

УДК 539.382

DOI: 10.17223/00213411/64/4/9

А.А. КЛОПОТОВ¹, А.И. ПОТЕКАЕВ², А.М. УСТИНОВ¹, Ю.Ф. ИВАНОВ³, Ю.А. АБЗАЕВ¹, В.В. КУЛАГИНА⁴**ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ДЕФОРМАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИЕЙ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ОДНООСНОМ РАСТЯЖЕНИИ АЛЮМИНИЯ ***

Исследована *in situ* взаимосвязь между характеристиками деформационного поведения и эволюцией в пространстве и во времени распределений деформационных полей при одноосном растяжении плоских образцов технически чистого алюминия марки А7. С помощью цифровой оптической системы VIC-3D выявлены особенности эволюции деформационных полей на поверхности образцов на макроскопическом масштабном уровне. Установлено, что на переходной стадии деформационной кривой на картинах распределений продольных деформаций ε_{yy} на фоне макрооднородной деформации на поверхности всей рабочей части образца наблюдается формирование хаотически расположенных очагов растяжения и сжатия. Наличие переходной стадии от упругой к пластической деформации свидетельствует о слабоустойчивом состоянии материала. При достижении напряжений выше предела упругости при переходе к стадии пластической деформации наблюдается слияние мелких очагов деформации в более крупные области на картинах распределений продольных относительных деформаций на поверхности образца. Переход от одной стадии к другой происходит через слабоустойчивое состояние системы и проявляется в изменении распределений деформационных полей на поверхности образца при растяжении.

Ключевые слова: алюминий, деформация, слабоустойчивые состояния, эволюция деформационных полей.

Введение

Пластическое течение в металлическом материале развивается по мере нагружения на всех масштабных уровнях, что находит отражение в функциональных зависимостях $\sigma = f(\varepsilon)$. На мезомасштабном уровне, например, возможно образование мезополос, генерированных в локальных местах поликристаллических материалов концентраторами напряжений на границах зерен. Естественно, что важную роль в процессе деформации играют поля внутренних напряжений. Следует отметить, что мезоскопические внутренние напряжения локализованы в объемах протяженностью от единиц до сотен микрометров, т.е. мезонапряжения действуют в поликристаллах в объемах одного или части зерна, или нескольких зерен [1]. Современными методами исследований мезонапряжения в процессе деформации материалов надежно обнаруживаются и фиксируются при помощи стереоскопической измерительной системы VIC-3D [2–4]. Этот подход является продуктивным при изучении эволюции в пространстве и во времени *in situ* деформационных полей на поверхности сплавов при их нагружении выше предела упругости.

Функциональная зависимость $\sigma = f(\varepsilon)$ для металлов и однофазных сплавов с ГЦК-решеткой при низких и умеренных температурах на основе феноменологических представлений объясняется балансом процессов накопления дислокаций при их взаимодействии с дислокационным «лесом» и их аннигиляции путем поперечного скольжения [5]. Все эти особенности проявляются в зависимости от соотношения между прочностью и пластичностью материала на мезо- и макроуровнях в металлах и однофазных сплавах с ГЦК-решеткой.

Удобным объектом для получения экспериментальных данных о переходе от упругой стадии к пластической с целью выяснений особенностей образования и перестройки дефектов и их самоорганизации при деформации является алюминий, обладающий высокой пластичностью. На деформационных кривых $\sigma = f(\varepsilon)$ можно выделить [6] несколько стадий. При этом переходная стадия от упругой к пластической деформации свидетельствует о слабоустойчивом состоянии материала [7–18]. Переход от одной стадии к другой отражает слабоустойчивое состояние системы и проявляется в изменении распределений деформационных полей на поверхности образца при растяжении.

Цель данной работы – изучить взаимосвязь между характеристиками деформационного поведения и эволюцией в пространстве и во времени на макроуровне распределений деформационных полей на поверхности образцов технически чистого алюминия марки А7 при одноосном растяжении.

* Работа выполнена при частичной поддержке госзадания Министерства науки и высшего образования РФ (номер проекта 19-79-10059).

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>