

УДК 669.539.381.296

DOI: 10.17223/00213411/64/3/13

*Л.Б. ЗУЕВ, С.В. КОЛОСОВ***ПРИРОДА УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ИНВАРИАНТА ДЕФОРМАЦИИ ***

Рассмотрена природа упругопластического инварианта деформации. Показано, что абсолютные значения инварианта, получаемые в эксперименте, распределены по нормальному закону. Рассмотрен вклад масштабного и скоростного факторов в величину инварианта. Установлена независимость величины инварианта от температуры.

Ключевые слова: деформация, пластичность, кристаллическая решетка, механические свойства.

Введение

В наших работах [1, 2] получены экспериментальные данные, согласно которым пластическая деформация твердых тел всегда развивается локализованно, а картины локализации на всех этапах пластического течения связаны с действующим законом деформационного упрочнения. Особенно эффективно локализация пластической деформации проявляется на макроскопическом масштабном уровне, принимая форму автоволновых процессов разных типов. В отличие от обычных волн, например ультразвуковых, удовлетворяющих гиперболическим дифференциальным уравнениям в частных производных $\ddot{\xi} = c^2 \xi''$, автоволны являются решениями параболических дифференциальных уравнений типа $\dot{\xi} = \varphi(x) + D\xi''$ [3]. Здесь ξ и x – переменные, c – скорость, D – транспортный коэффициент, $\varphi(x)$ – нелинейная функция. Возможность существования автоволновых процессов пластического течения обсуждалась в [4] в рамках градиентной теории пластичности.

Экспериментально автоволны локализации пластического течения были обнаружены при использовании специально модифицированной для этих целей методики спекл-фотографии, родственной голографии сфокусированных изображений и позволяющей экспериментально определять поле векторов смещения в деформируемом образце и рассчитывать все компоненты тензора пластической дисторсии. В ходе экспериментов удалось установить, что в процессе пластического течения деформируемое тело самопроизвольно расслаивается на чередующиеся деформирующиеся и недеформирующиеся в данный момент объемы. Границы между объемами могут быть подвижными; если их движение происходит синхронно, то очаги локализации в образце перемещаются, образуя эволюционирующую волновую картину локализованной деформации с характерным масштабом макроскопической неоднородности $\sim 10^{-2}$ м. Формы такого распределения очагов деформации (паттерн локализованной пластичности) соответствуют стадиям деформационного упрочнения, как показано на рис. 1. В соответствии с представлениями Хакена [5], такое расслоение рассматривается как самоорганизация деформируемой системы.

Закономерности макроскопической локализации пластического течения

Количественные характеристики автоволн локализованной пластической деформации – длина λ и скорость ее распространения V_{aw} – определялись путем построения $X-t$ -диаграмм (X – координата очага пластичности в образце, t – время) [1] для стадий линейного деформационного упрочнения металлов, легкого скольжения в монокристаллах металлов, при сжатии щелочно-галоидных монокристаллов и образцов из горных пород, а также деформации фазового превращения в монокристалле NiTi. Сравнительная оценка полученных таким образом количественных характеристик автоволн локализованного пластического течения для большого круга исследованных материалов с разными свойствами привела к следующим результатам.

В качестве обобщенной характеристики пластичности удобно применять произведение λV_{aw} . Как выяснилось, для восемнадцати исследованных металлов, изучаемых на стадии линейного деформационного упрочнения, эти величины отличаются друг от друга незначительно, а среднее

* Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2021-0011.

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>