

- [2] Голикова О.А., Казанин М.М., Мездрогина М.М., Сорокина К.Л., Феоктистов Н.А. // ФТП. 1986. Т. 20. № 10. С. 1912-1914.
- [3] Tanaka M., Ninomiya K., Nakamura K., Tsuda Sh., Nakamo Sh., Ohnishi M., Kuwano Y. // Jap. J. Appl. Phys. 1988. V. 27. N 1. P. 14-19.
- [4] Ishioka S., Imamura Y., Takasaki Y., Kuzano Ch., Hirai T. // Jap. J. Appl. Phys. 1983. V. 22. Suppl. 22-1. P. 461-464.
- [5] Kalbitzer S., Muller G., LeComber P.G., Spear W.E. // Phil. Mag. 1980. V. 41. N 4. P. 439-456.
- [6] Ода Ш., Томита Х., Шимизу И. В кн.: Аморфные полупроводники и приборы на их основе / Под ред. Й. Хамагава. М.: Металлургия, 1986, с. 132-143.

Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе
АН СССР, Ленинград

Поступило в Редакцию
5 октября 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 4
03

26 февраля 1989 г.

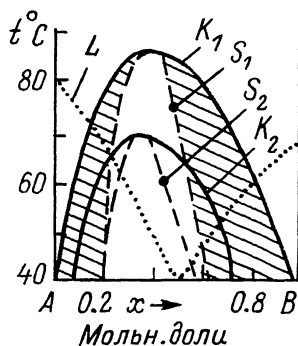
ВОЗБУЖДЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ В ЖИДКОМ СОСТОЯНИИ ДЛЯ РАССЛАИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ

Е.В. Калашников, Н.М. Ганжерли,
И.А. Маурер

При охлаждении расслаивающиеся бинарные жидкости с переходом через критические температуры претерпевают различные стадии превращений, описываемых спинодальным распадом [1].

Обычно выделяют раннюю стадию распада на фазы, когда флуктуации концентрации ведут себя как независимые и нарастают во времени по экспоненте, и позднюю [1, 2]. Процесс распада на ранней стадии контролируется диффузией компонентов [1]. На поздней стадии, когда пространственные размеры фаз достаточно велики, чтобы разрушить эту фазовую микрогетерогенность, включаются гравитационные эффекты, вызывающие гидродинамические течения [2]. Последующее развитие такого течения способно привести к возникновению конвективных ячеек, характер которых задается внешней геометрией в сочетании с вязкостью и взаимной диффузией бинарной жидкости [3]. При более низких температурах на системах со скрытым характером расслоения, таких как эвтектические, включаются конкурирующие механизмы кристаллизации [4].

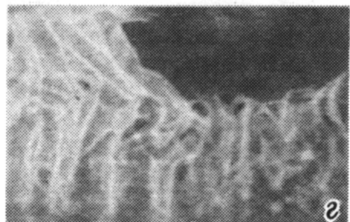
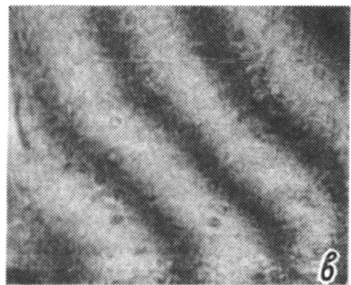
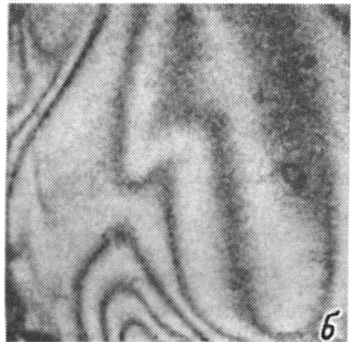
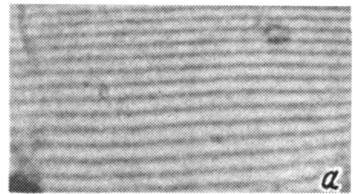
Рис. 1. Области различной термодинамической устойчивости, разграниченные куполом распада K и спидалию S . K_1, S_1 - для системы нафталин-азобензол, L - линия ликвидус. K_2, S_2 - для системы вода-фенол.



Вместе с тем отмечалось, что в области составов, захваченных спинадью, в жидком состоянии возможно возникновение пространственно-периодического распределения концентраций [4, 5]. Однако прямых наблюдений возникновения таких структур осуществить не удавалось.

