

ЛИТЕРАТУРА

1. Simulation of tandem thin-film solar cell on the basis of CuInSe_2 / A.K. Esman [et al.] // Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. And Power Eng. Assoc. – 2020. – V. 63, № 1. – P. 5–13.
2. Esman, A.K. Simulation of photovoltaic thermoelectric battery characteristics / A.K. Esman [et al.] // Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. And Power Eng. Assoc. – 2021. – V. 64, № 3. – P. 250–258.
3. Солнечная батарея : пат. на пол. модель 7713 Респ. Беларусь / А.К. Есман, В.К. Кулешов, М.В. Шпектор ; МПК F 24J 2/06, H 02N 6/00. – Оpubл. 30.10.2011.

Д.А. ЗЕРНИЦА

УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

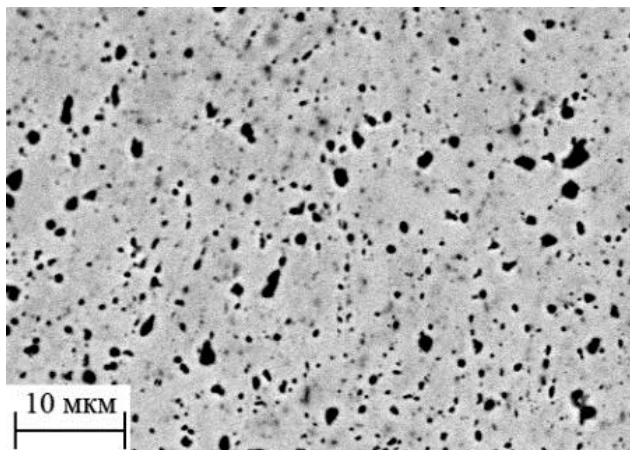
ОСОБЕННОСТИ ПРОТЕКАНИЯ РАСПАДА ПЕРЕСЫЩЕННЫХ ТВЁРДЫХ РАСТВОРОВ В БЕССВИНЦОВЫХ БИНАРНЫХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ СПЛАВАХ СИСТЕМЫ Sn-Zn, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ СВЕРХБЫСТРОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ИЗ РАСПЛАВА

Известно, что распад пересыщенных твёрдых растворов может протекать по прерывистому и непрерывному механизмам [1]. Непрерывный распад происходит путём зарождения и роста частиц новой фазы. К частному случаю непрерывного распада относится спинодальный распад, суть которого заключается в расслоении твёрдого раствора на две фазы с разной концентрацией, но одинаковой кристаллической структурой [2]. К сожалению, в научной литературе отсутствуют исследования, направленные на изучение кристаллизации эвтектических сплавов Sn-Zn, находящихся в неравновесном состоянии. В данной работе изложены результаты исследования кристаллизации сплавов Sn-Zn, концентрация цинка в которых находится в околоэвтектической области.

Быстрозатвердевшие сплавы системы Sn-Zn были получены согласно методике, изложенной нами в работе [3]. Микроструктура системы в исходном состоянии приведена на рисунке 1, а. Частицы цинка вблизи кристаллизатора более дисперсные, чем в объёме фольги, что связывалось со снижением степени переохлаждения по мере удаления от гладкой поверхности к противоположной (рисунок 1, б).

Ранее нами было выявлено, что с увеличением содержания Zn параметр кристаллической ячейки a_{Sn} имеет тенденцию уменьшаться до концентрации ~ 7 мас. % Zn, а затем, с увеличением концентрации цинка, увеличиваться [4]. Зависимость свободной энергии для исследуемых эвтектических составов имеет W -подобный вид. Вторая производная свободной энергии для сплавов в области составов, близких к эвтектическим, меньше нуля [1].

а)



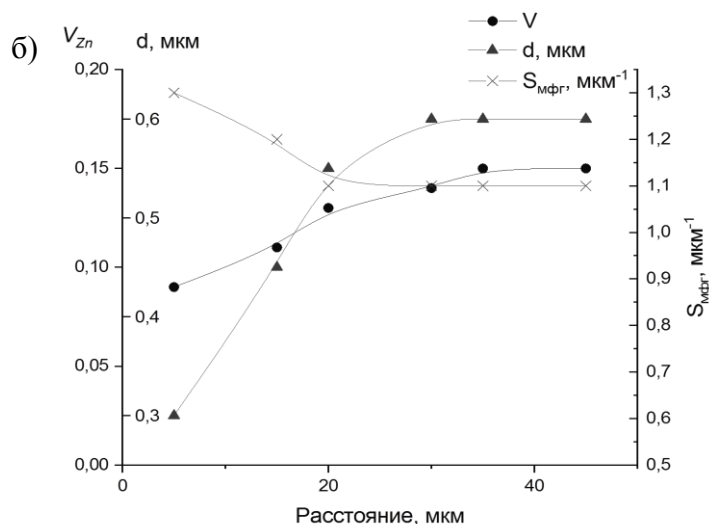


Рисунок 1 – а – микроструктура поперечного сечения быстрозатвердевшей фольги сплава Sn-8,8 мас. % Zn; б – зависимость параметров микроструктуры от расстояния

Следовательно, при распаде пересыщенных жидких растворов реализуется спинодальный механизм в результате огромного количества малых флуктуаций. При пинодальном распаде формируются концентрационные неоднородности с последующим расслоением фаз в результате химического атомарного взаимодействия в первоначально однородной жидкой фазе. В результате происходит образование пересыщенных жидких растворов с пониженным значением свободной энергии F , с последующим формированием термодинамически нестабильного пересыщенного твёрдого раствора олова, из которого с течением времени выделится цинк. Образование пересыщенного твёрдого раствора на основе олова и его распад наблюдался по изменению параметра кристаллической решётки олова (рисунок 2).

