**НЕЙТРОНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ**

**В НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКИХ КАРБИДАХ ТИТАНА TiCx**

*Хидиров И., Парпиев А.С.*

Институт ядерной физики АН Республики Узбекистан, Улугбек,

Ташкент, 100214, Узбекистан, e-mail: [khidirov@inp.uz](mailto:khidirov@inp.uz)

В работе проведено нейтронографическое исследование фазовых превращений на нижней границе области гомогенности кубического карбида титана TiCx. Показано, что путем закалки от температуры 1475 K можно получить метастабильную неупорядоченную гцк δ-фазу карбида титана в интервале составов TiC0.33 - TiC0.47. Установлено, что кристаллическая структура высокотемпературной метастабильной δ-фазы в интервале составов TiC0.33 - TiC0.47 стабильна при температурах Т≤800 K, что позволяет использовать их на практике при температурах. Нижняя граница области гомогенности стабильной однофазной упорядоченной кубической δʹ-фазы лежит при составе TiC0.49 ±0.02 (структурная формула δʹ-Ti2C0.98). Ниже этого состава стабильная упорядоченная δʹ- фаза составов Ti2C0.88, Ti2C0.76, и Ti2C0.66 наблюдается в равновесии с чистим α-Ti. Следовательно, нижняя граница области гомогенности упорядоченной стабильной δʹ- фазы лежит при составе Ti2C0.66. Обнаружено, что ступенчатый равновесный отжиг на нижней границе области гомогенности гцк неупорядоченной δ-фазы карбида титана TiCx интервале составов х=0.28 – 0.47 при температурах 1270 K + 1170 K + 1070 K + 970 K + 870 K + 770 K по 24 ч приводит к распаду с образованием упорядоченной гцк δʹ-фазы со структурной формулой δʹ-Ti2C2xʹ, где х′>x и чистого α-Ti. При этом на боковой поверхности образцов цилиндрической формы образуется чистая пленка α-Ti, то есть распад сопровождается расслоением α-Ti на поверхности упорядоченной δʹ- фазы цилиндрической формы. Наблюдаемое явление объясняется накоплением избыточных атомов Ti, выделившихся при распаде, на осях краевых дислокаций и их движением по оси краевых дислокаций на поверхность образца цилиндрической формы. Впервые наблюдали и изучали структурные характеристики упорядоченной δʹ-фазы при составах δʹ-Ti2C0.98, δʹ-Ti2C0.98, δʹ-Ti2C0.76, δʹ-Ti2C0.66. Параметр решетки, степень дальнего порядка и размер АФД в данной фазе в равновесном состоянии увеличиваются с отклонением состава от стехиометрии Ti2C.

Далее изучали кинетику образования дальнего порядка при фазовом перехода беспорядок – порядок в ГЦК карбиде титана TiC0.60 при 900 K. На рис. 1 представлен график зависимости степени дальнего порядка от времени выдержки при температуре 900 K до 240 ч. Зависимость полуширины сверхструктуры (111) и размера антифазных доменов от времени выдержки при температуре 900 K представлена на рис. 2.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рис. 1. Зависимость степени дальнего порядка  от времени выдержки при температуре 900 K | Рис. 2. Временная зависимость полуширины сверхструктурного отражения (111) на нейтронограмме карбида титана и размеров антифазных доменов *D* при температуре 900 K. |

Показано, что степень дальнего порядка *η* при 900 K в течение 38 ч. быстрыми темпами приближается практически к насыщению (*η* = 0.62), а при дальнейшем увеличении времени отжига до 240 ч. с очень медленным темпом достигает значение насыщение (*η* = 0.65), которое значительно меньше, чем теоретически возможное максимальное значение (*ηмакс*. =0.80). Установлено, что в ходе упорядочения ГЦК карбида титана TiC0.60 при температуре 900 K размеры антифазных доменов увеличиваясь нелинейно в зависимости от времени и в течение 240 ч. становится равными ~ 29 нм.

Таким образом установлено, что в ходе упорядочения TiC0.60 значительно изменяется как степень дальнего порядка, так и размеры антифазных доменов, которые могут существенно повилять на некоторые свойства материала, что следует учитывать эти эффекты при использовании материала в науке и технологии.