

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

УДК 539.372:669:531:51-72

DOI: 10.17223/00213411/64/3/3

Я.Д. ЛИПАТНИКОВА¹, Л.А. ВАЛУЙСКАЯ², Ю.В. СОЛОВЬЕВА¹, Д.Н. ЧЕРЕПАНОВ¹,
М.В. ЗГОЛИЧ¹, Н.Н. БЕЛОВ^{1,3}, В.А. СТАРЕНЧЕНКО¹

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ СЛОИСТЫХ
МЕТАЛЛ-ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ
КАНАЛЬНО-УГЛОВЫМ ПРЕССОВАНИИ***

Методом математического моделирования изучены процессы локализации пластической деформации слоистых композитов типа металл-интерметаллид при динамическом канально-угловом прессовании. Проведено сравнение картин деформации однофазных интерметаллических образцов и образцов слоистых композитов с разным расположением слоев относительно оси сжатия. Получены расчетные деформационные кривые. Трехмерное моделирование проводилось на основе подхода, сочетающего методы описания пластического течения посредством кинетики накопления деформационных дефектов и механики сплошной среды. Численное решение уравнений модели выполнялось методом конечных элементов.

Ключевые слова: интерметаллиды, металлы, слоистые композиты, динамическое канально-угловое прессование, математическое моделирование.

Введение

Как известно, интерметаллиды, являясь основой многих конструкционных материалов, обладают не только повышенной твердостью в сравнении с чистыми металлами и твердыми металлическими растворами, но и значительной хрупкостью. Чтобы снизить хрупкость этих материалов, в интерметаллидную матрицу добавляют пластифицирующую фазу. В качестве таких фаз часто используют включения чистых металлов, являющихся одним из компонентов интерметаллида. Композиционные материалы типа металл-интерметаллид технологически удобно формировать в слоистой форме [1–3]. Включение металлических слоев в интерметаллидную матрицу не только увеличивает трещиностойкость, но и в некоторых случаях подавляет такое нежелательное с точки зрения устойчивости к деформированию явление, как образование полос интенсивного сдвигообразования. Примерами интерметаллидов, у которых наблюдалось формирование полос интенсивного сдвигообразования или полос суперлокализации пластической деформации при высоких температурах, являются монокристаллы сплавов со сверхструктурой $L1_2$ (Ni_3Ge , Ni_3Al) [4, 5]. Практическое использование этого типа интерметаллидов обусловлено температурной аномалией их механических свойств: при высоких температурах интерметаллиды со сверхструктурой $L1_2$ становятся тверже, увеличивается предел текучести [6]. Благодаря этому они широко применимы в качестве конструкционных материалов, используемых в высокотемпературных условиях эксплуатации, например, в авиации и ракетной технике.

В работе [7] проведено теоретическое исследование трещинообразования и суперлокализации пластической деформации в однофазных образцах сплава со сверхструктурой $L1_2$ в условиях канально-углового прессования. При испытании образцов в таком режиме формирование трещин и полос суперлокализации пластической деформации протекает более интенсивно, чем при одноосном сжатии. В условиях, благоприятных для формирования полос суперлокализации пластической деформации, обусловленных как геометрическими, так и физическими факторами деформирования, при прохождении однофазного интерметаллидного образца через канал на его поверхности образовывались зубцы-ступени, образец приобретал форму, отличную от формы канала. Подобные картины деформации металлических образцов наблюдались и в натурных экспериментах [8].

Цель данной работы – исследование влияния включения металлических слоев в интерметаллидную матрицу на трещиностойкость и однородность пластического течения образцов слоистого композита при высокотемпературном канально-угловым прессовании. В этих условиях испытаний

* Исследование деформации слоистых композитов выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 17-72-10042), исследование деформации однофазного образца – при финансировании в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FEMN-2020-0004).

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>