

Удк 534-8:621.74.5

СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ МАКРО И МИКРО- РАССЛАИВАНИЯ СПЛАВОВ ДВОЙНЫХ ЖИДКИХ СИСТЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ

Мирзозода А.Н. - соискатель кафедры «ЭиРЭ» ДФ НИТУ «МИСиС»,

Мухаббатов Х.К. – зав. кафедрой экспериментальной физики, Нуров К.Б. –к.х.н,
доцент, ТГПУ.

Ключевые слова: скорость ультразвука, диаграмма состояния, расслоения, расплавы металлов и полупроводников, микронеоднородности.

Изучение расслаивания жидкостей имеет важное значение для углубления знаний о природе фазовых переходов. Это проблема, применительно к непрозрачным расплавам (расплавы металлов, полуметаллов и полупроводников), до последнего времени не была решена [1]. Нам представляется, что наилучших результатов при ее решении, можно получить зондированием расплава упругими импульсами [2].

Суть метода заключается в измерении и анализе скорости распространения ультразвука характеристики среды, чувствительной к ее составу и строению.

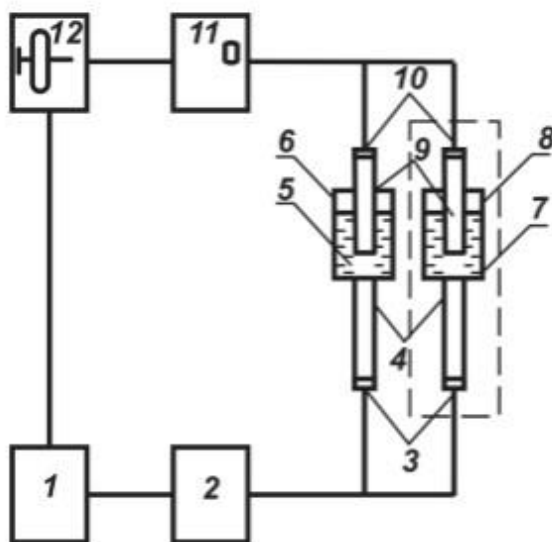


Рис. 1. Функциональная схема установки для измерений скорости распространения ультразвука в расплавах.

На рис. 1 представлена схема установки для измерения скорости распространения ультразвука. Генератор импульсов 1 модулирует радиочастотное напряжение генератора синусоидальных сигналов 2 в последовательность прямоугольных пакетов с высокочастотным заполнением, параллельно возбуждающих пьезоэлементы 3 ячейки сравнения и измерительной ячейки (в пунктирном окаймлении). Ультразвуковые импульсы, через нижние неподвижные звукопроводы 4, зондируют эталонную жидкость (дистиллированная вода) 5 в контейнере 6 и исследуемый расплав 7 в контейнере 8. Далее, ультразвуковые импульсы, через верхние подвижные звукопроводы 9. Поступают на приемные пьезоэлементы 10, откуда уже в виде радиочастотных импульсов поступают на супергетеродинный приемник 11. Усиление в приемнике сигналы высвечиваются на экране осциллографа 12. Работа осциллографа синхронизируется генератором импульсов 1. Перед измерениями, верхний звукопровод ячейки сравнения устанавливается в таком положении, чтобы сигналы от него и от измерительной ячейки совместились на экране осциллографа. После этого, если перемещать верхний звукопровод измерительной ячейки, то на экране осциллографа будут наблюдаться интерференционные погасания суммарного сигнала.

Задавая частоту f генератора 2 и регистрируя, общее перемещение l верхнего звукопровода измерительной ячейки, приходящегося на общее количество

n интерференционных погасаний, можно определить скорость распространения ультразвука по соотношению

$$v_s = \frac{l}{n} \cdot f = \lambda \cdot f, \quad (1)$$

где λ – длина волны ультразвука в исследуемой среде. Это общая схема методики измерения скорости распространения ультразвука в высокотемпературных расплавах металлов и полупроводников [3].

В применении к исследованиям расслаивающихся жидкостей, описанная дополняется измерением скорости ультразвука вдоль всей высоты столба жидкости. На рис. 2 представлена схема измерительной ячейки для изучения расслаивающейся жидкости. Ультразвуковые импульсы от излучающего пьезоэлемента 1, через нижний неподвижный звукопровод 2, зондируют исследуемую жидкость, расслаившуюся на нижний 3 и верхний 4 слой. Контейнер 5 для расплава имеет цилиндрическую форму. Далее ультразвуковые импульсы через верхний подвижный различаются по составу и плотности, то и скорость распространения ультразвука в них различна.

