

НЕЙТРОНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКИХ КАРБИДАХ ТИТАНА TiCx

В работе проведено нейтронографическое исследование фазовых превращений на нижней границе области гомогенности кубического карбида титана TiCx. Показано, что путем закалки от температуры 1475 К 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 $T \leq 800$ К, что позволяет использовать их на практике при температурах. Нижняя граница области гомогенности стабильной однофазной упорядоченной кубической δ'-фазы лежит при составе $TiC_{0.49 \pm 0.02}$ (структурная формула δ'-Ti₂C_{0.98}). Ниже этого состава стабильная упорядоченная δ'- фаза составов Ti₂C_{0.88}, Ti₂C_{0.76}, и Ti₂C_{0.66} наблюдается в равновесии с чистым α-Ti. Следовательно, нижняя граница области гомогенности упорядоченной стабильной δ'- фазы лежит при составе Ti₂C_{0.66}. Обнаружено, что ступенчатый равновесный отжиг на нижней границе области гомогенности гцк неупорядоченной δ-фазы карбида титана TiCx интервале составов $x=0.28 - 0.47$ при температурах 1270 К + 1170 К + 1070 К + 970 К + 870 К + 770 К по 24 ч приводит к распаду с образованием упорядоченной гцк δ'-фазы со структурной формулой δ'-Ti₂C_{2x'}, где $x' > x$ 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 δ'- 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 δ'-фазы при составах δ'-Ti₂C_{0.98}, δ'-Ti₂C_{0.98}, δ'-Ti₂C_{0.76}, δ'-Ti₂C_{0.66}. 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 переходе беспорядок – порядок в ГЦК карбиде титана TiC_{0.60} при 900 К. На рис. 1 представлен график зависимости степени дальнего порядка от времени выдержки при температуре 900 К до 240 ч. Зависимость полуширины сверхструктуры (111) и размера антифазных доменов от времени выдержки при температуре 900 К представлена на рис. 2.

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

Показано, что степень дальнего порядка η при 900 К 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 насыщения (η = 0.65), которое значительно меньше, чем теоретически возможное максимальное значение (η_{макс.} = 0.80). Установлено, что в ходе упорядочения ГЦК карбида титана TiC_{0.60} при температуре 900 К 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 TiC_{0.60} значительно изменяется как степень дальнего порядка, так и размеры антифазных доменов, которые могут существенно повлиять на некоторые свойства материала, что следует учитывать эти эффекты при использовании материала в науке и технологии.

Section

Energy and materials science (Section 2)

Primary author: Dr PARPIYEV, Adxamjon (Institute of Nuclear Physics Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan)

Co-author: Mr KHIDIROV, Irsali (Institute of Nuclear Physics Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan)

Presenter: Dr PARPIYEV, Adxamjon (Institute of Nuclear Physics Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan)

Track Classification: The V International Scientific Forum “Nuclear Science and Technologies”: Energy and materials science (Section 2)