

УДК 539.67

В.В. Поляков, А.В. Жданов

Влияние термомеханической обработки на релаксационные спектры пористого железа

Для выявления особенностей диссипации энергии упругих колебаний в композиционных материалах весьма эффективным является измерение величины внутреннего трения. В случае компактных металлов и их сплавов поведение внутреннего трения изучено достаточно полно. Однако для резко неоднородных материалов, примером которых являются пористые металлы, влияние параметров структуры и внешних условий на рассеяние энергии упругих колебаний имеет достаточно сложный и малоизученный характер. В связи с этим представляет существенный интерес изучение особенностей процессов рассеяния энергии механических колебаний в пористых металлах и выявление механизмов, обуславливающих диссипацию энергии в зависимости от состава, механической и термической обработок.

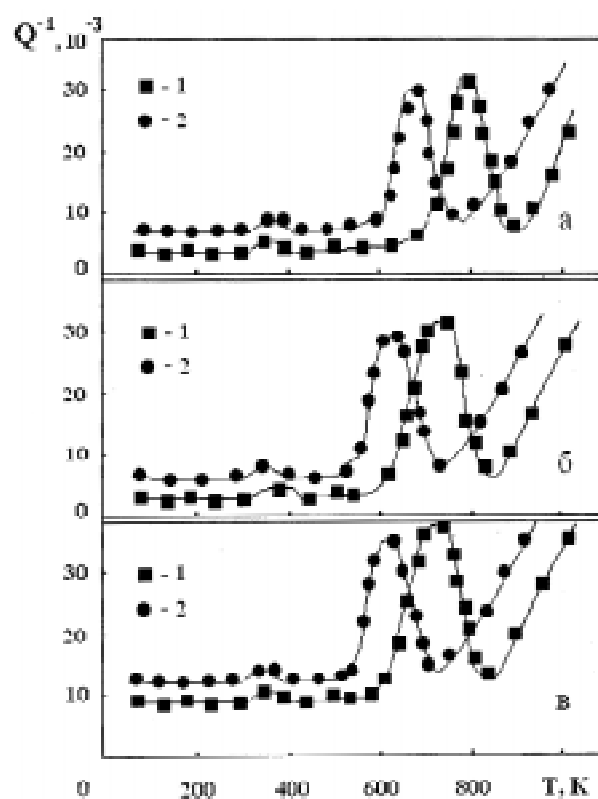
Измерения внутреннего трения проводились на установке, работавшей по принципу обращенного крутильного маятника и позволявшей регистрировать затухание свободных крутильных колебаний образца [1, 2]. Исследования проводились в амплитудонезависимой области при частоте $f = 20$ Гц. Интервал температур изменялся от 300 до 1000 К. Для уменьшения потерь в результате демпфирования воздухом и избежания окисления поверхности образцов экспериментальная установка помещалась в вакуумную камеру. Образцы для исследований изготавливались из железного порошка ПЖРВ2 путем прессования и последующего спекания в вакууме в течение полутора часов при температуре 1300 К согласно [3–4] и имели вид стержней размером 2x2x65 мм. Пористость образцов P , вводимая как объемная доля пустот, изменялась в интервале от 0 до 30%.

Изменение параметров структуры создавалось путем термической и механической обработок. Часть образцов подвергалась отжигу, проводившемуся в вакууме в течение 30 ч при $T = 1000$ К с последующим одновременным остыванием с печью. Такой режим термообработки приводил к увеличению размеров зерна примерно в 2 раза [4]. Отжиг вызывал уменьшение плотности тройных стыков в связи с ростом зерен и тем самым влиял на характеристики исследуемого зернограничного максимума [5]. Часть прошедших отжиг образцов подвергалась механическому наклепу, повышавшему общую дефектность материала.

Структурные параметры, характеризующие зерна, поры и границы раздела, определялись по металлографическим шлифам с помощью оптического микроскопа Neophot-32. Результаты измерений представлялись в виде зависимостей внутреннего трения Q^{-1} от температуры T при различных фиксированных пористостях. Типичный вид полученных зависимостей приведен на рисунке для пористости $P = 11\%$ и компактного ($P = 0$) армо-железа.

Как видно из рисунка, термообработка изменяет первоначальный вид кривой $Q^{-1}(T)$

Зернограничный максимум смещается в сторону меньших температур, что может быть объяснено ростом зерна. Наблюдается также уширение пика вследствие увеличения разброса в размерах зерен.



Влияние термомеханической обработки на релаксационные спектры в железе. а – исходное состояние; б – после отжига; в – после отжига и наклепа. 1– $P = 0$, 2– $P = 11\%$

Экспериментальные данные для отожженных образцов, подвергнутых наклепу, свидетельствуют о значительном росте фона внутреннего трения. Это связано с ростом общей дефектности структуры. При этом положение зернограничного максимума на оси температур остается неизменным.

Сопоставление кривых, описывающих компактные и пористые образцы, показывает, что термообработка заметно изменяет вид релаксационного спектра пористого металла по сравнению с ком-

пактным. Это обусловлено, по-видимому, существенно меньшим увеличением зерен в пористом материале из-за роли пор, сдерживающих рекристаллизацию [6].

Полученные данные свидетельствуют о существенной роли пористой структуры в процессах релаксации на различных границах раздела и позволяют выявить специфические механизмы диссипации энергии в материалах с резко неоднородным строением.

Литература

1. Постников В.С. Внутреннее трение в металлах. М., 1974.
2. Дударев Е.Ф., Поляков В.В., Алексеев А.Н. Влияние пористости на температурную зависимость внутреннего трения в железе // *Металлофизика и новейшие технологии*. 1995. Т. 17. №7.
3. Polyakov V.V., Egorov A.V., Svistun I.N. Investigation of plastic deformation and fracture of PM materials on the basis of acoustic emission method. // *Proc. of the Intern. conf. "Deformation and fracture in PM materials"*. Piestany, 1999. Vol. 1.
4. Поляков В.В., Сыров Г.В., Демьянов Б.Ф. Особенности пластической деформации пористых металлов // *Металловедение и термическая обработка металлов*. 1996. №1.
5. Рабухин В.Б. Роль тройных стыков границ в зернограничной неупругости // *ФММ*. 1983. Т. 55. Вып. 1.
6. Поляков В.В., Алексеев А.Н., Жданов А.В. Влияние пористой структуры на температурные релаксационные спектры в меди: Препринт №2 / АГУ. Барнаул, 1998.