

УДК 669.539.381.296

DOI: 10.17223/00213411/63/5/19

С.А. БАРАННИКОВА, Ю.В. ЛИ

КИНЕТИКА РАЗВИТИЯ ФРОНТОВ ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА МЕТАЛЛОВ *

Рассмотрены закономерности неоднородного развития пластической деформации на фронте полосы Людерса в биметалле «углеродистая сталь – аустенитная сталь». Установлено, что в основном слое низкоуглеродистой стали биметалла распределения локальных деформаций на площадке текучести представляли собой две зоны, аналогичные полосам Чернова – Людерса. В плакирующем слое аустенитной стали в биметалле распределения локальных деформаций на площадке текучести представляли собой два фронта, аналогичные полосам Портевена – Ле Шателье. Предложен механизм зарождения полос локализованной деформации в рамках модели расклинивания твердого тела.

Ключевые слова: пластичность, деформация, локализация, биметалл, полоса Людерса.

Введение

Макроскопические неоднородность и неустойчивость пластического течения проявляются на масштабах порядка размера образца как взаимосогласованные изменения зависимости напряжения от деформации $\sigma(\epsilon)$ и картин локализованной деформации [1]. Как было показано в [2–4], локализация пластической деформации при растяжении металлических сплавов реализуется в виде полос Чернова – Людерса (ПЧЛ) на площадке текучести, или в эффектах Портевена – Ле Шателье (ПЛШ) на стадиях прерывистой текучести [5]. Основные результаты наблюдений кинетики развития фронтов ПЧЛ и ПЛШ указывают как на сходство, так и на различие этих явлений [4]. Говоря о сходстве, следует прежде всего отметить, что фронты ПЧЛ и полосы при эффекте ПЛШ представляют собой макроскопические проявления локализации пластической деформации в виде узких движущихся зон, в которых сосредоточено пластическое течение. Сходна кинетика возникновения полос: в обоих случаях зародыши локализованной пластичности возникают на боковой поверхности рабочей части образцов, после чего прорастают через все сечение. Существенные различия обсуждаемых процессов прослеживаются на стадии развитой локализованной деформации, связанной с ПЧЛ и эффектом ПЛШ [4]. Дальнейшим развитием этих исследований является изучение совместного поведения фронтов ПЧЛ и ПЛШ при растяжении биметалла «углеродистая сталь – аустенитная сталь». Известные модели физики прочности и механики разрушения, используемые для описания деформации и разрушения монолитного материала и отдельных составляющих слоистых материалов [6], не позволяют оценивать локализацию пластической деформации и разрушения в зоне соединения слоев. Цель настоящей работы – анализ макроскопической локализации пластической деформации при одноосном растяжении биметалла «углеродистая сталь – аустенитная сталь» [7].

1. Локализация пластической деформации биметалла на площадке текучести

В качестве материала для исследований использовался плакированный металл «углеродистая сталь (ОЦК) – аустенитная сталь (ГЦК)» в состоянии поставки [7]. Основным слоем толщиной ~ 6.7 мм является низкоуглеродистая сталь Ст. 3сп. Толщина верхнего и нижнего плакирующих слоев аустенитной стали 12X18H9T составила ~ 0.75 мм. Лист был произведен горячей прокаткой из трехслойной заготовки, полученной путем заливки жидкого металла (сталь Ст. 3сп) между двумя установленными в изложницу плакирующими листами из стали 12X18H9T. Температура прокатки 1200–1400 °С. Такой лист можно рассматривать как модельный материал для исследования зарождения и распространения деформации на интерфейсе ОЦК- и ГЦК-металлов. Предварительно подготовленные образцы в форме двойной лопатки с размерами рабочей части 42×8×2 мм растягивались при 300 К со скоростью $6.67 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ на испытательной машине LFM-125.

Деформационные кривые $\sigma(\epsilon)$ биметаллических образцов включают области упругих, пластических деформаций и разрушения. Кривая течения биметалла в области пластических дефор-

* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, проект III.23.1.2.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>