

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**

19 - 23 сентября 2016 г.

Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

3. Неустойчивость и локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

образце, напряжения, соответствующие точке максимума на немонотонной кривой упрочнения, будут раньше достигнуты в области концентратора напряжений, что вызовет деформации, снижающие сопротивление деформированию материала. Дальнейшее увеличение деформации будет происходить только в этой области, что приведет к появлению полосы суперлокализации. В условиях монотонно возрастающего упрочнения элементарного объема подобный сценарий развития деформации невозможен.

Если образец подвергнуть растяжению в условиях немонотонного упрочнения элемента деформационной среды, то так же, как и при сжатии, процесс будет происходить вначале, сопровождаясь увеличением деформирующего напряжения σ при увеличении деформации ε . Однако в отличие от сжатия, напряжения не смогут достигнуть значения, соответствующего максимуму на кривой упрочнения, так как растяжение образца сопровождается уменьшением его сечения. Уменьшение сечения приводит к геометрическому разупрочнению вследствие возрастания эффективного деформирующего напряжения, что приводит к формированию локальной области локализации деформации в виде «шейки».

Таким образом, образование полосы суперлокализации пластической деформации возможно только в условиях сжатия образца при немонотонном характере деформационного и термического упрочнения элементарного объема среды. При растяжении образца геометрические факторы, приводящие к разупрочнению и образованию «шейки», опережают образование полосы суперлокализации пластической деформации, как результат немонотонного упрочнения элементарного объема среды и наличия концентраторов напряжений в деформируемом объеме.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 16-32-00139 мол_а.

УДАРНО-ВОЛНОВЫЕ И ОТКОЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОМ И КРУПНОЗЕРНИСТОМ ($\alpha+\beta$) – СПЛАВЕ Ti-Al-V ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НАНОСЕКУНДНОГО РЕЛЯТИВИСТСКОГО СИЛЬНОТОЧНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА

Дударев Е.Ф.¹ Марков А.Б.², Бакач Г.П.¹, Белов Н.Н.¹, Малеткина Т.Ю.^{1,3},
Табаченко А.Н.¹, Скосырский А.Б.¹, Хабибуллин М.В.¹, Яковлев Е.В.²

¹НИ Томский государственный университет, Томск, Россия,

²Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск, Россия

³Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск, Россия

dudarev@spti.tsu.ru, t.maletkina@yandex.ru

В результате формирования в металлических материалах объемной ультрамелкозернистой структуры посредством интенсивной пластической деформации удалось существенно повысить их прочность при квазистатическом нагружении. В связи с этим в последнее время начались исследования, направленные на выяснение влияния изменения зеренной структуры с крупнозернистой на ультрамелкозернистую на прочность и пластичность при динамическом нагружении. Однако круг исследованных при этом металлов и сплавов пока небольшой.

В настоящей работе выполнено экспериментально-теоретическое исследование ударно-волновых и откольных явлений в ультрамелкозернистом и крупнозернистом ($\alpha+\beta$) – сплаве Ti-6,2 % Al-4,0 % V (% вес.) при воздействии наносекундного релятивистского сильноточного электронного пучка на ускорителе «СИНУС-7» (энергия электронов 1, 4 МэВ, длительность импульса 50 нс, плотность мощности $2,3 \cdot 10^{10}$ Вт/см²). В качестве мишеней для облучения использовали диски толщиной от 1 до 5 мм с изотропной крупнозернистой структурой со средним размером зерен 600 мкм

3. Неустойчивость и локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

при пластинчатой форме α и β -фаз и с изотропной ультрамелкозернистой структурой со средним размером зерен 0,7 мкм при глобулярной форме β -фазы. При обеих структурах объемная доля β -фазы одинаковая и составляет $\sim 9\%$. Проведенные оценки действующего напряжения растяжения в зоне разрушения с использованием нагрузки в момент разрушения и поперечного сечения образца в месте разрушения показали, что в результате формирования ультрамелкозернистой структуры прочность на разрушение при растяжении со скоростью 10^{-3} с^{-1} увеличилась в 2 раза (с 880 до 1700 МПа). При этом механизм разрушения изменился с вязко-хрупкого на вязкий с небольшой глубиной ямок отрыва.

Теоретическое моделирование воздействия наносекундного релятивистского сильнофокусированного электронного пучка на $(\alpha+\beta)$ – сплав Ti проведено в осесимметричной постановке в рамках оригинальной физико-математической модели. Показано, что в результате воздействия электронного пучка происходит плавление, испарение и разлет вещества с ускорением. При этом возникает зона высокого давления и формируется ударная волна с амплитудой сжатия 23,5 ГПа. Рассчитаны динамика полей массовой скорости, температуры и давления, а также взаимодействие волны разгрузки и отраженной от тыльной поверхности волны разряжения. Определенная на основании этих расчетов зависимость толщины отколотого слоя от толщины мишени соответствует экспериментально полученным значениям толщины отколотого слоя.

Экспериментально установлено, что при ультрамелкозернистой и крупнозернистой структурах поверхность откольного разрушения волнообразная. Причем, как и принято в использованной модели откольного разрушения, возникновению микротрещин и распространению макротрещины предшествует образование пор. При обеих зеренных структурах увеличение скорости деформации с 10^{-3} до 10^5 с^{-1} не изменило механизм разрушения: при крупнозернистой структуре он остался вязко-хрупким, а при ультрамелкозернистой структуре – вязким с вязким ямочным отрывом и большим количеством пор. Фазовый состав в зоне откола не изменился и остался неизменным размер материнских зерен, сформированных в β -фазном состоянии.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ №15-08-04118.

О ВОЗМОЖНОСТИ МАРТЕНСИТНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В НИКЕЛИДЕ ТИТАНА ЧЕРЕЗ ПРОМЕЖУТОЧНУЮ ФАЗУ С ГЦК-РЕШЕТКОЙ

Квеглис Л.И.¹, Носков Ф.М.¹, Нявро А.В.², Черепанов В.Н.²

¹Политехнический институт Сибирского федерального университета,
Красноярск, Россия

²НИ Томский государственный университет, Томск, Россия
kveglis@list.ru, nevr@phys.tsu.ru vnch@phys.tsu.ru

Структурные превращения в сплавах на основе никелида титана интенсивно исследуются многими авторами. Однако полученные в них результаты не всегда согласуются между собой. Многочисленные концепции, основанные на представлениях о двумерных сдвигах в атомных сетках при фазовых превращениях, сталкиваются со значительными трудностями. Происходящие при мартенситных переходах процессы, на практике, оказываются более сложными, чем это представлено в существующих ориентационных схемах мартенситных превращений и требует привлечения других концепций (например, предмартенситных состояний, кластерных моделей структурообразования или других).

Одним из активно развивающихся подходов является метод кластерного моделирования трехмерных структур. Суть метода заключается в том, что