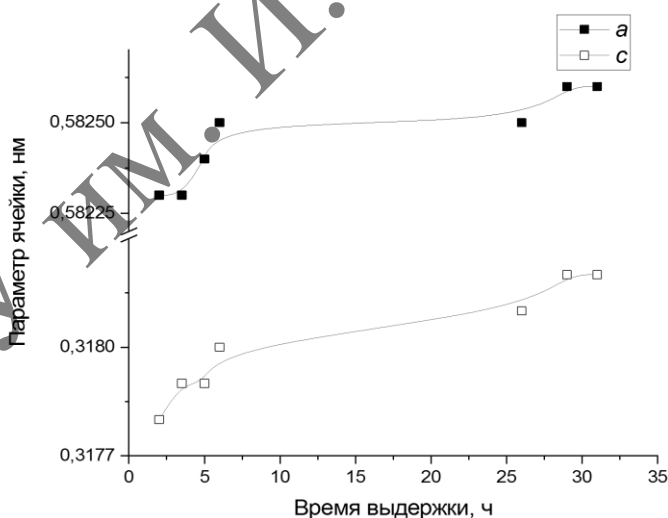


Рисунок 2 – Изменение параметров кристаллической решётки олова a , c (нм) для эвтектического быстрозатвердевшего сплава Sn-8,8 мас. % Zn в зависимости от времени выдержки после кристаллизации

Таким образом, в быстрозатвердевших сплавах Sn-Zn в околоэвтектическом интервале концентраций происходит распад переохлаждённых жидких растворов по спинодальному механизму, приводящему к расслоению жидкой фазы с последующим образованием двух жидких переохлаждённых и пересыщенных растворов. Далее из пересыщенного твёрдого раствора выделяются дисперсные частицы цинка размером менее 2 мкм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартин, Д. Стабильность микроструктуры металлических систем / Д. Мартин, Р. Доэрти. – М. : Атомиздат, 1978. – 280 с.
2. Салли, И.В. Кристаллизация при сверхвысоких скоростях охлаждения / И.В. Салли. – Киев : Наукова думка, 1972. – 136 с.
3. Shepelevich, V.G. The Formation of the Structure of the Alloys of the Tin–Zinc System upon High-Speed solidification / V.G. Shepelevich, D.A. Zernitsa // Inorganic Materials: Applied Research. – 2021. – Vol. 12, № 4. – PP. 1094–1099.
4. Зерница, Д.А. Structure formation and peculiarities of crystallization of lead-free tin-zinc alloys obtained by rapid solidification / Д.А. Зерница, В.Г. Шепелевич // Журнал Белорусского государственного университета. Физика. – 2022. – № 3. – С. 48–55.

Е.В. КИСИЛЮК, А.А. ЮДОВ,
УО БрГУ им. А.С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

G-ПРОСТРАНСТВА, ПОРОЖДЕННЫЕ ГОМОМОРФИЗМАМИ КОНЕЧНЫХ ГРУПП

Определение 1. Пусть задана конечная группа G .
Отображение

$$\varphi: G \rightarrow G, \quad (1)$$

называется гомоморфизмом группы G , если оно удовлетворяет условию:

$$\varphi(ab) = \varphi(a) \cdot \varphi(b), \quad (2)$$

для любых $a, b \in G$.

Если φ биекция, то это отображение называется автоморфизмом.

Определение 2. Подмножество X конечной группы G называется (левым) G -пространством, если $\forall x \in X, \forall g \in G$ сопоставляется элемент $x' \in X$, обозначаемый $x \cdot g$, такой что:

$$1. g_2(g_1x) = (g_2g_1)x, \quad 2. ex = x.$$

В этом случае говорят, что G действует слева на X .

Определение 3. G -пространство X называется однородным G -пространством, если $\forall x, x' \in X$ найдется $g \in G$, такое, что $g \cdot x = x'$.

Пусть задан гомоморфизм φ конечной группы G . Рассмотрим множество

$$X = \{a\varphi(a^{-1}) \mid a \in G\}. \quad (3)$$

Теорема 1. Множество X является левым G -пространством.

Доказательство. Пусть $x = a\varphi(a^{-1}), b \in G$, тогда

$$b \cdot a\varphi(a^{-1}) \equiv ba\varphi(a^{-1}b^{-1}) = ba\varphi((ba)^{-1}) \in X. \quad (4)$$