

3. Лахтин Ю.М., Коган Я.Д. Структура и прочность азотированных сплавов. –М.: Металлургия. 1982, с.57.
4. Белкин П.Н., Пасинковский Е.А. // Электронная обработка материалов, №4. 1986. С.27-29.
5. Погребняк А.А. и др. // Металлофиз новейших технологий, 22, 10, 2000, С 18-24.
6. Тюменцев А.Н., Третьяк М.В., Коротаев А.Д. // ФММ, 2000, 90, №6, С 97-104.
7. Александров В.Н., Белкин П.Н., Пасинковский Е.А. и др. // Электронная обработка материалов, №2. 1982. С.17-18.
8. Белкин П.Н., Факторович А.А., Пасинковский Е.А. и др. // Авторское свидетельство СССР № 621799. –Бюллетень изобретений и открытий, 1978, № 32.
9. Боярская Ю.С., Грабко Д.З., Кац М.С. Физика процессов микронindentирования. – Кишинев: Штиинца, 1986, 286 с.
10. Milman Iu.V., Goncharuc V.A., Danilov V.A. // Ceramics, 1994, V.45. Polish Ceramic Bulletin. V.7. P.197-211.
11. Олих Я.М. // ФТТ, Т.40. №9. 1998. С. 1623-1626.
12. Kwang Yu. Kim, Wolfgang Sachse. // J. Appl. Phys., V.55.No.8. 1984. P.2847-2856.
13. Zhitaru R., Rahvalov V. // Proceedings of SPIE Sixth Symposium on Optoelectronics. 1999. V.4068. P.65-71.
14. Белкин П.Н., Бурбелко А.А., Пасинковский Е.А. и др. // Электронная обработка материалов, 1984. №2. С.68-70.
15. Zhitaru R., Rahvalov V. // Materials Science and Engineering, B98, 2003, P.94-98.
16. Житару Р.П., Дурум Т.С. // ФТТ, т.46, вып.2, 2004, С.266-270.
17. Паршутин В.В., Пышкин С.Л. // Защита металлов, Т. 30. №3. 1994. С. 276-281.
18. Перевезенцев В.Н., Щербань М.Ю., Власов В.П. // Физика прочности и пластичности металлов и сплавов: Тезисы докладов XII Всесоюзной конференции Куйбышев. 1989. С.263.

ДЕФЕКТЫ И МИКРОМЕХАНИЗМЫ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ АМОРФНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Емалетдинов А. К., Нуруллаев Р. Л.

*Уфимский государственный институт сервиса, г. Уфа, Россия,
emaletd@mail.ru*

Аморфные материалы обладают повышенными физико-механическими свойствами. При их деформации наблюдаются гигантские полосы с неравномерной величиной сдвига, не содержащие дислокаций, автоколебательность деформации, вязко-хрупкий переход и др. особенности. Экспериментальные данные показывают, что действуют четыре микромеханизма деформации, зависящие от приложенных напряжений и температуры: ползучесть точечных дефектов и свободного объема, кинетика дислокаций Сомилианы, зарождение критической микротрещины. Экспериментально построена диаграмма упругопластических свойств аморфных материалов в зависимости от напряжений и температуры.

Для описания дефектов аморфной структуры предложена модифицированная модель Френкеля - Конторовой с квазипериодическим потенциалом, описывающим аморфную структуру с ближним порядком. Солитонные решения соответствующего уравнения динамики будут описывать линейные дефекты (дислокации). Анализ решений динамического уравнения показал, что солитонных решений в квазипериодическом потенциале нет, т.е. стационарные стабильные дислокации в таких материалах не существуют. Возможны только движущиеся неустойчивые солитоноподобные дефекты

(квазидислокации), двигающиеся в виде периодических ансамблей. Вектор Бюргера таких квазидислокаций осциллирует в квазипериодическом атомном потенциале, поэтому их можно рассматривать как дислокации Соммианы. Вычисленные напряжения квазидислокаций являются короткодействующими, экспоненциально затухающими, в отличие от решеточных дислокаций.

Показано, что для описания диаграммы и особенностей деформации аморфных материалов необходимо применять принципы неравновесной термодинамики и синергетики. Записано общее выражение для производства энтропии при упругопластической деформации аморфных материалов с различными микромеханизмами, которые являются диссипативными процессами. Общее термодинамическое соотношение, позволяющее вычислить пластичность, температуру вязко-хрупкого перехода и т.п., показывает, что разрушение наступает, когда скорость производства энтропии, благодаря образованию критической микротрещины превысит скорость производства энтропии от других диссипативных деформационных процессов

$$P_l^T = dS_p^{(T)} / dt = \sigma_p^* \cdot \Delta \varepsilon_y^{(T)} / T \leq \sum \sigma_y \dot{\varepsilon}_y^{(l)} / T, (l = 1, 2, \dots).$$

Показано, что общий синергетический подход должен основываться на системе уравнений кинетики вакансий, свободного объема, дислокаций, микротрещин. Появление бифуркации решений кинетических уравнений при критических значениях параметров: напряжений, плотности дефектов, температуры будет определять пластичность материала, температуру вязко-хрупкого перехода T_C и другие свойства. Сформулирована полная система уравнений, включающая уравнение теплопроводности, деформации образца в машине, кинетики вакансий, свободного объема, квазидислокаций, микротрещин. Проведен анализ устойчивости решений системы стационарных уравнений и численное исследование двухпараметрической системы уравнений кинетики в пространстве напряжений и температуры. Построены фазовые траектории, бифуркационные и фазовые диаграммы типов решений в зависимости от температуры и напряжения и сопоставлены с экспериментальной диаграммой микромеханизмов.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСЛОКАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ И ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЛОКАЛЬНЫМ ИСТОЧНИКОМ ЭНЕРГИИ

Емалетдинов А. К., Хамидуллин И. Н.

*Уфимский государственный институт сервиса, г. Уфа, Россия,
emaletd@mail.ru*

В процессе изготовления и эксплуатации элементов микроэлектроники важную роль играют внутренние напряжения. В отличие от термомеханической обработки изделий машиностроения, в микроэлектронике применяют отжиг I-го рода, который происходит в микроскопических и микропленочных областях, в которых поля напряжений дислокаций существенно изменяются, благодаря микроскопическим размерам, дислокационным реакциям между собой и на граничных поверхностях, а также границам раздела. В результате термоциклического деформирования припой в последнем возникают усталостные трещины.