

УДК 669.539.381.296

DOI: 10.17223/00213411/63/6/50

*Л.Б. ЗУЕВ, С.А. БАРАННИКОВА, С.В. КОЛОСОВ***АВТОВОЛНОВАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ МЕТАЛЛОВ И ИХ ПОЛОЖЕНИЕ
В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ЭЛЕМЕНТОВ ***

Описаны общие закономерности развития локализованного пластического течения на стадии линейного деформационного упрочнения девятнадцати различных металлов. Установлены корреляции между положением металлов в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева и параметрами автоволнового процесса локализованного пластического течения в них и обсуждена их природа. Обнаруженные корреляции указывают на существование взаимосвязи между локализованным пластическим течением деформируемой среды, ее решеточными характеристиками и электронным строением элементов.

Ключевые слова: деформация, пластичность, упругость, дефекты, локализация, упрочнение, автоволны, электронная структура.

Введение

Макроскопические закономерности автоволнового развития локализованного пластического течения исследованы в последнее время достаточно подробно [1]. Многочисленные экспериментальные данные доказывают, что пластическое течение протекает макроскопически локализованным образом на всем протяжении деформационного процесса. В его ходе формируются специфические для каждой стадии деформационного упрочнения пространственно-временные картины локализации – паттерны локализованного пластического течения. Тип паттерна отражает неоднородные распределения пластически деформированных и недеформированных объемов материала и определяется действующим на данной стадии законом деформационного упрочнения. Так, например, на стадии линейного деформационного упрочнения любого материала возникают фазовые автоволны локализованного пластического течения, характеризующиеся длиной $\lambda \approx 10^{-2}$ м и скоростью распространения $10^{-5} \leq V_{aw} \leq 10^{-4}$ м/с.

Общая деформация аддитивно включает в себя упругую и пластическую компоненты, так что $\varepsilon_{tot} = \varepsilon_{el} + \varepsilon_{pl}$. Эволюция общей деформации и ее компонент определяется сложным процессом, включающим сдвиговую релаксацию имеющихся концентраторов напряжений, рождение новых за счет торможения дислокационных сдвигов на препятствиях, и соответствующим перераспределением упругого поля. Последний процесс контролируется решеточными характеристиками материала, в частности, межплоскостным расстоянием χ в деформируемом материале и скоростью распространения поперечных ультразвуковых волн в нем V_t . Эти величины связаны между собой соотношением $V_t/\lambda_{el} = V_t/2\chi = \omega_D$, где $\lambda_{el} = 2\chi$ – минимальная длина поперечной упругой волны в среде, а ω_D – дебаевская частота [2].

Кинетику одновременно идущих процессов перераспределения пластических и упругих компонент общего поля деформаций удобно характеризовать произведениями λV_{aw} (параметр пластичности) и χV_t (параметр упругости) с одинаковой размерностью ($\text{м}^2/\text{с}$ – кинематическая вязкость или коэффициент диффузии). Названные параметры включают в себя характерные масштабы (λ и χ) и соответствующие им скорости (V_{aw} и V_t). Для фазовых автоволн локализованной пластичности на стадиях линейного деформационного упрочнения параметры упругости и пластичности подчиняются соотношению [1]

$$\frac{\lambda V_{aw}}{\chi V_t} = \hat{Z} \approx \frac{1}{2}. \quad (1)$$

* 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>