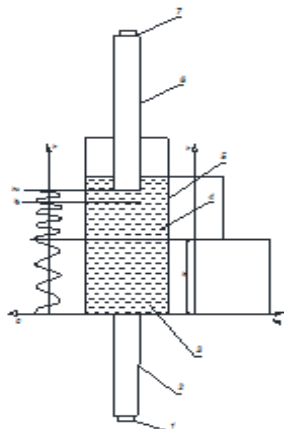


Рис.2. Схема измерительной ячейки для исследований расслаивающихся расплавов.

На рис. 2 слева схематично показано распространение волн сжатия σ по оси h . Если опустить верхний звукопровод на величину $h_a - h_b$, то можно определить скорость v_s по соотношению

$$v_s = (h_a - h_b) \cdot f = \lambda \cdot f \quad (2)$$

При этом следует учитывать, что определенная по соотношению (2) величина v_s относится к веществу только в толще между $h_a - h_b$. Вся нижележащая жидкость, включая и нижний слой 3, в данном случае играет лишь роль звукопроводящей среды. Проводя измерения v_s с постепенным погружением верхнего звукопровода в расплав, можно обнаружить скачок скорости ультразвука на высоте h_1 , соответствующей границе между слоями 3 и 4, как показано на рис. 2 справа.

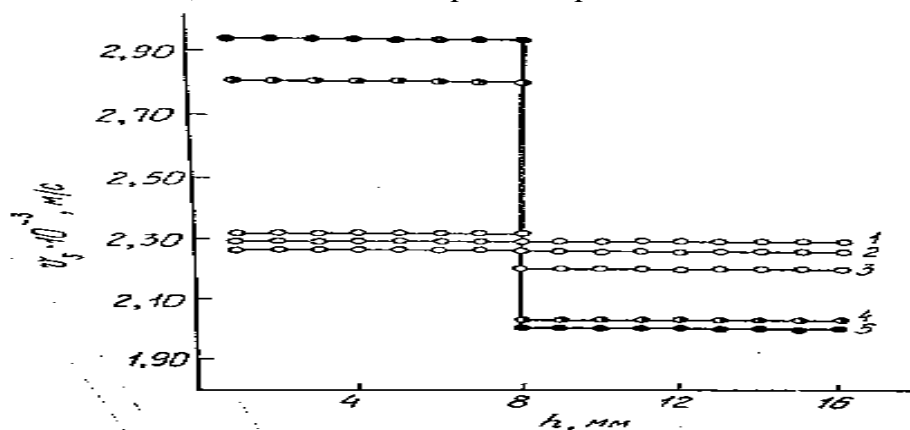


Рис.3. Изменение скорости распространения ультразвука по высоте столба, расслаивающегося расплава $\text{Cu}_{0,825}\text{Te}_{0,175}$ при 1513(1), 1485(2), 1478(3), 1425(4), 1398(5).

Описанная методика хорошо зарекомендовала себя при исследовании расслаивающихся систем и, в этой связи, была применена для изучения расслаивания расплавов металлов и полупроводников [4-5]. На рис. 3 представлены результаты измерений скорости распространения ультразвука по высоте расплава $\text{Cu}_{0,825}\text{Te}_{0,175}$ при различных температурах. При 1513 и 1485 К (соответственно линии 1,2) характеристики представляют собой прямые, параллельные оси h , т.е. скорость ультразвука не зависит от высоты, что и должно быть для однородного раствора. Но при 1478 К на характеристике 3 уже имеется ступенчатый скачок. При этой температуре, расплав уже расслаился. Далее при 1425 и 1398 К величина ступеньки последовательно увеличивается (h характеристики 4-5 соответственно), что говорит об увеличении концентрационного разрыва в существующих слоях с понижением температуры.

На рис. 3 видно, что ступеньки характеристик 3-5 фиксируются с большой точностью на одной и той же высоте. Факт того, что граница между слоями при изменении температуры с момента расслаивания до монотектики удерживается в одном положении, свидетельствует только о перераспределении атомов компонентов без изменения массы и объема фаз. Следовательно, этот состав можно считать критическим. Далее, поскольку температура расслаивания фиксируется достаточно четко, то температуру характеристики 3 можно считать критической.

