

## **МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ НАФТОПРОДУКТІВ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЮ ЇХ ЯКОСТІ**

Однією з ключових фізико-хімічних характеристик нафтопродуктів є густина, яка безпосередньо впливає на їх якість, транспортування та зберігання. Зміна густини може вказувати на домішки або змішування з іншими рідинами, що негативно позначається на експлуатаційних властивостях[1].

Густина нафтопродуктів залежить від температури. Контроль температурного коефіцієнта є важливим як для промислового застосування, так і для лабораторних досліджень. Також густина нафтопродуктів впливає на поширення ультразвукових хвиль, що застосовуються для моніторингу та аналізу рідин. Ультразвукові методи вимірювання мають переваги у швидкості та точності, проте чутливі до температури та складу рідини.

Фізична природа зміни густини нафтопродуктів із підвищенням температури пояснюється термодинамічними принципами. Нагрівання збільшує енергію молекул, що зменшує їхню густину. Для розрахунків використовується формула [1]:

$$\rho(T) = \rho_0 \times (1 - \alpha(T - T_0))\rho,$$

де  $\rho_0$  – густина при стандартній температурі  $T_0$ ,  $\alpha$  – температурний коефіцієнт розширення (обчислюється на основі експериментальних даних),  $T$  – поточна температура.

За низьких температур вимірювання густини ускладнюється кристалізацією. Високі температури можуть спричиняти випаровування легких компонентів нафтопродуктів, що впливає на точність вимірювань.

Сучасні методи не завжди забезпечують високу точність вимірювання густини через залежність від температурного коефіцієнта, складу та домішок. Для вирішення цих проблем розроблена емпірична методика, що враховує як температуру, так і швидкість ультразвукових хвиль. Вона передбачає кілька етапів, кожен із яких спрямований на підвищення точності та надійності визначення густини:

### 1. Збір експериментальних даних

– Проводяться вимірювання густини нафтопродуктів при різних температурах у контрольованих лабораторних умовах за допомогою точного обладнання, такого як денсиметри, ареометри або пікнометри.

– Одночасно вимірюється швидкість ультразвукових хвиль, що проходять через нафтопродукт, використовуючи спеціальні ультразвукові пристрої. Швидкість хвиль залежить від густини рідини, температури та наявності домішок, тому важливо фіксувати ці параметри з максимальною точністю.

– Вибираються різні типи нафтопродуктів, як-от бензин, дизельне паливо, мастила, щоб створити універсальну базу даних.

### 2. Формування бази даних

Отримані експериментальні дані систематизуються у вигляді бази даних, що містить залежності густини нафтопродуктів від температури та швидкості ультразвукових хвиль. База даних має включати: тип нафтопродукту, температурний діапазон вимірювань, густину при кожній температурі, швидкість ультразвукових хвиль при відповідних умовах. Для кожного виду нафтопродуктів проводиться попередній аналіз для перевірки коректності даних і виключення аномалій, які можуть виникати через технічні похибки або домішки.

### 3. Розробка формул

На основі зібраних даних використовуються методи математичного аналізу для створення емпіричних формул, що описують залежність густини від температури та швидкості ультразвукових хвиль.

### 4. Інтеграція в практику

На цьому етапі розроблені формули впроваджуються у вимірювальні системи для автоматизації процесу визначення густини. Застосовується програмне забезпечення, яке використовує базу даних та формули для розрахунків у реальному часі. Такі системи інтегруються у виробничі або лабораторні процеси, що дозволяє контролювати густину без втручання оператора.

Дослідження температурної залежності густини та її впливу на ультразвукові хвилі сприяє створенню ефективних методик контролю якості. Це забезпечує високу точність і надійність вимірювань, що має значення для промислових і наукових застосувань.

### **Список використаних джерел**

1. Контроль якості паливно-мастильних матеріалів: навч. посіб. / С. В. Бойченко, Л. М. Черняк, В. Ф. Новикова [та ін.]. – К.: НАУ, 2012. – 316 с.