*Письма в ЖЭТФ, том 21, вып. 1, стр. 56 – 58 5 января 1975 г.*

# ПРИРОДА СИНГУЛЯРНОСТИ "ДИАМЕТРА" КРИВОЙ СОСУЩЕСТВОВАНИЯ ВБЛИЗИ КРИТИЧЕСКОЙ ТОЧКИ

*А.Т.Берестов, Е.Е.Городецкий, В.М.Запрудский*

Показано, что учет тройного взаимодействия между частицами в модели решеточного газа приводит к сингулярности "диаметра" кривой сосуществования. Приведена оценка требуемой точности и предложен новый метод для экспериментального обнаружения этой сингулярности.

В недавних экспериментах [1] по исследованию равновесия жидкость-пар однокомпонентных систем вблизи критических точек было обнаружено, что величина $(\rho_Ж + \rho_Г)/2$ (так называемый "диаметр" кривой сосуществования) сингулярным образом зависит от температуры:

$$[(\rho_Ж + \rho_Г)/2] - \rho_k \sim |t|^{1-a} \qquad (1)$$

в отличие от известного эмпирического правила прямолинейного диаметра. Здесь $\rho_Ж$ и $\rho_Г$ – плотности сосуществующих жидкой и газообразной фаз, $\rho_К$ – критическая плотность, $t = (T - T_К)/T_К$ – безразмерное отклонение температуры от критической, $a > 0$.

В настоящей статье эти экспериментальные результаты объясняются в рамках решеточного газа с учетом тройного взаимодействия между частицами.

Следуя Вильсону [2], запишем гамильтониан рассматриваемой модели в форме Ландау – Гинзбурга:

$$\mathcal{H} = \int dx \left\{ \frac{1}{2} (\nabla\phi)^2 + \frac{1}{2} t\phi^2 + \frac{1}{4!} u\,\phi^4 - \frac{1}{3!} \lambda t \phi^3 - h\phi \right\}. \qquad (2)$$

Здесь $\phi = 2\rho - 1$, $h$ – отклонение химического потенциала $\mu$ от его критического значения $\mu_k$. Выделим в (2) нулевую фурье-компоненту $\phi_o \equiv \phi(k = 0) = \frac{1}{V} \int \phi(r) dr$ ($V$ – объем системы, $\mathbf{k}$ – волновой вектор). Обозначая соответствующий гамильтониан как $\mathcal{H}(\phi_o, \phi_k)$ получим уравнение состояния в виде [3]:

$$h = \left< \frac{\partial \mathcal{H}(\phi_o, \phi_k)}{\partial \phi_o} \right> \qquad (3)$$

Усреднение в (3) ведется по функции распределения $\exp\{-\mathcal{H}(\phi_o, \phi_k)/T\}$.

Плотности сосуществующих фаз находятся из уравнения (3) с дополнительным условием $<\rho> = \frac{N}{V} = \rho_k$ ($N$ – число частиц в системе):

$$\phi_{o\,(ж,г)} = \pm B|t|^{\beta} + \lambda |t|^{1-a}, \qquad (4)$$

где $\beta = \frac{1}{2} - \frac{\epsilon}{6}$, $a = \frac{\epsilon}{6}$ ($\epsilon = 4 - d$, $d$ – размерность пространства). Отсюда непосредственно следует выражение (1).

Аналогичный результат феноменологически был получен ранее в работе [4] на основе предположения Покровского [5] о том, что оператор плотности в реальной жидкости не имеет определенной размерности, а является линейной комбинацией операторов параметра порядка и плотности энергии.

Нетрудно оценить точность измерения плотности, необходимую для обнаружения кривизны диаметра кривой сосуществования:

$$(\delta\rho/\rho) \lesssim a\lambda(1 - a)^{1/a} |t_o|^{1-a}, \qquad (5)$$

где $t_o = (T_o - T_k)/T_k$ – интервал измерений. Для большинства веществ $\lambda \sim 1$ (например для $O_2 - \lambda \approx 0,68$, $Ar - \lambda \approx 0,75$, $CO_2 - \lambda \approx 0,85$, $SF_6 - \lambda \approx 0,92$, $C_2H_4 - \lambda \approx 1,06$) и $(\delta\rho/\rho) \lesssim 0,03\%$ при $t_o \sim 10^{-2}$.

В заключение отметим, что наличие асимметрии приводит к тому, что даже при критическом заполнении граница раздела между жидкостью и газом должна двигаться согласно выражению $l \sim \lambda |t|^{1-\alpha-\beta}$ (где $l$ – отклонение мениска от места его исчезновения), что также может служить методом экспериментального обнаружения указанной сингулярности.

Мы благодарим М.А.Анисимова, А.А.Мигдала и В.Л.Покровского за полезное обсуждение и интерес к работе.

Институт физико-технических и радио-технических измерений Академии наук СССР

Поступила в редакцию 19 октября 1974 г.

## Литература

[1] Д.Ю.Иванов, Л.А.Макаревич, О.Н.Соколова. Письма в ЖЭТФ, **20**, 272, 1974; J.Weiner, K.H.Langley, N.C.Ford.Phys.,Rev. Lett., **32**, 879, 1974.

[2] K.G.Wilson. Phys. Rev. Lett., **28**, 548, 1972.

[3] А.А.Мигдал. Диссертация, Черноголовка, ИТФ, 1973.

[4] С.В.Фомичев, С.Б.Хохлачев. ЖЭТФ, **66**, 983, 1974.

[5] В.Л.Покровский. Письма в ЖЭТФ, **17**, 219, 1973.