

Є.В. Татарчук, Я.Д. Король

Черкаський національний університет, Шевченка 81, Черкаси, 18017, Україна

ГОМОГЕНІЗАЦІЯ ПОРОШКІВ БІНАРНОЇ СИСТЕМИ CO-NI

Експериментально досліджено та математично проаналізовано кінетику гомогенізації бінарної порошкової системи Co-Ni при різних температурах. Встановлено, що гомогенізація відбувається за експоненціальним часовим законом.

Экспериментально исследована и математически проанализирована кинетика гомогенизации бинарной порошковой системы Co-Ni при разных температурах. Показано, что процесс гомогенизации может быть описан экспоненциальным законом.

The kinetics of homogenization in the system Co-Ni at different annealing temperatures with different concentration ratios was experimentally investigated. It was shown that solid solution formation satisfied an exponential time law.

Ключові слова: дифузія, гомогенізація, коефіцієнт дифузії, рентгеноструктурний аналіз.

Вступ. Дослідження дифузійних процесів на кінцевій стадії розчиноутворення та встановлення закономірностей процесу гомогенізації розв'язує важливі питання визначення дифузійних параметрів та дозволяє уточнити опис дифузійних процесів утворення твердих розчинів, якому присвячено ряд робіт [1-3]. В роботі [4] представлена експоненційна часова залежність розчиноутворення, яка підтверджена комп'ютерним експериментом в [5].

В даній роботі проведено експериментальне вивчення зміни розподілу хімічного складу порошкового зразка в часі в процесі ізотермічного відпалу.

Постановка експерименту. Досліджувались зразки бінарної порошкової системи Co-Ni складу: 25%Co-75%Ni, 50%Co-50%Ni та 75%Co-25%Ni (відсотки масові). Частинки обох компонентів мали розміри 30-50 мкм. Зразки у формі пігулок ізотермічно відпалювали в аргоні при температурах 1073 К, 1273 К та 1373 К.

Через певні проміжки часу (в залежності від температури відпалу) зразки експонували на дифрактометрі ДРОН в Fe K α -випромінюванні. Після кожного відпалу вимірювали середньоквадратичну девіацію дифракційної лінії. Відпал продовжували до повної гомогенізації, коли напівширина піка не змінювалась.

Обрахунок експериментальних результатів.

Середньоквадратична девіація дифракційної лінії (220) була прийнята як кількісна характеристика зміни кутового розподілу інтенсивності піка ($\rho(2\theta)$). Розподіл інтенсивності піка по подвійному бреггівському куту через формулу Вульфа-Брегга відображає розподіл міжплощинних відстаней ($\rho(d)$), а співвідношення Вегарда дає можливість встановити розподіл концентрації в зразку ($\rho(c)$). Таким чином, аналізуючи залежності $\rho(2\theta) \rightarrow \rho(d) \rightarrow \rho(c)$ та зміну в часі середньої квадратичної девіації піка дифракції, можна встановити математичну залежність перерозподілу концентрацій.

З експериментальних дифрактограм визначали центр ваги піка $\bar{\theta} = \frac{\sum \theta_i I_i}{\sum I_i}$

та середньоквадратичну девіацію $\sqrt{\theta^2} = \sqrt{\frac{\sum (\theta_i - \bar{\theta})^2 I_i}{\sum I_i}}$, де θ_i - поточний подвійний бреггівський кут, $\bar{\theta}$ - кут центра ваги піка, I_i - інтенсивність дифракції в точці θ_i . Величина $\ln(\sqrt{\theta_i^2} - \sqrt{\theta_n^2})$, де θ_n - бреггівський кут піку гомогенного зразка, прийнята як узагальнена кількісна характеристика розподілу концентрації.

На рисунку представлено графік залежності параметра $\ln(\sqrt{\theta_i^2} - \sqrt{\theta_n^2})$ від часу відпалу при температурі 1373 К для зразка зі складом 25%Co-75%Ni. Очевидно, що в межах похибки ця залежність має лінійний характер. Аналогічні залежності отримані для зразків інших складів і температур відпалу. Подібний результат отримано раніше для системи Co-Ni при температурі відпалу 1273 К [6].

