_3 - витрати потоків в тих же вузлах, а c - стала, яка залежить від властивостей рідини, діаметра і довжини труби.

За умови що рідина надходить до мережі в вузлах 1,2, ..., 8 з витратами R_1, R_2, \dots, R_8 відповідно, рівняння нерозривності для вузла 2 має вигляд

$$R = \sum_{i=1}^{\infty} Q_2^{e_i} = 0 + 0 + 0 + Q_2^{e_4} + 0 + Q_2^{e_6} + 0 + Q_2^{e_8}.$$

Для заданих потоків, що підводяться, вузлові тиски можуть бути знайдені за допомогою рівняння $R = k p$. Після цього можна обчислити витрати через кожну трубу.

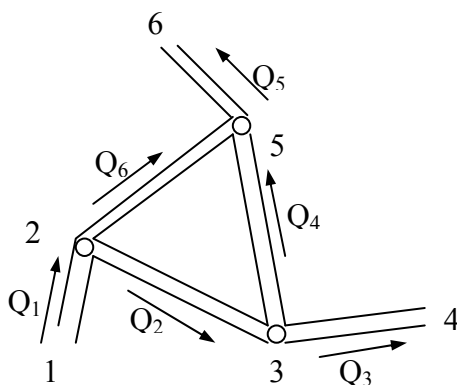


Рис. 2

Типова гідравлічна система зображена на рисунку 2. Із вузла 1 під тиском рухається рідина в кількості Q_1 . Цю рідину отримують споживачі в кількості Q_5 та Q_3 . Система складається із 6 трубопроводів та вузлів: 1, 2, 3, 4, 5 та 6.

Для кожної труби справедлива формула Хазена-Паузейля: $\Delta p = K_{ij} Q$, яка стверджує, що перепад тиску Δp пропорційний кількості рідини Q , що протікає через цю трубу.

Для коефіцієнта K_{ij} існує така залежність: $K_{ij} = \frac{128 \mu L_s}{\pi \cdot d_s^4}$, де L_s – довжина труби

по якій протікає рідина Q ; d_s – діаметр труби;

μ - динамічна в'язкість рідини чи газу. Так для води $\mu = 1,1 \cdot 10^{-8}$ кг·сек/см².

Формуємо матрицю інцидентності для вузлів на основі залежності, подібній першому закону Кірхгофа. Згідно рис. 2 маємо 4 контури, для яких обчислюємо за законом Хазена-Паузеля перепади тиску: $\Delta P_{ij} = K_{ij} \cdot Q_s$. Значення коефіцієнтів K_{ij} вносимо в матрицю інцидентності.