

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

УДК 539.372:669:531:51-72

DOI: 10.17223/00213411/62/12/74

Ю.В. СОЛОВЬЕВА¹, Л.А. ВАЛУЙСКАЯ², Я.Д. ЛИПАТНИКОВА¹, В.А. СТАРЕНЧЕНКО¹**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ
И ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ КАНАЛЬНО-УГЛОВОМ
ПРЕССОВАНИИ**

Моделируется явление макроскопической локализации пластической деформации и трещинообразования металлических сплавов в условиях динамического канально-углового прессования. Проведен численный эксперимент в рамках трехмерной модели пластической деформации, основанной на синтезе математических моделей дислокационной кинетики и механики деформируемого твердого тела. Изучено влияние различных сценариев упрочнения элемента деформируемой среды и геометрии каналов прессования на процесс формирования полос локализации деформации и трещинообразования при динамическом канально-угловом прессовании. Показано, что важными факторами образования полос макролокализации пластической деформации и трещинообразования являются условие немонотонности деформационного упрочнения элемента деформируемой среды и величина угла сопряжения каналов.

Ключевые слова: математическое моделирование, локализация пластической деформации, трещинообразование, динамическое канально-угловое прессование.

Введение

Технологии получения объемных наноструктурированных металлических материалов методами интенсивной пластической деформации при динамическом канально-угловом прессовании привлекают внимание исследователей как в аспекте прикладных применений, так и развития теории и моделирования процессов пластической деформации. Динамическое канально-угловое прессование представляет собой высокоскоростной вариант равноканального углового прессования [1–4]. При динамическом канально-угловом прессовании наряду с требуемым измельчением микроструктуры наблюдаются эффекты локализации деформации: появляются полосы локализованного сдвига и трещины вдоль них. При низких температурах происходит растрескивание материала и разрушение образца. Для устранения таких нежелательных эффектов необходимо повышать температуру испытания.

Технологическое развитие данного метода, поиск наиболее оптимальных вариантов эксперимента, учитывающих форму, размер, угол сопряжения каналов, трение, противодействие и другие параметры, является необходимым условием получения улучшенных свойств материалов. Однако отработка методик методом проб и ошибок в натурном эксперименте является трудоемким и экономически затратным процессом. Моделирование и численный эксперимент позволяет наметить наиболее оптимальные пути создания технологий получения наноструктурированных материалов вследствие возможности проведения модельного эксперимента с широким спектром технологических параметров. Разработка теоретических основ процессов, которые лежат в основе обработки материалов методом динамического канально-углового прессования, поможет создать прогностический базис и заранее спланировать эксперимент и методику обработки материалов, облегчит подбор материалов, позволит исследователям прогнозировать свойства материалов заранее, избегать нежелательных последствий обработки, подбирать оптимальные режимы обработки. Построение моделей и методов расчета процессов интенсивной пластической деформации и возможного разрушения при динамическом канальном прессовании с целью получения в материале ультрамелкозернистой структуры является актуальной задачей физики прочности и пластичности.

В настоящее время методы описания напряженно-деформированного состояния сплавов при интенсивной пластической деформации активно разрабатываются и совершенствуются. Пути решения проблемы теоретического описания пластического течения в условиях канально-углового прессования предлагаются и развиваются в работах [5–9]. Основой численного моделирования, которое реализуется в настоящей работе, является объединение двух подходов и методов моделирования: механики деформируемых сред [10, 11] и физической теории пластичности [12, 13]. Для

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>