Исследуя характеристики для расплавов других исходных концентраций, очевидно можно построить весь купол расслаивания на диаграмме состояния.

Полученные нами экспериментальные данные хорошо согласуются с данными авторов [5]. В отличие от [5]. В настоящей работе изучается способ обнаружения микро и макрорасслаивания сплавов двойных жидких систем.

Исследовали образцы в системе Ag-Te следующих исходных составов: 9,12, 15, 19, 20, 22, 25 и 31 ат. %. Te , остальное-серебро. Для каждого образца снимали зависимость скорости распространения ультразвука, от расстояния между рабочими торцами звукопроводов h , при различных температурах. На рис. 4, в качестве примера, показан набор таких зависимостей для сплава исходного состава $\text{Ag}_{0,81}\text{Te}_{0,19}$. Характеристики 1-6 отвечают температурам соответственно: 1419, 1398, 1368, 1220, 1193, 1173 К. Видно, что при всех температурах, охватывающих диапазон $\Delta T = 265\text{K}$, $v_s - h$ характеристики представляют прямые, параллельные оси h . Следовательно, во всех исследованных интервалах температур исследуемая жидкая среда оказывается практически однородной. Таким же детальным исследованиям были подвергнуты сплавы и остальных исходных составов. Оказалось, что и в них скорость распространения ультразвука не зависит от расстояния между рабочими торцами звукопроводов при всех исследованных температурах.

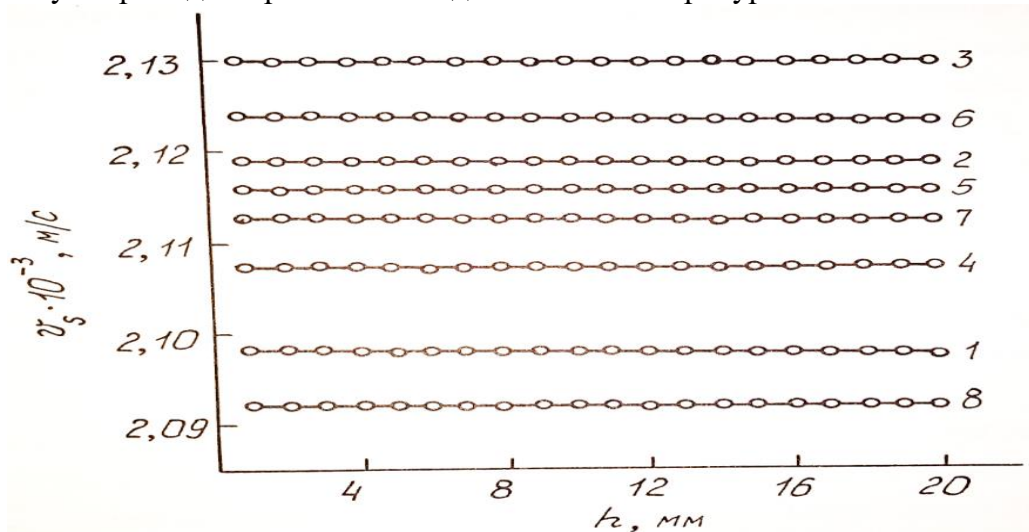


Рис.4. $v_s - h$ - характеристики расплава исходного состава

В случае расслаивающейся жидкости, температурная зависимость скорости ультразвука, с понижением температуры должна претерпевать как показано в работе [6], разрыв и при дальнейшем понижении температуры вплоть до монотектической горизонтали изменяется по двум ветвям, характеризующим температурно-концентрационную зависимость в соответствующих слоях жидкости. Следовательно, ни один из исследованных расплавов в данном случае не расслаивается.

В тоже время, кривые температурной зависимости скорости распространения ультразвука в расплавах остальных исследованных составов носят нелинейный характер и отличаются характерными перегибами при определенной температуре. Примечательно, что температуры перегиба у сплавов трех составов, обнаруживших тепловые эффекты, при исследовании их методом ДТА в работе [7], совпадают с температурами указанных тепловых эффектов. Это дает основание предложить, что расслоение в системе Ag -Te все же имеет место, однако это не обычное разделение на два слоя. Фактически, имеет место явление не обычное расслаивание, а микрорасслаивание, т.е. указывает на возможность образования в данной системе мелкодисперсных эмульсий, термически устойчивых в широком интервале температур.

