

ФОРМИРОВАНИЕ НЕРЕГУЛЯРНОГО ПАТТЕРНА ЛОКАЛИЗОВАННОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ НА СТАДИИ ПЕРЕХОДА ОТ ЛИНЕЙНОГО К СТАДИИ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ*

Ю.А. Хон

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия

При переходе от стадии линейного к стадии параболического упрочнения экспериментально наблюдается формирование нерегулярного паттерна. Рассмотрены причины и условия формирования такого паттерна. Деформируемая среда рассматривается как нелинейная система с непрерывно меняющейся структурой на двух пространственных и временных масштабах. Кинетика структурной релаксации деформируемой среды описывается системой двух нелинейных уравнений параболического типа для динамических параметров порядка. На основе анализа решений кинетических уравнений показано, что решениями уравнений на промежуточной стадии являются статические автосолитоны.

Ключевые слова: пластическая деформация, стадийность деформации, промежуточные стадии, паттерн, неустойчивость, автосолитоны.

Введение

Стадийность и локализация пластического течения являются характерной особенностью необратимого изменения формы твердых тел. Картины распределения локализованной макродеформации (паттерны локализованной пластичности) для каждой стадии к настоящему времени определены и являются информативными признаками многостадийного процесса пластического течения и характеризуют отдельные его стадии. Детальные исследования паттернов локализованной пластичности на различных стадиях деформационного упрочнения при постоянной скорости деформирования показали следующее [1–3]. На стадии линейного упрочнения наблюдается система бегущих с одинаковой скоростью полос. На стадии параболического упрочнения пластическое течение локализовано в неподвижных полосах. Пластическое течение на промежуточной стадии сопровождается возникновением неупорядоченных (хаотических) короткоживущих распределений необратимых смещений. Как обычно, при пластической деформации каждая полоса макродеформации состоит из чередующихся областей с высокой плотностью носителей деформации (следов скольжения) и областей, которые деформируются упруго. Установлено, что дислокационные ансамбли, характерные для стадии параболического упрочнения, начинают формироваться в конце предыдущей стадии [4]. По мере увеличения степени деформации образца объемная доля таких ансамблей возрастает, а доля прежних уменьшается, а затем исчезает полностью.

Ответа на вопрос о механизме и динамике формирования нерегулярного паттерна на промежуточной стадии к настоящему времени не получено. Решение динамических уравнений для ансамблей дислокаций, осуществляющих пластические сдвиги в следах скольжения, представляет практически безнадежную задачу. Дело даже не только в большом числе переменных ($\sim 10^8$ – 10^{10} при плотности дислокаций $\sim 10^{10}$ – 10^{12} см⁻²), но и в нелинейности среды и далекодействующем характере взаимодействия. Из-за накопления случайных отклонений через конечное время цепочка причинно-следственных связей разрывается и прогноз поведения носителей деформации и их пространственного распределения на больших временах становится невозможным. То же самое касается и динамики следов скольжения. Требуются подходы, учитывающие коллективные деформационные процессы на больших пространственно-временных масштабах. Такой подход к описанию паттернов макроскопической пластической деформации, характерных для стадий легкого скольжения, линейного и параболического упрочнения, был предложен в работах [5, 6]. Цель настоящей работы состоит в выяснении причин и механизма образования нерегулярного паттерна на стадии перехода от линейного к параболическому упрочнению.

* 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>