ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
Т. 64, № 3 ФИЗИКА 2021

УДК 539.213:669.017 DOI: 10.17223/00213411/64/3/27

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

ОСОБЕННОСТИ АВТОВОЛН ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ЛОКАЛИЗОВАННОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ В ГЦК-СПЛАВЕ *

Проведены исследования кинетики деформационных процессов на площадке текучести в алюминиевом сплаве АМг5. Установлено, что в общем случае движение границ полос Людерса происходит дискретно и только в фазе разгрузки образца. Непрерывное движение деформационных фронтов возможно, если скорость восстановления действующих напряжений за счет испытательной машины больше или равна скорости их спада, контролируемого внутренними процессами на более низком структурно-масштабном уровне. Дискретное движение границ полос Людерса в сплаве АМг5 дает основание полагать, что они не являются в чистом виде автоволнами переключения.

Ключевые слова: *полосы Людерса, прерывистая текучесть, деформационные фронты, автоволны переключения, автоволны возбуждения.*

Введение

Пластическая деформация является нестационарным и неравновесным процессом, который характеризуется пространственно-временной неоднородностью и локализацией на всех масштабных уровнях. Понимание этого факта привело к рождению автоволновой концепции пластического течения, для которой существенно правило соответствия закона деформационного упрочнения и трансформации паттерна локализации деформации [1]. В соответствии с этим правилом участкам кривой нагружения, где коэффициент упрочнения равен нулю, соответствует паттерн в виде автоволны переключения локализованной пластичности [2, 3]. Данная автоволна представляет собой одиночный деформационный фронт, который однократно заметает рабочее поле объекта [4].

В работах [5–7] описаны деформационные фронты, которые формируются на площадках текучести в малоуглеродистых сталях. Эти фронты являются границами расширяющихся полос Людерса. Деформационная активность здесь пространственно локализована на фронте, который разделяет два состояния материала: упруго напряженное и релаксированное пластическими сдвигами. Проходящие по объекту однократно фронты полос Людерса могут быть интерпретированы как автоволны переключения [4].

Автоволновые представления были применены для описания кинетики фронтов Людерса в поликристаллических малоуглеродистых сталях (дислокационные сдвиги) [8], в никелиде титана (переход ОЦК → моноклинная $B19'$) [9] и в трип-стали ВНС9-ш (переход ГЦК → ОЦК) [10]. Несмотря на различие в составах, кристаллических структурах и механизмах реализации пластических процессов на микроскопическом уровне, во всех случаях кинетика процесса была одинаковой. Фронты двигались непрерывно с постоянными скоростями, причем можно было наблюдать несколько фронтов одновременно. В этом случае их движение было взаимно согласованным, т.е. сумма модулей скоростей фронтов оставалась неизменной независимо от их количества. Эта сумма нелинейно росла с увеличением скорости деформирования. Как следствие всех этих обстоятельств, на деформационной кривой наблюдались гладкие площадки, часто с зубом текучести.

Долгое время считалось, что формирование полос Людерса является особенностью деформационного поведения только ОЦК-структур. Однако позднее было установлено, что ГЦК-алюминиевые сплавы, содержащие магний и марганец на уровне 1–5 мас. %, также демонстрируют деформацию Людерса, предшествующую прерывистой текучести (эффект Портевена – Ле Шателье). Впервые это описано в работе [11] на примере деформирования сплава AA5182. Позднее данный эффект был подтвержден на сплавах AA5754 [12], 5456 [13] и на отечественном сплаве АМг6 [14]. Следует отметить, что в этих материалах скачкообразная деформация реализуется и на площадке текучести, поэтому есть основания предполагать, что кинетика автоволн переключения здесь будет отличаться от описанной ранее для сталей и никелида титана.

* 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