

2.2.42. ГУСТИНА ТВЕРДИХ РЕЧОВИН

Густина твердих речовин відповідає їх середнім масам на одиницю об'єму і звичайно виражається у грамах на сантиметр кубічний (г/см³). ■

На відміну від газів і рідин, густина яких залежить лише від температури та тиску, густина твердих речовин також залежить від їх ▽молекулярної будови (поліморфізму▲, ■ ступеня кристалічності ▽) і пористості▲. Якщо тверда речовина ▽є частково кристалічною або ▲аморфною, її густина може додатково залежати від історії її виготовлення, обробки та зберігання.

Тому ■ густини 2 хімічно еквівалентних твердих речовин можуть бути ▽істотно▲ різними, і ця різниця пов'язана з відмінностями в структурах речовин у твердому стані ▽, які можуть включати порожнечі, що вважаються частиною матеріалу.▲ ■

Густина ▽твердих речовин може бути виражена різним чином залежно від критеріїв, які використовуються для визначення об'єму, займаного твердою фракцією:▲

- ▽*густина матеріалу* базується на об'ємі, який займає лише тверда фракція матеріалу без порожнеч▲;
- *густина частинок* ▽включає об'єм твердої фракції матеріалу разом з об'ємом порожнеч внутрішньочастинкових пор▲;
- *насипна густина* ▽порошку включає об'єм твердої фракції матеріалу, порожнечі всередині частинок і порожнечі між частинками в шарі порошку; отже, насипна густина залежить від густини частинок і просторового розташування частинок у шарі порошку, а отже, від ступеня ущільнення порошку.▲

▽Треба зауважити, що в літературі також широко використовується термін «дійсна густина», але його застосування є досить непослідовним (наприклад, іноді він відображає густину, виміряну газовою пікнометрією, а іноді визначається як густина лише для кристалічних зразків). У зв'язку з цим, у цій загальній статті термін «дійсна густина» не використовується.

Наступні терміни стосуються різних експериментальних методів, які використовуються для визначення густини твердих речовин.▲

■

- ▽*кристалічна густина* є внутрішньою властивістю певної кристалічної структури речовини, і її найкраще обчислювати за кристалографічними даними (об'ємом і структурою елементарної комірки), які зазвичай визначають за допомогою рентгенівської дифракції. У деяких матеріалах елементарна комірка може містити порожнечі, такі як відкриті канали, як частину кристалічної структури.▲
- *пікнометрична густина* визначається газовим методом шляхом вимірювання об'єму, зайнято-

го відомою масою ▽твердої речовини▲, що еквівалентна об'єму газу, витісненого ▽твердою речовиною▲, із використанням пікнометра (2.9.23). При вимірюванні пікнометричної густини визначуваний об'єм виключає об'єм відкритих пор, але він включає об'єм, зайнятий закритими порами або порами, недоступними для газу. При виборі газу перевага надається гелію, бо ▽через малий розмір його молекул▲ більшість відкритих пор доступні для даного газу. Таким чином, величина пікнометричної густини ■ порошку ▽часто▲ істотно не відрізняється від величини ■ густини ▽матеріалу▲. ■ Ця густина ▽часто▲ є кращою ▽апроксимацією▲ ■ густини ▽матеріалу для▲ аморфних або частково кристалічних зразків і з цієї причини широко застосовується для зразків ■ порошоків для фармацевтичного застосування. ▽Проте ця процедура не придатна для твердих речовин, які під впливом газу виділяють газ завдяки сублімації, десольватації або десорбції (наприклад, сорбована вода).▲

— ▽*ртутно-порозиметрична густина*, яку ▽іноді▲ називають *гранулярною густиною*, ▽визначають вимірюванням об'єму, зайнятого твердою речовиною, закритими порами та порами, недоступними для ртуті (див. 2.9.32 «*Визначення пористості та розподілу пор за розмірами за допомогою ртутної порометрії*»).▲ ■ Межа розміру пор або мінімальний діаметр доступу залежить від максимального ртутного інтрузійного тиску, застосованого під час визначення; при цьому при нормальному робочому тиску ртуть не проходить крізь найдрібніші пори, доступні гелію. Для одного зразка можуть бути одержані різні значення гранулярної густини, бо для кожного застосованого ртутного інтрузійного тиску густина може бути визначена при відповідній межі розміру пор за даного тиску.

— ▽*насипну густину до усадки* (мінімальне ущільнення) порошку визначають вимірюванням об'єму відомої маси зразка порошку, просіяного крізь сито у градуйований циліндр. Крім того, її можна визначити вимірюванням відомого об'єму зразка порошку, який був пропущений крізь прилад для вимірювання об'єму (волюметр) у чашку або вимірювальну посудину. Насипну густину і насипну густину після усадки визначають як описано у загальній статті 2.9.34. «*Насипна густина порошоків*».▲