Нами были предприняты поиски условий возникновения таких пространственно-периодических структур в жидком состоянии. Были выбраны системы фенол-вода (типично расслаивающаяся система [6]) и азобензол-нафталин (эвтектическая система [7]). Предварительно рассчитывались области различной термодинамической устойчивости жидкого раствора и составы, x , захваченные спинадью [4]: $0.2 \leq x \leq 0.6$ (рис. 1). Готовили растворы: по два в области метастабильных состояний (заштрихованные области), с каждой стороны от спинодали и по два с составами, захваченными спинадью. Раствор готовился при $t = 75^\circ\text{C}$ для системы фенол-вода и при 100°C для азобензол-нафталин в кювете в форме призмы $17 \times 12 \times 5$ мм, размеры которой искались экспериментально с тем, чтобы подавить возникновение конвективных ячеек, появляющихся по высоте кюветы. Для избавления от естественной конвекции, градиент температуры ∇T направлялся параллельно вектору ускорения свободного падения, т.е. верхний торец кюветы поддерживался при более высокой температуре. Боковые, узкие поверхности были теплоизолированы. Раствор в кювете находился в непосредственном контакте с металлическими теплоотводами, расположенными по торцам кюветы. Разогрев и охлаждение обеспечивалось водой, прогоняемой через эти теплоотводы при помощи ультратермостатов. Точность поддержания температуры на горцах составляла $\pm 1^\circ\text{C}$. Поведение жидкости контролировали методом голографической интерферометрии реального времени [8]. Каждый раз в системе в первую очередь обеспечивалось однородное состояние. Затем создавался градиент температуры (рис. 2, а). Горизонтальное распределение интерференционных полос свидетельствует о равномерности температуры вдоль направлений, параллельных основанию кюветы.

При стационарных градиентах ∇T на растворах всех выбранных составов в диапазоне измерений $\nabla T = 0-4500$ град/М возникла только пара конвективных ячеек, расположенных симметрично



$\rightarrow d \leftarrow$

Рис. 2. Изменение интерференционной картины при „раскачивании“ температуры верхнего торца кюветы (а, б, в) и вертикальные слои жидкости (г). Толщина прозрачных слоев, $d \sim 0.5$ мм. Стрелкой указана начальная стадия формирования слоев.

относительно вертикальной оси кюветы, сменяемая турбулентным движением при больших градиентах.

При „раскачивании“ температуры верхнего теплоотвода с периодом $\tau \sim 15$ мин в интервале градиентов $\nabla T = 0-1000$ град/м (температура нижнего теплоотвода фиксирована) при составах, захваченных спинодально, появлялось вначале турбулентное движение (рис. 2, б), затем „скачком“ возникла интерференционная картина (рис. 2, в), повернутая на угол 90° по отношению к исходной (рис. 2, а). Последняя (рис. 2, в) исчезала и сменялась визуально наблюдаемой периодической структурой (рис. 2, г). Такая структура наблюдалась на обеих системах и только в области составов, захваченных спинодально. При всех других составах и условиях такой структуры получить не удалось.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] С к р и п о в В.П., С к р и п о в А.В. // УФН. 1979. Т. 128. № 2. С. 193-231.
- [2] C h a n C.K., G o l d b u r g W.I. // Phys. Rev. Lett. 1987. V. 58. N 7. P. 674-677.
- [3] Э б е л и н г В. Образование структур при необратимых процессах. М.: Мир, 1979. 279 с.
- [4] К а л а ш н и к о в Е.В. - Термодинамические условия образования пространственно-периодических структур в эвтектических системах, Автореферат кандидатской диссертации, Л., 1984. 18 с.
- [5] A k i r a O n u k i // Phys. Rev. Lett. 1982. V. 48. N 11. P. 753-756.
- [6] Справочник химика, М.-Л.: Химия, 1964, т. Ш, 1005 с.
- [7] К л ю ч е в и ч А.С., Н е б о г а т и к о в В.М. // ЖФХ. 1944. Т. 18. № 9. С. 405-407.
- [8] О с т р о в с к и й Ю.И., Б у г у с о в М.М., О с т р о в с к а я Г.В. // Голографическая интерферометрия. М.: Наука, 1977. 336 с.

Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе
АН СССР,
Ленинград

Поступило в Редакцию
13 декабря 1988 г.