

ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА КРИТИЧНИХ ІНДЕКСІВ ДЛЯ CO₂ ІЗ РЕФРАКТОМЕТРИЧНИХ ДАНИХ НА ЛІНІЇ НАСИЧЕННЯ (І СЕРІЯ)

О. Шиманська (Київський національний університет
ім. Тараса Шевченка),

Ю. Шиманський, С. Єськова (кафедра фіз.-мат. наук НаУКМА)

В сучасних теоретичних дослідженнях критичного стану речовин розвиваються ідеї масштабної інваріантності (скейлінга) та ренормалізаційної групи, які привели до висновків про універсальність критичних показників степеневих законів асимптотичної поведінки властивостей речовин та до розподілу речовин по, так званих, класах універсальності. Рідини відносять до класу універсальності тривимірної моделі Ізінга. Для перевірки цих положень вже виконані численні експериментальні дослідження, хоч для цього від експериментаторів вимагались великі зусилля для здолання труднощів, пов'язаних із специфікою поведінки речовини при наближенні до критичної точки: зростаючою сприйнятливістю до дії гравітаційного поля та градієнтів температури, зростаючим часом встановлення рівноваги.

Статистична обробка експериментальних даних показала, що дійсно експерименти підтверджують припущення теорії про степеневі залежності термодинамічних функцій та їх похідних, а от стосовно значення індексів та амплітуд у цих рівняннях остаточного рішення ще не досягнуто, бо ці значення, виявляється, залежать як від методу одержання експериментальних даних, так і від методу обробки даних. Це стосується і форми кривої співіснування (КС) біля критичної точки. Різні автори для різних речовин дають неоднакові значення критичних індексів. Більш того, наприклад, для CO₂ авторами [1] для тієї ж речовини, при тій методиці в двох серіях вимірів одержано дещо різні результати та різні критичні параметри. Ці дані було проаналізовано в роботах [2] та [3], і їх авторами було зроблено теж різні висновки. В [2] для критичного показника (КС) одержані значення $\beta_0 = 0,3450 \pm 0,0006$ (для серії I) та $\beta_0 = 0,3475 \pm 0,0006$ (для серії II), що не підтверджують ренормгрупового розв'язку для тривимірної моделі Ізінга ($\beta_0 = 0,325$). В роботі [3] для опису експериментальних даних використовується тричленний розклад Вегнера з варіацією критичної температури і фіксованим значенням $\beta_0 = 0,326$ і робиться висновок про належність CO₂ до класу універсальності тривимірної моделі Ізінга.

В роботі, про яку доповідається, проведено ретельний статистич-

ний аналіз даних [1] по температурній залежності показника заломлення для рідкої та газової фаз CO_2 на лінії насичення (серія I) з метою встановлення рівняння кривої співіснування CO_2 в термінах показника заломлення поблизу критичної точки. Ця задача пов'язана з визначенням ширини асимптотичної області, оцінкою значень критичних параметрів T_c , n_c , критичних індексів β_0 для симетричної частини КС та критичного індексу β_1 для особливості діаметра (КС), амплітуд основного і поправочних членів.

В основу проведеного статистичного аналізу даних [1] була покладена методика обробки експериментальних даних, раніше опублікована в роботах [4, 5]. У використаній методиці при апроксимації даних скейлінг-рівняннями для параметра порядку та діаметра КС критичні індекси та амплітуди вважались вільними параметрами для неупередженого встановлення шуканих величин на відміну від методу фіксації критичних індексів, який застосовувався в [3]. Було проаналізовано температурну залежність ефективних значень показника заломлення $\beta_0^{ef} = f(\tau)$ при різних можливих значеннях критичної температури для різних температурних інтервалів, ширина яких зменшувалась шляхом послідовного видалення із апроксимації по одній експериментальній точці, що найбільш віддалена від критичної. За критерії адекватності опису експериментальних значень приймалися мінімуми залишкової суми квадратів S_{n-m} , значення $\chi^2 \approx 1$ та хід температурних залежностей масштабних функцій $\Psi_{l,g} = f(\tau^{\beta_1 - \beta_0})$, $\lg \Psi_S = f(\lg \tau)$, $\lg \Psi_d = f(\lg \tau)$, що відповідав фізичному змісту моделі степеневого закону.

В результаті проведеного статистичного аналізу уточнено значення критичної температури T_c , критичного показника заломлення n_c , встановлено величини критичних індексів β_0 та β_1 , визначено амплітуди B_0 та B_1 . Показано, що одержане для CO_2 значення критичного індексу $\beta_0 = 0,3481 \pm 0,0009$ не відповідає ренормгруповим обчисленням моделі Ізінга ($\beta_0 = 0,325$).

Література:

1. A. Michels, B. Blaisse, and C. Michels. *Proc. Roy. Soc. (London)* A907, 358 (1937).
2. J.M.H. Levelt Sengers, J. Straub, and M. Vicentini-Missoni. *J.Chem. Phys.* 5034 (1971).
3. R. R. Singh and K. S. Pitzer. *J.Chem. Phys.* 90 (10), 5742—5748 (1989)
4. Yu.I.Shimansky and E.T.Shimanskaya. *Intern.Journ. Thermophys.* 17, №3, 651—662 (1996).
5. E. T. Shimanskaya, Yu. I. Shimansky and A. V. Oleinikova. *Intern.Journ. Thermophys* 17, N 3, 641—649 (1996).