

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
Перспективные материалы
с иерархической структурой
для новых технологий
и надежных конструкций
21 - 25 сентября 2015 г.
Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

1. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой

мезополос достигается предельный вариант неравновесной нанокристаллической структуры - нанокристаллы размерами несколько нанометров с высокой плотностью большеугловых границ и упругой кривизной кристаллической решетки сотни град/мкм. При этом твердость материала ($H_{\text{нано}} \approx E/16$) мало отличается от нижней границы его теоретической (предельной) твердости.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ И МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТЫХ СПЛАВОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НАНОСЕКУНДНОГО РЕЛЯТИВИСТСКОГО СИЛЬНОТОЧНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА

*Дударев Е.Ф.¹, Марков А.Б.², Кашин О.А.³,
Бакач Г.П.¹, Табаченко А.Н.¹, Жоровков М.Ф.¹*

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия.

²Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск, Россия.

³Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия
dudarev@spt.tsu.ru, almar@lve.hcei.tsc.ru, okashin@ispms.tsc.ru

Согласно существующим моделям, процесс разрушения металлических материалов при ударно-волновом нагружении описывается как зарождение, рост и коалесценция микропор и микротрещин, приводящие к образованию магистральной трещины. Местами зарождения микропор обычно являются границы зерен и двойников, скопления дислокаций и частиц вторых фаз. В связи с этим есть основания предполагать, что субмикронный размер зерен и высоконеравновесное состояние их границ в ультрамелкозернистых сплавах могут оказать существенное влияние на развитие деформационных процессов и характеристики откольного разрушения при ударно-волновом нагружении. Перспективным источником ударных волн для исследований деформационных процессов и откольных явлений являются мощные ($10^{10} - 10^{11}$ Вт/см²) наносекундные релятивистские сильноточные электронные пучки, применение которых позволяет исследовать процессы высокоскоростной деформации и откольные явления в массивных металлических образцах, а также закономерности и механизмы разрушения в наносекундном диапазоне воздействия напряжения.

В настоящей работе для формирования ударной волны с амплитудой, обеспечивающей откольное разрушение массивных мишеней из ультрамелкозернистых сплавов на основе титана, никеля, меди и алюминия при скорости деформации до 10^6 с⁻¹, использовали ускоритель электронов СИНУС – 7 с плотностью мощности на облучаемой мишени до $5 \cdot 10^{10}$ Вт/см². Ультрамелкозернистая структура с субмикронным размером элементов зеренно-субзеренной структуры была сформирована при авс – прессовании. Установлено, что у всех сплавов при переходе от

1. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой

крупнозернистой к ультрамелкозернистой структуре предел текучести при деформации растяжением при комнатной температуре со скоростью 10^{-3} с^{-1} увеличивается в 1,5 – 3 раза. В то же время напряжения разрушения, рассчитанное по диаграмме нагружения с учетом истинного сечения образца в зоне разрушения, при переходе от крупнозернистой к ультрамелкозернистой структуре увеличивается в меньшей степени. При этом не только по деформационному, но и по структурному признаку, разрушение при обоих зеренных структурах вязкое с вязким ямочным отрывом.

При крупнозернистой и ультрамелкозернистой структурах при облучении электронным пучком поверхность разрушения фасетирована, то есть состоит из гребней и впадин; на гребнях разрушения наблюдаются поры. Откольному разрушению предшествует образование пор и микротрещин между порами. При этом, как и при квазистатическом растяжении, механизм разрушения на микромасштабном уровне вязкий с вязким ямочным отрывом.

При исходной крупнозернистой структуре у откольной трещины обнаружена фрагментация зеренной структуры до субмикронных размеров, в то же время при исходной ультрамелкозернистой структуре существенных изменений в зеренной структуре не обнаружено. То есть при обеих исходных зеренных структурах откольное разрушение происходит в зоне с ультрамелкозернистой структурой и откольная прочность определяются параметрами зеренно-субзеренной структуры, сформированной в месте будущего откола при распространении от тыльной поверхности мишени волны растяжения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта №15-08-04118-а.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ НАПЛАВКИ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА МАРТЕНСИТНО-СТАРЕЮЩЕЙ СТАЛИ

Дураков В.Г.¹, Дампилов Б.В.^{1,2}, Мельников А.Г.²

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия
electron@ispms.tsc.ru, dampilov@ispms.tsc.ru, melnikov_ag@mail.ru

Мартенситно-стареющие стали, обладающие высокими прочностными и пластическими свойствами, хорошей тепло и хладостойкостью, достаточно высоким сопротивлением хрупкому разрушению и размерной стабильностью при термической обработке, являются перспективным материалом в области аддитивных технологий. Имея относительно невысокую твердость после наплавки (закалка из расплава) в диапазоне 30- 50 HRC они могут быть подвергнуты механической обработке. Старение мартенситно-стареющих сталей при относительно невысоких температурах 500 – 600°C приводит упрочнению