

The impact of peak shock stress on the microstructure and shear behavior of 1018 steel

Lisa M. Dougherty^{*}, Ellen K. Cerreta, Erik A. Pfeif, Carl P. Trujillo, George T. Gray III

Los Alamos National Laboratory, Material Science and Technology, Los Alamos, NM 87545, USA

Received 8 May 2007; received in revised form 25 July 2007; accepted 26 July 2007

Available online 20 September 2007

Abstract

As-received and shock-prestrained 1018 steel specimens were subjected to forced shear experiments in a split-Hopkinson pressure bar (SHPB) at room temperature and a strain rate of 3800 s^{-1} to determine the influence of shock-prestraining on the shear behavior of ferrite. Shock-loading was performed below (12.5 GPa) and above (14 GPa) the pressure-induced epsilon phase transition occurring at 13 GPa. Using electron microscopy and electron backscatter diffraction, twinning and microbanding were observed only in the shock-prestrained specimens. Quasi-static compression tests showed an increase in yield and compressive strengths with increased peak shock stress. SHPB tests produced shear localization in all specimens, with shear banding occurring only in the shock-prestrained specimens. Transmission electron microscopy revealed that, at the shear band edge, elongated cells dominate the microstructure, with more shock-induced twins remaining intact in the 12.5 GPa specimen than in the 14 GPa specimen. Published by Elsevier Ltd on behalf of Acta Materialia Inc.

Keywords: Electron backscattering diffraction (EBSD); Transmission electron microscopy (TEM); Ferritic steels; Shear bands; Impact behavior

1. Introduction

Shear localization is a mode of stress accommodation, exhibited by metals of various crystal structures and stacking fault energies, in which plastic flow is confined to zones of intense shear surrounded by regions of lower, more homogeneous plastic deformation. At sufficient levels of strain and localization, the original microstructure is destroyed within these intense shear zones, at which point they are referred to as adiabatic shear bands, a term originating from research by Zener and Holloman [1]. Originally, such bands were observed in rolled metals and alloys, where they formed at a 35° angle to the rolling direction about an axis parallel to the transverse direction [2,3]. Since then, adiabatic shear bands have been studied in a variety of metallic systems subjected to other loading

configurations such as compression [4], torsion [5–8], explosive shock [9–12] and radial collapse of a cylinder [13].

A number of studies have been performed to understand the formation and microstructural evolution of adiabatic shear bands in metals. Upon the application of a high-rate shear stress to 4340 steel, dynamic recovery was found to initiate in localized regions of high strain and high temperature, leading to the formation of shear bands consisting of elongated subgrains and equiaxed cells [14]. At higher strains, very fine grains have been shown to form along the core of shear bands in AISI 304L stainless steel [15] and α -titanium [16]. The similarities in the microstructures observed in these materials, despite their different crystal structures, indicate that microstructural development within shear bands does not significantly depend upon crystal structure.

Shock-loading (i.e. applying a surface stress to a metal that is much higher than its yield strength such that a shock front passes through the bulk) causes the generation and storage of large numbers of defects such as twins, dislocations and stacking faults in the microstructure. When a

^{*} Corresponding author. Tel.: +1 505 667 2670; fax: +1 505 667 8021.
E-mail address: lmdough@lanl.gov (L.M. Dougherty).



مرکز خدمات حرفه ای ترجمه و نگارش محتوای ترجمه بازار

نام مشتری

عنوان فایل ترجمه

تأثیر مقدار بیشینه (پیک) تنش ایجادشده توسط شوک بر ریزساختار و رفتار برشی فولاد 1018

کیفیت خدمات درخواستی

ترجمه تخصصی نقره ای

کد مترجم

268

زمان تحویل

1393/02/03 (تحویل نیمه فوری)



1- مقدمه

موضعی شدن برش یک حالت تنشی است که در فلزاتی دیده می‌شود که در فلزاتی با ساختارهای کریستالی انرژی‌های نقص چینش مختلف مشاهده می‌شود و در آن جریان پلاستیک به مناطقی محدود می‌شود که دارای تنش برشی بیشتری هستند و با مناطقی که دارای تغییرشکل پلاستیک کمتر و یکنواخت تر هستند احاطه شده‌اند. در مقدار کافی از کرنش و موضعی شدن، ساختار اصلی در این مناطق تحت تنش برشی شدید تخریب می‌شود که به این نقاط باندهای برشی آدیباتیک گفته می‌شود؛ مرجع این عبارت مربوط به کار تحقیقاتی است که در این زمینه توسط محققینی به نام‌های زرن و هولمن صورت گرفته است. این باندهای برش در ابتدا در فلزات و آلیاژهای نوردشده مشاهده شدند که در این حالت در زاویه 35 درجه نسبت به جهت نورد و حول محوری موازی با جهت مقطع عرضی مشاهده می‌شوند. از آن پس، باندهای برشی آدیباتیک در سیستم‌های فلزی مختلفی که تحت سایر چیدمان‌های باردهی نظیر باردهی فشاری، پیچشی، شوک ناشی از مواد منفجره و فشار شعاعی یک سیلندر قرار داشتند، مورد آزمون قرار گرفتند. مطالعات زیادی به منظور درک نحوه تغییرشکل و تغییرات ساختاری باندهای برشی آدیباتیک در فلزات انجام شده‌اند. پس از اعمال تنش برشی با نرخ بالا بر روی فولاد 4340، بازیابی دینامیکی در مناطق موضعی با کرنش بالا و دمای بالا آغاز می‌شود و در نهایت منجر به تشکیل باندهای برشی متشکل از زیردانه‌ها (دانه‌های فرعی) طویل و سلول‌های هم‌محور می‌شود. در مقادیر کرنش بالا، دانه‌های بسیار ریز در حول هسته باندهای برشی در فولاد ضدزنگ 304L و تیتانیوم α مشاهده شده‌اند. شباهت‌های مشاهده شده در این فلزات علی‌الرغم ساختار کریستالی متفاوت آن‌ها، نشان‌دهنده این است که تغییرات ریزساختار در درون باندهای برشی وابستگی قابل توجهی به نوع ساختار کریستالی ندارد.

بارگذاری شوکی (به عبارت دیگر، اعمال یک تنش سطحی بسیار بالاتر از استحکام تسلیم به یک فلز، به‌گونه‌ای که سبب عبور یک جبهه تنشی ناشی از شوک از درون ماده شود.) سبب ایجاد و ذخیره شدن تعداد زیادی از عیوب نظیر دوقلوبی‌ها، نابجائی‌ها و نقص‌های چینش در ریزساختار فلزات می‌شود.