

ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ХАРАКТЕР РАЗРУШЕНИЯ СПЛАВА ГЕЙСЛЕРА Ni–Mn–In*

Ю.В. Калетина, А.Ю. Калетин, В.П. Пилюгин

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

Представлены результаты экспериментальных исследований особенностей структурообразования и свойств синтезированного сплава Гейслера нестехиометрического состава $\text{Ni}_{47}\text{Mn}_{42}\text{In}_{11}$ после деформации кручением под высоким давлением при криогенной температуре. Установлено, что после пластической деформации кручением под давлением при варьировании угла поворота наковальни от 0 до 5 оборотов при температуре жидкого азота происходит измельчение поликристаллической структуры сплава до ультрамелкодисперсного и нанокристаллического состояния. При такой деформации наблюдается повышение микротвердости по сравнению с исходным отожженным состоянием и подавляется мартенситное превращение.

Ключевые слова: фазовые превращения, мартенситное превращение, деформация, микротвердость, кручение под давлением.

Введение

Создание новых функциональных материалов является одним из приоритетных направлений развития науки и техники. Сплавы на основе системы Ni–Mn–In относятся к интеллектуальным материалам с многофункциональными свойствами, изменяющимися под воздействием температуры, магнитного поля или давления. Такие сплавы можно выделить в отдельную группу благодаря последовательности структурно-фазовых превращений [1–4] и потенциальному использованию в различных технологических устройствах. В них наблюдаются эффект памяти формы, магнетокалорический эффект, гигантские магнетодеформации и магнетосопротивления, а также другие интересные свойства [3, 5–8]. В последние годы большое внимание уделяется исследованию сплавов Гейслера Ni–Mn–In нестехиометрических составов, в которых реализуются управляемые магнитным полем эффекты памяти формы [2, 4]. Однако хрупкость крупнозернистых поликристаллических сплавов Гейслера исключает их широкое практическое использование. Одним из немногих эффективных способов достижения высокопрочного состояния является получение мелкозернистой структуры. Методы, основанные на воздействии интенсивных пластических деформаций (ИПД), позволяют измельчить структуру сплавов до субмикрокристаллического и нанокристаллического состояний. Обычно интенсивная пластическая деформация осуществляется под высоким давлением, при котором возможно достижение мегапластических степеней деформации без разрушения материала при сохранении цельности образцов для исследований.

Представляет интерес исследование влияния деформационных воздействий на структуру сплавов на основе Ni–Mn–In. В наших работах [9, 10] были представлены результаты влияния разных видов деформации при комнатной температуре на структуру и свойства тройного сплава $\text{Ni}_{47}\text{Mn}_{42}\text{In}_{11}$. Вместе с тем работ, касающихся воздействия интенсивной пластической деформации на структуру сплавов Гейслера Ni–Mn–In, немного [9–11]. Переход микрокристаллической структуры в аморфно-нанокристаллическое состояние при интенсивной пластической деформации может приводить к существенному изменению физических свойств [12]. Материалы после ИПД могут проявлять хорошую пластичность, высокую прочность, сверхпластичность при низких температурах, а также другие свойства [12–14]. В работе [9] исследовано влияние интенсивной пластической деформации кручением под высоким давлением при комнатной температуре на структуру и свойства сплава $\text{Ni}_{47}\text{Mn}_{42}\text{In}_{11}$. Было показано, что после интенсивной пластической деформации кручением под давлением 8 ГПа при комнатной температуре наблюдается переход структуры от микрокристаллической к нанокристаллической. При этом происходит повышение микротвердости и увеличение доли вязкой составляющей в изломе.

* Работа выполнена в рамках государственного задания МИНОБРНАУКИ России (темы «Структура» г.р. № АААА-А18-118020190116-6 и «Давление» г.р. № АААА-А18-118020190104-3) при частичной поддержке РФФИ (проект № 20-03-00056).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>