

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВТРАТ ТИСКУ В ТРУБОПРОВОДАХ ТА
РОЗРОБЛЕННЯМ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ
МОДЕЛЮВАННЯ ЙОГО ЗМІНИ**

Гриш Я.І., Винничук А.Г.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, 76019*

Головним завданням при розрахунку трубопроводів є визначення загального перепаду тиску на робочій ділянці з подальшим обчисленням потужності, необхідної для транспортування енергоносіїв.

Відома наукова праця [1], в якій розглядаються прикладні питання вивчення гідродинамічних процесів в еталонних витратовимірювальних установках. Наведені в ній залежності і результати розрахунків стосуються втрат тиску для різних видів місцевих опорів (згин, розширення або звуження, переходи при зміні діаметра труби).

Гідравлічний розрахунок трубопровідних мереж досить складний. Виконання його вручну вимагає занадто багато роботи і займає тривалий час, тому доцільним є створення програмного забезпечення для гідравлічного розрахунку трубопроводу яке значно спростить виконання цього завдання. Тому доцільним є розроблення програмного забезпечення для моделювання втрат тиску в трубопроводах. Крім того, необхідним є розроблення узагальнених закономірностей для різних діапазонів чисел Рейнольдса з урахуванням ламінарного, перехідного і турбулентного режимів потоку газу.

Метою роботи є розроблення програмного забезпечення для моделювання втрат в трубопровідних мережах.

Для побудови математичної моделі, що лягла в основу розробленого програмного забезпечення було проаналізовані закономірності втрат тиску в трубопроводах. Зокрема, теоретичний аналіз залежностей втрат тиску газу за умов наявності в трубопроводі ламінарного, перехідного і турбулентного режимів течії. При цьому використовувалися відомі апроксимаційні залежності [2] для різних видів гідравлічних опорів, а саме втрати тиску: на тертя в трубі, на опорі згину труби, при звуженні та розширенні потоку.

Для розроблення програмного забезпечення застосовано мову програмування «JavaScript». Розроблене програмне забезпечення дозволяє врахувати геометричну форму самого трубопроводу та параметри потоку в трубопроводі.

Для проведення апробації програмного забезпечення виконаємо розрахунки втрат тиску для потоку природного газу за малих значень витрати (до 5,5 м³/год) в трубопроводі діаметром 16мм. Такі вхідні параметри моделюють будинкову мережу подачі природного газу споживачам. Робота з

програмою відбувається наступним чином.

1. Задаємо вхідні дані для моделювання втрат тиску.

Введіть витрату робочого середовища, м ³ /с	0.0001389
Введіть кінематичну в'язкість, м ² /с	0.000014
Введіть діаметр трубопроводу, м	0.016
Введіть довжину трубопроводу, м	1000
Введіть густину робочого середовища, кг/м ³	0.6
Коефіцієнт шорсткості стінок трубопроводу, м	0.000014
Виберіть тип трубопроводу	
Введіть значення шорсткості	0.000014

Рисунок 1 – Вхідні дані

2. Натискаємо кнопку «Розрахувати» і отримуємо вихідні параметри трубопроводу.

Режим Потoku	Laminar
Швидкість руху р.с в трубопроводі, м/с	0.69
Число Рейнольдса (Re)	789.92
Коефіцієнт тертя (λ)	0.081
Коефіцієнт гідравлічного опору (ξ)	5063.79
Втрата тиску (Δр _{лн}), Па	725.741

Рисунок 2 – Вихідні дані

Для підтвердження правильності результатів моделювання слід оцінити адекватність розробленої моделі шляхом порівняння теоретичного Δp_m та отриманого за допомогою програмного забезпечення Δp_{np} значення втрат тиску:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\Delta p_{np} - \Delta p_m)^2}{n-1}}, \quad (1)$$

Достовірність математичної моделі на базі якої побудоване програмне забезпечення розраховується за формулою:

$$R = \frac{\sum(\Delta p_{np} - \Delta p_m)^2}{\sum(\Delta p_{np}) - \frac{1}{n} \sum(\Delta p_{np})^2} \quad (2)$$

Здійснивши розрахунок отримані наступні значення $\sigma = 4.6 \text{ Па}$ та $R = 0.99$.

На основі проведених розрахунків можна зробити висновок про підтвердження адекватності застосування розробленого програмного забезпечення. За отриманими результатами очевидним є те, що програмне забезпечення з достатньою точністю описує гідравлічні втрати в трубопроводах і може застосовуватись для виконання проміжних розрахунків трубопровідних мереж. Також, дане програмне забезпечення може бути застосовано для віртуальних лабораторних робіт в навчальному процесі студентів профільних спеціальностей.

1. Середюк О.Є. Моделювання впливу параметрів газової мережі на точність перевірочних установок для побутових лічильників газу / О.Є. Середюк, А.Г. Винничук// Методи та прилади контролю якості – 2009. – №123. – С. 79-83. 2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. / И.Е. Идельчик – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.