

УДК 669.539.381.296

DOI: 10.17223/00213411/64/8/38

М.В. НАДЕЖКИН, С.А. БАРАННИКОВА

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАГРУЖЕНИЯ НА КИНЕТИКУ ПОЛОС ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В НИКЕЛЕ *

Рассмотрены особенности макроскопической локализации пластической деформации в образцах технического никеля НП2 (чистотой 99.5 мас. %). Одноосное растяжение плоских образцов производилось при комнатной температуре со скоростями нагружения 0.05, 0.2 и 0.8 мм/мин. Диаграммы растяжения демонстрируют прерывистую текучесть от предела текучести до формирования шейки. Методом корреляции цифровых спекл-изображений выявлены особенности движения полос локализованной пластической деформации в условиях эффекта Портевена – Ле Шателье. Исследовано влияние скорости нагружения на скорости распространения полос локализованной деформации в процессе растяжения. Установлена обратно пропорциональная зависимость скорости распространения полос локализованной деформации от общей деформации.

Ключевые слова: скачкообразная деформация, прерывистая текучесть, эффект Портевена – Ле Шателье, локализация, пластичность.

Введение

Пластическая деформация металлов и сплавов происходит неоднородно и неравномерно на разных масштабных уровнях [1–3]. Прерывистая текучесть вызывает интерес как пример сложной пространственно-временной динамики, возникающей вследствие коллективного поведения дефектов [4–8]. Вместе с тем, неустойчивое течение является технологически важной проблемой, поскольку связанная с пластической неустойчивостью локализация деформации в полосах ухудшает механические свойства конструкционного материала и может вызвать его преждевременную коррозию и внезапное разрушение. Большинство моделей, объясняющих эффект Портевена – Ле Шателье (ПЛШ), основаны на предположении, что прерывистая деформация есть результат динамического деформационного старения дислокаций, обусловленного взаимодействием между подвижными дислокациями и диффундирующими атомами примеси [5–7]. Кроме типичных механизмов, базирующихся на взаимодействии дислокаций и примесных атомов, существует много других интерпретаций эффекта ПЛШ, основанных на различных подходах [8]. В [9] наблюдали и исследовали эффект ПЛШ и полособразование при одноосном растяжении титановых сплавов Ti – 12% Mo и Ti – 15% Mo в температурном интервале 25–350 °C со скоростью деформации 0.001 с⁻¹. Установлено, что амплитуда скачков напряжения положительно коррелирует с температурой и отрицательно коррелирует с деформацией и содержанием молибдена, в то время как количество скачков напряжения демонстрирует противоположную тенденцию. Эффект ПЛШ в сплавах Al–Mg с различным содержанием Mg (2.3, 4.57 и 6.91 мас. %) при разных скоростях деформации при комнатной температуре изучали в [10]. Исследование динамики деформационных полос *in situ* методом 3D-DIC со скоростью 25 кадр/с показало, что увеличение концентрации Mg приводит к уменьшению пространственной корреляции распространяющихся полос. Кроме того, амплитуда скачков напряжения линейно растет с максимальной деформацией в полосе ПЛШ.

Природа пространственно-временных картин деформационных полос выяснена не до конца. С позиции нелинейной динамики важно понимать механизм спонтанного формирования пространственно-временных (диссипативных) структур макролокализованной пластической деформации в условиях нагружения. Большинство работ по исследованию явления прерывистой текучести выполнено при нагружении сплавов на основе Al и Mg [11–15], тем не менее литературные данные указывают на проявление прерывистой текучести в технически чистом никеле и сплавах на его основе [16–18]. Так, в [17] установлена обратная зависимость температуры появления скачков на кривой растяжения от скорости деформации в сплавах Ni (> 55 мас. % Ni). В [18] показано, что для полос типа A характерно непрерывное движение от захвата испытательной машины по

* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, проект 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>