

## 2.2.49. ▀ ВИМІРЮВАННЯ В'ЯЗКОСТІ НА ВІСКОЗИМЕТРІ З ПАДАЮЧОЮ КУЛЬКОЮ ТА АВТОМАТИЧНОМУ ВІСКОЗИМЕТРІ З КУЛЬКОЮ, ЩО КОТИТЬСЯ

Вимірювання динамічної в'язкості ньютонівських рідин з використанням віскозиметра з падаючою кулькою або з кулькою, що котиться, виконують за температури  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ , якщо не зазначено інше в монографії. Визначають час, потрібний для падіння або прокочування тестової кульки у випробовуваній рідині від однієї кільцевої мітки або датчика до іншої мітки або датчика.

### МЕТОД А. ВІСКОЗИМЕТР З ПАДАЮЧОЮ КУЛЬКОЮ ▀

*Прилад.* Віскозиметр із падаючою кулькою складається зі: скляної трубки, поміщеної в кожух, який дозволяє проводити прецизійний контроль температури; 6 кульок різної густини й діаметра, виготовлених зі скла, нікельованого заліза або сталі. Трубка зафіксована так, що вісь трубки може відхилитися щодо вертикалі на  $(10 \pm 1)^\circ$ . Трубка має 2 кільцеві мітки, які визначають відстань падіння кульки. Комерційно доступні прилади доповнюються таблицями констант, значень густини кульок та інформацією про придатність різних кульок для очікуваного діапазону в'язкості.

*Методика.* ▀ Наповнюють чисту суху попередньо термостатовану до температури  $(20 \pm 0.1)^\circ\text{C}$  трубку віскозиметра випробовуваною рідиною, уникаючи утворення бульбашок повітря. Вибирають кульку, підхожу для очікуваного діапазону в'язкості випробовуваної рідини, так, щоб одержати час падіння кульки не менше 30 с. Поміщають кульку в трубку, закривають трубку й термостатують розчин за температури  $(20 \pm 0.1)^\circ\text{C}$  протягом не менше 15 хв. Пропускають один раз кульку крізь рідину між двома мітками без вимірювань. Потім знов пропускають кульку й вимірюють за допомогою секундоміра з ціною поділки не більше  $1/5$  секунди час, потрібний для того, щоб кулька опустилася від верхньої до нижньої кільцевої мітки. Випробування повторюють не менше трьох разів для одержання мінімум чотирьох значень часу падіння кульки між мітками. Результат вважають вірогідним, тільки якщо відносне стандартне відхилення вимірювань не перевищує 2.0 %.

Обчислюють динамічну в'язкість  $(\eta)$ , у міліпаскаль-секундах, використовуючи середнє значення часу падіння кульки, за формулою: ▀

$$\eta = k(\rho_1 - \rho_2) \times t,$$

де  $k$  — константа, у  $\text{мм}^2/\text{с}^2$ ;

$\rho_1$  — густина тестової кульки, у  $\text{г}/\text{см}^3$ ;

$\rho_2$  — густина випробовуваної рідини, у  $\text{г}/\text{см}^3$ , одержана множенням її відносної густини  $d_{420}$  на 0.9982;

▀  $t$  — середнє значення часу падіння кульки, у секундах. ▀

### ▀ МЕТОД Б. АВТОМАТИЧНИЙ ВІСКОЗИМЕТР ІЗ КУЛЬКОЮ, ЩО КОТИТЬСЯ

*Прилад.* Автоматичний віскозиметр із кулькою, що котиться, складається з: декількох капілярів зі скла або інших підхожих матеріалів з різними діаметрами, поміщених у термостатично контрольований блок, який дозволяє проводити прецизійний контроль температури; кульок із нержавіючої сталі (можливо з покриттям) або з інших підхожих матеріалів; електродвигуна, який розміщує капіляр під кутом нахилу відносно вертикалі від  $(10 \pm 0.2)^\circ$  до  $(80 \pm 0.2)^\circ$ . Прилад має щонайменше 2 датчики для вимірювання часу прокочування кульки на попередньо заданій відстані. Комерційно доступні прилади доповнюються таблицями констант, значень густини кульок і інформацією про придатність різних кульок для очікуваного діапазону в'язкості. Контроль температури, контроль кута нахилу, визначення часу прокочування кульки, повторення циклу випробування та обчислення середнього значення та відносного стандартного відхилення виконується програмним забезпеченням приладу.

*Методика.* Настроюють програмне забезпечення приладу для виконання вимірювань щонайменше для 4 циклів випробувань (2 цикли вперед/назад) з максимальним відносним стандартним відхиленням 0.5 %. Вибирають капіляр, кульку й кут нахилу, підхожі для очікуваного діапазону в'язкості випробовуваної рідини, так, щоб одержати час прокочування кульки не менше 20 с на відстані 100 мм або пропорційний час на інших відстанях. Якщо до віскозиметра не підключено цифровий пристрій вимірювання густини, потрібно переконатися, що значення густини випробовуваної рідини зазначено в програмному забезпеченні приладу. Наповнюють чистий сухий капіляр віскозиметра випробовуваною рідиною, уникаючи утворення бульбашок повітря. Випробування починають відразу після заповнення капіляра.

Прилад автоматично обчислює динамічну в'язкість  $(\eta)$  у міліпаскаль-секундах та кінематичну в'язкість  $(\nu)$  у квадратних міліметрах за секунду. ▀