

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОД АНАЛІЗУ РОЗМІРНОСТЕЙ

**Методичні вказівки
до практичних занять з дисципліни
«Моделювання технологічних процесів в нафтогазовій галузі»
для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології»**

Затверджено
редакційно-видавничою
радою НТУ «ХП»,
протокол № 3 від 06.10.2021 р.

Харків
НТУ «ХП»
2021

МЕТОД АНАЛІЗУ РОЗМІРНОСТЕЙ. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Моделювання технологічних процесів в нафтогазовій галузі» для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» / В. С. Білецький. – Харків : НТУ «ХП», 2021. – 6 с.

Укладач В. С. Білецький

Рецензент В. М. Орловський

Кафедра видобування нафти, газу та конденсату

ПРАКТИЧНА РОБОТА 19

МЕТОД АНАЛІЗУ РОЗМІРНОСТЕЙ

Визначимо функціональну залежність для сили опору F ($\text{H} = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$), яку випробує пластина при обтіканні її рідиною у повздовжньому напрямку.

Функціональну залежність сили опору можна представити у вигляді функції від ряду незалежних змінних і визначити її в критеріях подібності:

$$F = f(V, S, \rho, \mu, g, p, \frac{a}{L}, \beta),$$

де V – швидкість обтікання, $\text{м} / \text{с}$; S – площа пластини, м^2 ; ρ – густина рідини, $\text{кг} / \text{м}^3$; μ – динамічний коефіцієнт в'язкості, $\text{Па} \cdot \text{с}$ ($[\text{Па} \cdot \text{с}] = \text{кг} / \text{м} \cdot \text{с}$); g – прискорення вільного падіння, $\text{м} / \text{с}^2$; p – тиск, Па ($\text{Па} = \text{кг} / \text{м} \cdot \text{с}^2$); $\frac{a}{L}$ – відношення висоти пластини до її довжини; β – кут нахилу пластини до напрямку потоку.

Таким чином, величини $\frac{a}{L}$ і β – безрозмірні, інші шість – розмірні, три з них: V , S і ρ прийняті за основні. У відповідності до π -теореми тут можливі тільки три безрозмірних співвідношення, отже:

$$\pi = f(1, 1, 1, \pi_4, \pi_5, \pi_6, \frac{a}{L}, \beta)$$

або

$$\frac{F}{V^x S^y \rho^z} = f\left(1, 1, 1, \frac{\mu}{V^{x_1} S^{y_1} \rho^{z_1}}, \frac{g}{V^{x_2} S^{y_2} \rho^{z_2}}, \frac{p}{V^{x_3} S^{y_3} \rho^{z_3}}, \frac{a}{L}, \beta\right).$$

Враховуючи рівність розмірностей для чисельника і знаменника, знайдемо показники степенів для сили опору:

$$[F] = [V^x S^y \rho^z]$$

або

$$\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2 = (\text{м} / \text{с})^x (\text{м}^2)^y (\text{кг} / \text{м}^3)^z,$$

звідки

$$1 = z \text{ (показники ліворуч і праворуч при } \text{кг});$$

$$-2 = -x \text{ (показники ліворуч і праворуч при } \text{с});$$

$$1 = x + 2y - 3z \text{ (показники ліворуч і праворуч при } \text{м}).$$

Рішення цих рівнянь дає: $x = 2$; $y = 1$; $z = 1$.

Функціональна залежність:

$$\pi = \frac{F}{V^2 S \rho} .$$

Аналогічно одержимо:

– для в'язкості:

$$[\mu] = [V^{x_1} S^{y_1} \rho^{z_1}]$$

маємо $x_1 = 1$; $y_1 = 0,5$; $z_1 = 1$.

Функціональна залежність:

$$\pi_4 = \frac{\mu}{V \rho \sqrt{S}} ;$$

– для прискорення вільного падіння:

$$[g] = [V^{x_2} S^{y_2} \rho^{z_2}]$$

маємо $x_2 = 2$; $y_2 = -0,5$; $z_2 = 0$.

Функціональна залежність:

$$\pi_5 = \frac{g \sqrt{S}}{V^2} ;$$

– для тиску:

$$[p] = [V^{x_3} S^{y_3} \rho^{z_3}]$$

маємо $x_3 = 2$; $y_3 = 0$; $z_3 = 1$.

Функціональна залежність:

$$\pi_6 = \frac{p}{V^2 \rho} .$$

Очевидно, що $\pi_4 = Re$, $\pi_5 = Fr$, $\pi_6 = Eu$. Тоді шукана функціональна залежність має вигляд:

$$\frac{F}{V^2 S \rho} = f(Re, Fr, Eu, \frac{a}{L}, \beta).$$

Звідси можна зробити висновок, що після дослідження даного процесу при деяких розмірах, швидкостях і т.п., можна встановити як він буде протікати при інших розмірах і швидкостях у тому випадку, якщо безрозмірні відношення, складені з цих змінних, для обох випадків будуть однакові. Отже, висновки, отримані при експериментах з тілами даних розмірів, що рухаються з даною швидкістю і т.п., будуть, очевидно, справедливі і для будь-яких інших розмірів тіла, швидкості і т.д. за умови рівності безрозмірних відношень π з тими, що спостерігалися при експериментах.

Навчальне видання

МЕТОД АНАЛІЗУ РОЗМІРНОСТЕЙ

Методичні вказівки

до практичних занять з дисципліни

**«Моделювання технологічних процесів в нафтогазовій галузі»
для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології»**

Укладач

БІЛЕЦЬКИЙ Володимир Стефанович

Відповідальний за випуск проф. Фик І.М.

Роботу рекомендував до друку проф. Циганков О.В.

В авторській редакції

План 2021 р., поз. 311

Підп. до друку 07.10.2021 р..

Гарнітура Times New Roman.

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

61002, Харків, вул. Кирпичова, 2
