

05.1;05.3;12

Влияние обработки импульсами слабого магнитного поля на температуру хрупкопластичного перехода в цинке

© О.И. Дацко, В.И. Алексеенко

Донецкий физико-технический институт НАН Украины

Поступило в Редакцию 14 октября 1996 г.

В работе показано значительное снижение температуры хрупкопластичного перехода в цинке (по величине внутреннего трения и микротвердости) в результате магнитного воздействия.

Одним из центральных вопросов физики прочности и пластичности и физического металловедения является проблема снижения температуры хрупкопластичного перехода (T_p). Это достигается путем изменения структуры примесно-дефектных комплексов такими методами, как легирование, термообработка, гидростатическое давление. Представляет интерес использовать для этой цели обработку материала импульсами слабого магнитного поля. Возможность эффекта и постановка задачи вытекает из следующих положений.

Согласно существующим представлениям [1,2], дислокационная структура хрупких материалов при нагреве в районе T_p приобретает высокую подвижность. Полагают [3], что это явление связано с изменением характера взаимодействия дислокаций с примесными атомами, которые расположены на дислокациях и блокируют их движение. В связи с этим обращает на себя внимание возможность изменения структуры материала в результате его обработки. Считается [4], что при воздействии поля на материалы, находящиеся в неравновесном метастабильном состоянии и содержащие дефекты кристаллической структуры, в них происходят процессы разрушения имеющихся и формирования новых примесно-дефектных комплексов, которые обуславливают изменения физико-механических свойств материала. В [5] показано, что к числу таких примесно-дефектных комплексов относятся дислокации, взаимодействующие

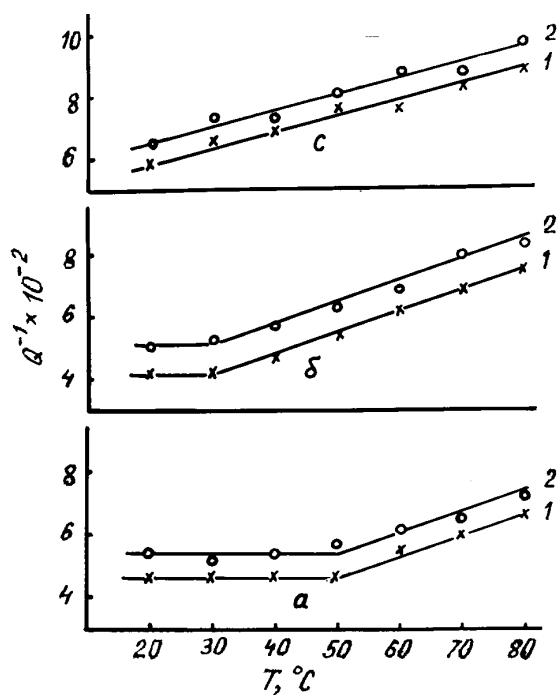


Рис. 1. Температурная зависимость низкочастотного внутреннего трения в хрупком поликристаллическом цинке при двух амплитудах деформации: 1 — 4×10^{-5} , 2 — 9.2×10^{-5} ; а — до воздействия магнитного поля, б — через 1 сутки после воздействий поля, с — через 5 суток после воздействия поля.

с примесными атомами. Эти представления позволяют ожидать, что обработка магнитным полем материалов, обладающих хрупко-пластичным переходом, может привести к изменению характера взаимодействия дислокаций с примесными атомами и это вызовет изменение T_p .

В работе использовались метод измерения амплитудно-зависимого внутреннего трения и микротвердости (H_v), поскольку, как следует из [6,7], в поликристаллическом цинке в районе T_p низкочастотное трение и H_v претерпевают изменения. Поэтому задача

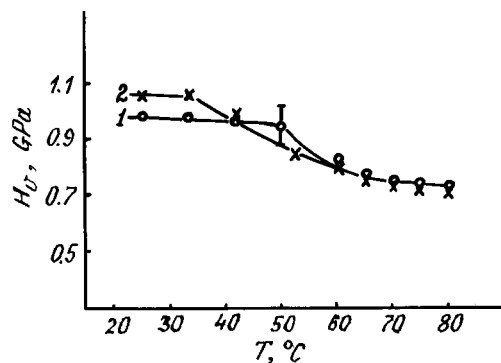


Рис. 2. Температурная зависимость микротвердости в хрупком поликристаллическом цинке: 1 — до воздействия поля, 2 — через 1 сутки после воздействия поля.

состояла в сравнении в цинке температурных зависимостей трения и H_v в интервале температур 20–80°C до и после обработки.

Образцы для исследований получались механической обработкой из литой чушки в виде прямоугольного параллелепипеда (3 × 3 × 60 мм). Они имели крупнозернистую структуру со средним размером зерна 200 мкм. Исследованию подвергались образцы как в исходном состоянии, так и отожженные при 200°C в течение 1.5 ч.

Измерения внутреннего трения проводились на установке типа обратный крутильный маятник (частота около 1 НГц) на двух различных амплитудах деформации: 4×10^{-5} и 9.2×10^{-5} , приводящих к отрыву дислокаций от узлов закрепления. Нагрев материала осуществлялся со скоростью 0.5 и 1 К/мин. Обработка полем проводилась на серийной установке ОИМП-101. Измерения микротвердости проводились на микротвердомере ПМТ-3, оборудованном специальным приспособлением для контактного нагрева исследуемого образца. Узлы установок внутреннего трения и ОИМП-101 были объединены таким образом, что нагрев, обработка полем и измерение внутреннего трения выполнялись без демонтажа образца.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что в материале, находящемся в исходном или отожженном состояниях, температурные зависимости внутреннего трения и H_v обнаруживают

перегиб в районе 50°C , соответствующий хрупкопластичному переходу (рис. 1, 2). Этот результат полностью согласуется с данными, приведенными в [6,7]. После обработки перегиб на температурных зависимостях внутреннего трения и H_v , как видно из рисунков, смещается в сторону более низких температур. С течением времени после магнитной обработки наблюдается дальнейшее смещение перегиба. Через 5 суток T_p стремится к комнатным температурам.

Таким образом, в результате обработки импульсным магнитным полем хрупкого поликристаллического цинка технической чистоты его T_p может быть уменьшена на десятки градусов.

Список литературы

- [1] Пресняков А.А. Хладноломкость. Алма-Ата: Наука, 1967. 204 с.
- [2] Барьяхтар В.Г., Галкин А.А. // ДАН СССР. 1976. Т. 227. № 5. С. 1075–1081.
- [3] Савицкий Е.Л., Поварова К.Б., Макаров П.В. Металловедение вольфрама. М.: Металлургия, 1978. Гл. 4.
- [4] Постников С.Н., Сидоров В.П., Иляжинский А.В. и др. Прикладные проблемы прочности и пластичности, статика и динамика деформируемых систем / Всесоюзн. межвуз. сб. Горьк. ун-та. 1980. С. 138–143.
- [5] Дацко О.И., Алексеенко В.И., Шахова А.Д. // ФТТ. 1996. Т. 38. № 6. С. 122–127.
- [6] Белошенко В.А., Дацко О.И., Примислер В.Б. и др. // Заводская лаборатория. 1986. Т. 52. № 2. С.74–76.
- [7] Белошенко В.А., Дацко О.И., Мелихова О.Х. и др. // УФЖ. 1983. Т. 28. № 1. С. 139–141.