

ВПЛИВ ГУСТИНИ РІДИНИ НА ПОКАЗНИКИ ТИСКУ U-ТРУБЧАСТИХ МАНОМЕТРІВ

Івченко О. В., зав. кафедри ПТС, СНАУ, м. Суми
Литвиненко О. В., ст. викладач кафедри ПТС, СНАУ, м. Суми
Ярина В. Р., студент групи СТ.мз-21с, СумДУ, м. Суми
Гейко Т. О., студент групи АІ-2201, СНАУ, м. Суми

Точність показів манометрів зазвичай мають вирішальне значення для забезпечення безпеки у виробництві з кількох причин, зокрема:

1) контроль тиску у виробничих системах. Багато технологічних процесів виробництва вимагають точного контролю тиску, щоб уникнути аварійних ситуацій. Наприклад, у системах з високим тиском значення показників тиску, що вимірює манометр можуть допомогти у попередженні перевищення допустимих меж тиску, що можуть призвести до вибухів або руйнування устаткування;

2) безпека працівників. Неточні показники манометрів можуть призвести до неправильних рішень операторів або інженерів щодо технічних процесів, що може створити серйозні загрози для безпеки працівників;

3) запобігання витоків. У разі, якщо манометр показує неправильні значення тиску, це може призвести до недооцінки тиску у системі та неправильного управління процесом, що може спричинити витік рідини або газу.

4) забезпечення якості продукції. Точність вимірювань тиску за допомогою манометрів може впливати на якість кінцевої продукції. Наприклад, у виробництві харчових продуктів або фармацевтичних засобів точний контроль тиску може бути критично важливим для забезпечення відповідних стандартів якості.

Отже, точність показів манометрів безпосередньо впливає на безпеку та ефективність технологічних процесів у виробництві.

U-трубчасті манометри показують правильний тиск тільки при одному значенні температури. Це пов'язано з тим, що індикативна густини рідини змінюється з температурою. Наприклад, якщо індикативною рідиною є вода, шкала водяного стовпця в мм вказує на 25,4 мм лише при температурі 4 °С, в той же час шкала ртутного стовпця показує на значення 25,4 мм при температурі 0 °С [1]. Тобто, значення показань тиску рідини з використанням води або ртуті, зняті при стандартних умовах вимірювань (20 °С), не є точними. Введена похибка становить близько 0,4 % показань для ртутного стовпця і близько 0,2 % для водяного стовпця. Так як манометри використовуються при температурі вище і нижче стандартної, потрібні поправки. Простим способом корекції зміни густини є наступне співвідношення густин:

$$(Стандарт) \rho_0 \cdot g \cdot h_0 = (Навоколишнє середовище) \rho_t \cdot g \cdot h_t, \quad (1)$$

$$h_0 = \frac{\rho_t}{\rho_0} \cdot h_t, \quad (2)$$

де h_0 – скоригована висота індикуючої рідини до стандартної температури;

h_t – висота індикативної рідини при температурі під час зняття показників;

ρ_0 – густина індикативної рідини при стандартній температурі;

ρ_t – густина індикативної рідини при температурі під час зняття показників.

Цей метод дуже точний, коли відомі співвідношення густини і температури. Відповідні дані легко доступні для води та ртуті.

Густина (г/см³) як функція температури (°C) для ртуті дорівнює:

$$13,556786 (1 - 0,0001818(T - 15,5556))$$

Густина (г/см³) як функція температури (°C) для води дорівнює:

$$\begin{aligned} &0,9998395639 + 6,798299989 \times 10^{-5}(T) \\ &- 9,10602556 \times 10^{-6}(T^2) + 1,005272999 \times 10^{-7}(T^3) \\ &- 1,126713526 \times 10^{-9}(T^4) + 6,591795606 \times 10^{-12}(T^5) \end{aligned}$$

Для інших рідин шкали U-трубчастих манометрів та густина рідини можуть бути розроблені таким чином, щоб зчитувати мм водяного стовпця або ртутного стовпця при заданій температурі. Ця температура, як правило, є температурою навколишнього середовища. Це зменшує похибку через зміну температури, оскільки більшість манометрів використовуються при температурі навколишнього середовища або близькій до неї.

У деяких приладів прямі показання, близькі до розрахункової температури, досить точні. U-трубчасті манометри, як і раніше, показує правильні показання лише при одній температурі, і для точної роботи не можна ігнорувати поправки температури.

Таким чином, дані про співвідношення температури та густини повинні бути надані в технічній документації на U-трубчастий манометр для всіх рідин, які можуть застосовуватися в приладі.

Список літератури

1. Understanding Pressure and Pressure Measurement // David Heeley.
[Електронний ресурс] : – Режим доступу:
<https://www.nxp.com/docs/en/application-note/AN1573.pdf?&srch=1>