

## 2.2.5. ВІДНОСНА ГУСТИНА

**Відносна густина** речовини являє собою відношення маси певного об'єму цієї речовини при температурі  $t_1$  до маси такого самого об'єму води при температурі  $t_2$ .

Якщо немає інших зазначень, використовують відносну густину. Також звичайно відносну густину виражають як  $\rho_{20}$ . Також використовують густину  $\rho_{20}$  визначену як маса одиниці об'єму речовини при температурі 20 °С, виражену в кілограмах на кубічний метр або в грамах на кубічний сантиметр ( $1 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} = 10^{-3} \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ ). Числові співвідношення між відносною густиною і густиною в кілограмах на кубічний сантиметр виражають як:

$$\begin{aligned}\rho_{20} &= 0.998203 \times \rho_{\text{кг/м}^3} \text{ або } \rho_{\text{кг/м}^3} = 1.00180 \times \rho_{20}, \\ \rho_{20} &= 0.999972 \times \rho_{\text{г/см}^3} \text{ або } \rho_{\text{г/см}^3} = 1.00003 \times \rho_{20}, \\ \rho_{\text{г/см}^3} &= 0.998230 \times \rho_{\text{кг/м}^3}.\end{aligned}$$

Відносну густину або густину визначають за допомогою пікнометра (тверді речовини або рідини), гідростатичних вагів (тверді речовини), ареометра (рідини) або денситометра з осциляційним перетворювачем (рідини або гази) відповідно до числа десяткових знаків, зазначених в монографії. При визначенні з використанням зважування нехтують виштовхувальною силою повітря, яка може вносити помилку до 1 одиниці в третьому десятковому знаку. При використанні денситометра виштовхувальна сила повітря не впливає.

**Денситометр із осциляційним перетворювачем.** Прилад включає:

- U-подібну трубку, звичайно з боросилікатного скла, що містить випробовувану рідину;
- магнітоелектричну або п'єзоелектричну систему намагнічення, що викликає мікровібрацію вмісту трубки подібно до консольного осцилятора при характеристичній частоті, залежній від густини випробовуваної рідини;
- пристрій вимірювання періоду коливань ( $T$ ), значення якого можуть бути перетворені приладом з безпосереднім значенням густини; або значення густини розраховують з використанням констант  $A$  і  $B$ , наведених нижче.

Резонансна частота ( $f$ ) є функцією динамічної жорсткості (константи пружності) ( $c$ ) і маси ( $m$ ) системи:

$$f^2 = \frac{1}{T^2} = \frac{c}{m} \times \frac{1}{4\pi^2}.$$

Звідси:

$$T^2 = \left( \frac{M}{c} + \frac{\rho \times V}{c} \right) \times 4\pi^2,$$

де  $M$  — маса трубки;

$V$  — внутрішній об'єм трубки.

Застосовуючи 2 константи  $A = c/(4\pi^2 \times V)$  і  $B = M/V$ , виводять класичне рівняння для осциляційного перетворювача:

$$\rho = A \times T^2 - B.$$

Константи  $A$  і  $B$  визначають з використанням приладу з U-подібною трубкою, заповненою 2 різними зразками з відомими значеннями густини, наприклад дегазованою водою  $P$  і повітрям. Контрольні вимірювання проводять щодня з використанням дегазованої води  $P$ . Результати для контрольного вимірювання з використанням дегазованої води  $P$ , що виводяться на екран дисплея, не мають відхилятися від стандартного значення ( $\rho_{20} = 0.998203 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ ,  $\rho_{\text{г/см}^3} = 1.000000$ ) більше за значення специфікованої похибки. Наприклад, прилад із специфікованою похибкою вимірювання  $\pm 0.0001 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ , що показує  $(0.9982 \pm 0.0001) \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ , підходить для подальших вимірювань. Інакше необхідне повторне налагодження приладу. Калібрування з використанням сертифікованого матеріалу проводять регулярно. Вимірювання проводять із застосуванням тієї самої методики, що і при калібруванні. Якщо необхідно, перш ніж помістити в трубку випробовувану рідину, її приводять у рівновагу в термостаті при температурі 20 °С, уникаючи утворення бульбашок, і встановлюють час, потрібний для вимірювання.

Основними факторами, що впливають на правильність вимірювання, є:

- однорідність температури у всьому об'ємі трубки;
- нелінійність всередині діапазону вимірювання густини;
- резонансний заважаючий ефект;
- в'язкість, у зв'язку з чим розчини з більшим значенням в'язкості, ніж у речовини, використовованої для калібрування, мають видиме значення густини, що перевищує справжнє значення.

Ефекти нелінійності і вплив в'язкості можуть бути усунені використанням речовин для калібрування, що мають значення густини і в'язкості, близькі до відповідних значень випробовуваної рідини  $\pm 5 \%$  для густини,  $\pm 50 \%$  — для в'язкості). Денситометр може мати функції автоматичного коректування значення в'язкості і коректування похибок, що виникають при зміні температури і нелінійності.

Прецизійність є функцією збіжності і стабільності частоти коливань резонатора, які залежать від стабільності об'єму, маси і динамічної жорсткості (константи пружності).

За допомогою денситометра можна проводити вимірювання з похибкою порядку від  $1 \times 10^{-3} \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$  до  $1 \times 10^{-5} \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$  і збіжністю від  $1 \times 10^{-4} \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$  до  $1 \times 10^{-6} \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ .

N

У тих випадках, коли густину речовини визначають за допомогою пікнометра або ареометра, визначен-