

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

PACS: 61.72.Ji, 61.72.Lk

В.В. Малашенко¹, Т.И. Малашенко³, А.А. Глазунов², М.А. Носов²

ОСОБЕННОСТИ ДИСЛОКАЦИОННОЙ ДИНАМИКИ ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ

¹Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина

²Донецкий национальный университет

³Донецкий национальный технический университет

Статья поступила в редакцию 9 декабря 2016 года

Исследовано движение дислокаций в твердых растворах под влиянием лазерных импульсов высокой мощности. Получено аналитическое выражение вклада растворенных атомов в величину деформирующих напряжений.

Ключевые слова: дислокации, прочность, пластичность, деформация, лазерное излучение

Применение лазеров привело к существенным изменениям многих технологических процессов, что является результатом уникальных свойств лазерного излучения [1]. Использование лазерных импульсов высокой мощности – один из эффективных методов ударно-волнового воздействия на материалы, в результате которого происходят весьма значительные изменения их механических свойств [2,3]. При таком воздействии дислокации совершают надбарьерное скольжение, их кинетическая энергия необратимым образом переходит в энергию дислокационных колебаний [4,5], а плотность подвижных дислокаций значительно возрастает. В результате взаимодействие дислокаций между собой становится доминирующим фактором влияния на формирование щели в спектре дислокационных колебаний, что приводит к существенному изменению динамического взаимодействия движущихся дислокаций с точечными дефектами и повышению прочности кристалла. При этом величина спектральной щели возрастает с повышением плотности дислокаций:

$$\Delta = \pi b \sqrt{\frac{\mu \rho}{6\pi(1-\nu)m}}, \quad (1)$$

где b – модуль вектора Бюргерса, μ – модуль сдвига, ρ – плотность подвижных дислокаций, ν – коэффициент Пуассона, m – масса единицы длины дислокации.

При воздействии лазерных импульсов высокой мощности на твердые растворы сила динамического торможения дислокаций возрастает с повышением концентрации растворенных атомов n_0 , а вклад данного механизма в величину деформирующих напряжений определяется выражением

$$\sigma = \frac{2(1-\nu)n_0\chi^2\mu\dot{\epsilon}}{\rho^2 b^3 c}, \quad (2)$$

где χ – размерный фактор, $\dot{\epsilon}$ – скорость пластической деформации.

Полученное выражение справедливо при высокой плотности дислокаций, удовлетворяющей условию

$$\rho > \frac{\chi}{b^2} \sqrt{n_0}. \quad (3)$$

Численные оценки показывают, что вклад данного механизма диссипации в упрочнение твердого раствора может достигать десятков процентов.

1. Ф.Х. Мирзоев, В.Я. Панченко, Л.А. Шелепин, УФН **166**, 3 (1996).
2. Г.И. Канель, В.Е. Форттов, С.В. Разоренов, УФН **177**, 809 (2007).
3. Y. Wang, Z.K. Liu, L.Q. Chen, L. Burakovsky, D.L. Preston, W. Luo, B. Johansson, R. Ahuja, Phys. Rev. **B71**, 054110 (2005).
4. В.В. Малащенко, ФТТ **58**, 1973 (2016).
5. В.В. Малащенко, Письма в ЖТФ **42**, № 20, 1 (2016).

V.V. Malashenko, T.I. Malashenko, A.A. Glazunov, M.A. Nosov

PECULIARITIES OF DISLOCATION DYNAMICS AT LASER INFLUENCE ON SOLID SOLUTIONS

The motion of dislocations in solid solutions under the influence of high-power laser pulses is studied. An analytical expression of the contribution of dissolved atoms to the stresses is obtained.

Keywords: dislocations, strength, plasticity, strain, laser radiation