Таким чином, залежність $(\sqrt{\theta_i^2} - \sqrt{\theta_n^2})$ від часу є експонента типу $const \cdot \exp(-t/\tau)$. Характерний час гомогенізації τ , згідно роботам [4,5], мусить бути пропорційним квадрату довжини неоднорідності і обернено пропорційним ефективному коефіцієнту дифузії. Аналіз часу гомогенізації буде проведено в подальшому.

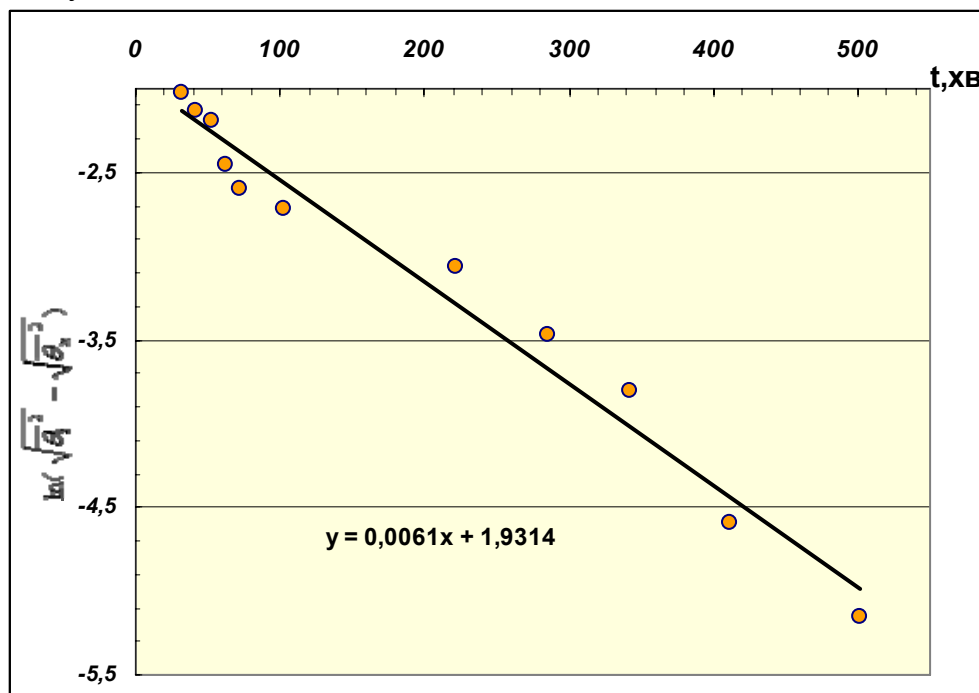


Рис. 1. Залежність параметра $\ln(\sqrt{\theta_i^2} - \sqrt{\theta_n^2})$ від часу відпалу для 25%Co-75%Ni

Висновки. Для порошкових зразків системи Co-Ni з широким діапазоном співвідношення компонентів встановлено, що незалежно від температури утворення твердого розчину в часі відбувається по експоненційному закону.

1. Бокштейн Б.С., Бокштейн С.З., Жуховицкий А.А. Термодинамика и кинетика диффузии в твердых телах.- М.: Металлургия - 1974.- 280 с.
2. Райченко А.И. Математическая теория диффузии. Киев. – Наукова думка, 1981. –396с.
3. Гуров К.Г, Карташкин Б.А., Угасте Ю.Э. Взаимная диффузия в многофазных металлических системах. – М., 1981. – 321 с.
4. Гусак А.М., Кажарская С.Е. и Мокров А.П. Кинетика гомогенизации неоднородных сплавов, полученных спеканием порошков // Диффузионные процессы в металлах.- Тула:ТПИ,1982. – с.3-10.
5. A.M. Gusak and G.V.Lucenko. Interdiffusion and Solid State Reaction in Powder Mixtures - one more model. Acta Mater., 1998, Vol. 46, No. 10, pp. 3343-3353.
6. Ye. V. Tatarchuk, V. S. Tatarchuk . Kinetics of solid solution in binary powder mixtures. // Вісник Черкаського національного університету. 2007. Випуск 117. – с. 58-63.

Одержано редакцією 17.12.2008
Прийнято до публікації 19.12.2008