ет изменение амплитуд и соответственно частот обоих генераторов вплоть до перехода в области 2-3 к режиму, описываемому формулой (2).

При дальнейшем увеличении λ_i за счет приближения к резонансу движение также может быть представлено в виде (2), однако в области 4-5 одна из амплитуд A_i становится равной 0. И, наконец, в области 5-6 устанавливается режим полной синхронизации, когда все A_i =0. Область частот p выше точки 6 характеризуется более сложными спектрами.

Экспериментально также было проведено исследование зависимости ширины полосы полной синхронизации от амплитуды внешнего воздействия P_0 . Получено значительное увеличение полосы при λ_i , сравнимых с A_i .

Таким образом, теоретическое и экспериментальное исследование асинхронного воздействия на два взаимно связанных генератора по-казывает, что в этом случае в отличие от асинхронного воздействия на одиночный генератор происходит изменение амплитуд и частот обоих генераторов. Такие изменения могут приводить к изменению режима и соответствующего ему спектра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Карпов В. В., Минакова И. И. Вестн. Моск. ун-та. Сер. Физ. Астрон., 1976, 17, № 3, с. 356. [2] Карпов В. В. Вестн. Моск. ун-та. Сер. Физ. Астрон., 1978, 19, № 2, с. 24. [3] Теодорчик К. Ф. Автоколебательные системы. М.—Л.: ГИТТЛ, 1952, с. 250.

Поступила в редакцию 02.10.81

ВЕСТН, МОСК, УН-ТА, СЕР, 3. ФИЗИКА, АСТРОНОМИЯ, 1982, Т. 23, № 5

УДК 532.73:536.42

КОЭФФИЦИЕНТ ДИФФУЗИИ БИНАРНОЙ РАССЛАИВАЮЩЕЙСЯ СИСТЕМЫ ВДОЛЬ КРИВОЙ СОСУЩЕСТВОВАНИЯ

Н. И. Чернова, С. В. Казаков, Фарук Эль Мекеви (Египет)

(кафедра молекулярной физики)

Основное внимание при исследовании коэффициента диффузии в двойных жидких смесях уделяется обычно его температурной зависимости в окрестности критической точки расслаивания [1]. Имеются экспериментальные данные по зависимости коэффициента диффузии от концентрации вдали от этой точки [2]. Однако остается много неясностей в характере температурной и концентрационной зависимостей диффузии в сильно неидеальных системах и в частности в области состояний вдоль кривой сосуществования.

Целью настоящей работы является изучение свойств коэффициента взаимной диффузии бинарной жидкой системы вдоль кривой сосуществования, определение характера сингулярной зависимости коэффициента диффузии от концентрации, определение параметров этой сингулярности с помощью экспериментальных данных о кривой сосуществования.

Коэффициент диффузии определялся по спектрам биения рассеянного излучения с применением техники гетеродинного детектирования [3, 4] в системе нитробензол — гептан с концентрацией, близкой к критической ($x=52,11\pm0,01$ мас. % нитробензола). Критическая кон-

центрация $x_{\rm K}=52,10$ мас. % нитробензола [5]. Полное расслаивание системы и установление равновесия для данной температуры $T < T_{\rm K}$, где $T_{\rm K}$ — критическая температура расслаивания, достигались по истечении 2—4 часов. Измерения проводились в верхней и нижней равновесно сосуществующих фазах в интервале приведенных температур $\tau = (T_{\rm K}-T)/T_{\rm K}=3\cdot 10^{-4} \div 4\cdot 10^{-2}$. Кювета с образцом помещалась в печь специальной конструкции, регулировка температуры которой производилась с помощью мостиковой схемы. При этом стабильность температуры кюветы была лучше, чем $\pm 0,005^\circ$ в течение одного часа и порядка $\pm 0,02^\circ$ в течение 5—6 часов. Отсутствие гидродинамических потоков во время измерений свидетельствовало о том, что градиент температуры не превышал точности термостатирования. Чтобы избежать

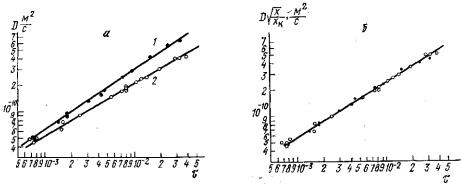


Рис. 1. Температурная (а) и температурная симметризованная (б) зависимости коэффициента диффузии (в двойном логарифмическом масштабе) для системы нитробензол — гептан вдоль кривой сосуществования для верхней (●) и нижней (○) сосуществующих фаз

влияния гравитационного эффекта [6], измерения проводились на одинаковом удалении от мениска в верхней (вф) и в нижней (нф) фазах.