Литература

1. Глазов В.М., Изучение закритических явлений в расслаивающихся расплавах систем Ga - Te и In - Te акустическим методом. /В.М. Глазов, С.Г. Ким// Журнал физической химии, 1987.- Т.61. - №8. -С. 2171-2178
- 2.ГлазовВ.М.Исследование расслоения расплавов акустическим методом. /В.М. Глазов, С.Г. Ким// ДАН СССР, 1985.- Т. 282- №3.- С. 1170-1173
3. Глазов В.М. Исследование расслаивания расплавов в системе Ag-Te /В.М. Глазов, С.Г. Ким, К.Б. Нуров // Журнал физической химии. -1991, -Т. 65. -№8.- С. 2049-2054.
4. Глазов В.М. Акустическое исследование области расслаивания расплавов в системе In-Te. Изв. АН СССР, Неорганические материалы. -1989. -Т. 25. -№ 5. -С. 859-861
5. Глазов В.М. Исследование расслаивания расплавов в системе Sb-Se акустическим методом /В.М. Глазов, С.Г. Ким, К.Б. Нуров//Изв. АН СССР, Неорганические материалы. -1990. -Т. 26.- № 3. -С. 526-529
6. Нуров К.Б. Исследование области расслаивания расплавов в системе Cu-Pb импульсно-фазовым методом// Вестник ТНУ. серия естественных наук, 2016. -1/1 (192).- С. 252-255
7. Wobst M. Wiss.Z. //Techn.Hochsch. Karl-Marx. -1970. -В.12.-Н.4.-S.393-401.

АННОТАЦИЯ

ТАРЗҲОИ МУАЙЯН НАМУДАНИ МАКРО ВА МИКРО БА ҚАБАТҲО ЧУДОШАВИИ ХҶЛАҲОИ СИСТЕМАИ ДУЧУЗЪАИ МОЕЪГӢ БО МЕТОДИ УЛТРАСАДОӢ

Дар мақола вобастагии суръати паҳншавии ултрасадо дар хулаҳои ба қабатҳо чудошавандаи системаҳои Cu-Te ва Ag-Te оварда шудааст. Ходисаҳои бӯхронӣ бо тарзи аномалӣ зиёдшавии суръати паҳншавии ултрасадо вобаста ба ҳарорат тавсиф медиҳад. Муайян карда шудааст, ки ин ҳодисаҳои аномалӣ пайдарпай зиёд мешаванд, ҳангоми наздик шудан ба ҳарорати бӯхронӣ. Дар асоси таҷриба диаграммаи ҳолати системаҳои Cu-Te ва Ag-Te ва соҳаҳои мавҷудияти ғайриҷинсагӣ ё кластерҳо сохта шудааст.

Калимаҳои калидӣ: суръати ултрасадо, диаграммаи ҳолат, ба қабатҳо чудошавӣ, хулаҳои металлӣ ва нимноқилӣ, ғайриҷинсагӣ.

АННОТАЦИЯ

СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ МАКРО И МИКРО- РАССЛАИВАНИЯ СПЛАВОВ ДВОЙНЫХ ЖИДКИХ СИСТЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ

В данной работе исследованы температурные зависимости скорости распространения ультразвука в расслаивавшихся расплавах системы Cu-Te и Ag-Te. Обнаружены закритические явления, заключающиеся в аномальном росте скорости ультразвука до

определенной температуры. Установлено, что эти аномалии усиливаются постепенно с приближением концентрации расплавов к критической температуре.

По результатам исследования расплавов, на диаграмме состояния системы Cu-Te и Ag-Te, построена граница области существования микронеоднородности или образования кластеров.

Ключевые слова: *скорость ультразвука, диаграмма состояния, расслоения, расплавы металлов и полупроводников, микронеоднородности.*

ANNOTATION

METHOD FOR DETECTING MACRO AND MICRO STRATIFICATION OF ALLOYS DOUBLE LIQUID SYSTEMS BY ULTRASONIC METHOD

In this work, we studied the temperature dependences of the ultrasound diffusion in scissile meltage systems of Cu-Te and Ag-Te meltsystem. Supercritical phenomena were found, consisting in an abnormal increassing in the speed of ultrasound to the certain temperature. It has been established that these anomalies increassing gradually as the concentration of melts approaches critical temperature.

Based on the results of the study of melts in the state diagram of the Cu-Te and Ag-Te system, the boundary of the region of existence of microinhomogeneity or cluster formation is constructed.

Key words: *speed, ultrasound, diagram, separation, melts of metals and semiconductors, micro-inhomogeneities.*