ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
Т. 63, № 6 ФИЗИКА 2020

УДК 539.213:669.017 DOI: 10.17223/00213411/63/6/37

В.И. ДАНИЛОВ, В.В. ГОРБАТЕНКО, Л.В. ДАНИЛОВА

АВТОВОЛНЫ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В МАТЕРИАЛАХ С ДИСЛОКАЦИОННЫМ И МАРТЕНСИТНЫМ МЕХАНИЗМАМИ ПЛАСТИЧНОСТИ *

Проведены исследования кинетики деформационных процессов на площадках текучести в материалах с дислокационным и мартенситным механизмами реализации сдвиговых процессов на микроскопическом уровне. В обоих случаях происходит формирование и распространение автоволн переключения, которые представлены фронтами локализованной пластической деформации. Скорости автоволн зависят от скорости нагружения нелинейно. Установлено, что природа этой нелинейности одинакова для обоих исследованных материалов.

Ключевые слова: *полосы Чернова – Людерса, полосы мартенситного превращения, автоволны переключения локализованной пластичности, нелинейная скоростная зависимость.*

Введение

Развитие концепции деформации твердых тел как многоуровневого самоорганизованного процесса закономерно привело к созданию автоволновой теории пластического течения [1]. В ее рамках деформация есть эволюция автоволновых мод локализации пластичности. Автоволны деформации как пространственно-временные периодические структуры давно известны на микроскопическом и мезоскопическом уровнях. Так для микроскопического (дислокационного) уровня была представлена эволюция дислокационных субструктур от хаотически распределенных индивидуальных дислокаций до строго структурно организованных ячеистых и полосовых структур [2–6]. Формированию самоорганизованных структур на мезоскопическом уровне посвящены работы [7–9]. Авторы указанных работ рассматривали паттерны локализованной пластичности твердых тел на соответствующих масштабных уровнях, хотя автоволнами их не называли.

Впервые понятие автоволн локализованной деформации было использовано для описания деформирования твердых тел на макроскопическом уровне [10]. На базе таких исследований к настоящему времени выявлены автоволновые моды, которые могут наблюдаться при пластической деформации, и установлена однозначная связь между стадиями деформационного упрочнения и соответствующими модами в виде правила соответствия [1], как это показано в таблице.

Правило соответствия

Закон упрочнения	Площадка текучести, $\sigma = \text{const}$	Линейное упрочнение, $\sigma \sim \varepsilon$	Параболическое упрочнение, $\sigma \sim \varepsilon^{0.5}$	Предразрушение, $\sigma \sim \varepsilon^{n}$, $n < 0.5$	Скачкообразная деформация
Автоволновая мода	Автоволна переключения	Фазовая автоволна	Стационарная диссипативная структура	Коллапс автоволны	Автоволна возбуждения

В последующих исследованиях наибольшее внимание уделялось фазовым автоволнам локализованной пластической деформации. К настоящему времени для них получены экспериментальные зависимости скорости распространения автоволн от коэффициента деформационного упрочнения материала [11], длины автоволн от параметров микроструктуры металла и геометрических размеров образцов [12]. На базе этих данных установлен закон дисперсии автоволн и проанализирован характер изменения энтропии [13] при пластическом течении, а также введен упругопластический инвариант, отражающий связь решеточных и автоволновых параметров материала [14].

Однако ограничивать исследования автоволновой природы деформации только фазовыми автоволнами, существующими на стадиях линейного деформационного упрочнения, неоправданно. Эти стадии реализуются на деформационных кривых сравнительно редко и характерны для материалов с определенным типом эволюции дислокационных субструктур [4] в достаточно узких

* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, проект III.23.1.2.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725