Результаты измерения температурной зависимости коэффициента диффузии D в двух сосуществующих фазах представлены на рис. 1, a. Анализ полученных кривых показывает, что согласно теории масштабных преобразований [7] асимптотическое поведение $D(\tau)$ для верхней и нижней фаз можно представить степенной зависимостью

$$D\left(\tau\right) = D_{\mathbf{1}} \, \tau^{\nu^*},\tag{1}$$

где числовые значения коэффициента D_1 и показателя степени для двух фаз различны: $D_1^{\text{вф}} = (68 \pm 3) \cdot 10^{-10}$ м²/с, $D_1^{\text{нф}} = (32 \pm 4) \cdot 10^{-10}$ м²/с, $v^*_{\text{вф}} = 0.68 \pm 0.05$, $v^*_{\text{нф}} = 0.60 \pm 0.05$, причем $v^*_{\text{вф}} = v^*_{\text{нф}} = 0.08$, что согласуется с данными работы [8].

В предположении того, что различное поведение коэффициента диффузии в двух фазах может быть обусловлено несимметричностью кривой сосуществования [9], нами введен множитель $\sqrt{x/x_{\rm K}}$, где x=x(T) — концентрация верхней или нижней фаз, соответствующая заданной температуре $T < T_{\rm K}$ на кривой сосуществования. Этот множитель позволяет исключить асимметрию диффузии в двух фазах, что показано на рис. 1, б. В этом случае функция $\sqrt{x/x_{\rm K}}$ D (τ) для обеих фаз аппроксимируется выражением [1] с общими параметрами $D_1=(44\pm4)\cdot10^{-10}$ м²/с и $\nu^*=0.63\pm0.03$.

Большой интерес представляет зависимость коэффициента диффузии от концентрации для равновесных состояний двухфазной системы.

Кривая сосуществования системы нитробензол — гептан, приведенная в работе (5), аппроксимируется уравнением

$$\Delta x \simeq A \tau^{\beta}$$
, (2)

где $A=1.50\pm0.02$, $\beta=0.329\pm0.005$, $\Delta x=|x-x_{\rm R}|/x_{\rm R}$ — приведенная концентрация. Из уравнений (1) и (2) находим, что

$$D(\Delta x) \sqrt{x/x_{K}} = D_{1}^{*} \Delta x^{m}, \tag{3}$$

где

$$D_1^* = D_1 A^{-m} \quad \text{if} \quad m = v^* / \beta.$$
 (4)

На рис. 2 представлена зависимость (3) в двойном логарифмическом масштабе. Показатель степени *m*, характеризующий сингулярность

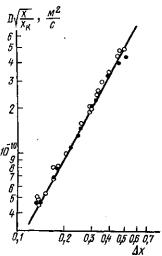


Рис. 2. Зависимость коэффициента диффузии от концентрации в системе нитробензол—гептан вдоль кривой сосуществования

коэффициента диффузии по параметру порядка, равен 1.91 ± 0.09 , $D_1^*=(20\pm2)\times10^{-10}$ м²/с. Из сопоставления (2) и (4) следует, что параметры уравнения кривой сосуществования (2) можно получить из зависимостей (1) и (3). В нашем случае $\beta_{\rm BMY}=-v^*/m=0.33\pm0.02$; $A_{\rm BMY}=(D_1/D_1^*)^{1/m}=1.5\pm\pm0.1$.

Совпадение вычисленных значений $\beta_{\text{выч}}$ и $A_{\text{выч}}$ с экспериментальными значениями β и A из уравнения (2) позволяет сделать вывод о том, что характер сингулярной зависимости коэффициента диффузии от концентрации определяется параметрами кривой сосуществования. Причем показатель степени m как комбинация критических показателей должен быть универсальным параметром критических переходов, т. е. должен быть одинаковым для различных систем. Величины D_1 и A не универсальны и характеризуют индивидуальные свойства веществ $\{1\}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Анисимов М. А. УФН, 1974, 114, № 2, с. 248. [2] Ghai R. K., Erhe H., Dullien F. A. L. AIChE J., 1973, 19, N 5, p. 881. [3] Чернова Н. И., Казаков С. В. В кн.: Физика и физико-химия жидкостей. М.: Изд-во МГУ, 1980, вып. 4, с. 158. [4] Казаков С. В., Чернова Н. И. Оптика и спектроскопия, 1980, 49, № 2, с. 404. [5] Чернова Н. И., Блинова А. В. Журн. физ. химии, 1967, 41, № 7, с. 1792. [6] Благой Ю. П., Сохан В. И., Павличенко Л. А. Письма в ЖЭТФ, 1970, 11, № 6, с. 291. [7] Паташинский А. З., Покровский В. А. Флуктуационная теория фазовых переходов. М.: Наука, 1975. [8] Ризеу Р. N., Goldburg W. I. Phys. Rev. A, 1971, 3, N 2, p. 766. [9] Jasnow D., Goldburg W. I. Phys. Rev. A, 1972, 6, N 6, p. 2492.

Поступила в редакцию 05.10.81