

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
9 - 13 октября 2017 года
Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Томск – 2017

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ И СТРУКТУРНО–МАСШТАБНЫЕ УРОВНИ
ОТКОЛЬНОГО РАЗРУШЕНИЯ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОГО
СПЛАВА Ti–Al–V–Mo ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НАНОСЕКУНДНОГО
РЕЛЯТИВИСТСКОГО СИЛЬНОТОЧНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА**

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

¹НИ Томский государственный университет, Томск, Россия

²Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск, Россия

³Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск, Россия
dudarev@spti.ru, t.maletkina@yandex.ru

Довольно широкий класс изделий ответственного назначения из титановых сплавов эксплуатируется в экстремальных условиях, когда имеет место интенсивное импульсное ударно–волновое нагружение и вследствие этого происходит откольное разрушение. Однако пока экспериментальным и теоретическим исследованиям деформационного поведения и откольного разрушения ультрамелкозернистых металлов и сплавов не уделялось должного внимания, особенно при использовании такого нетрадиционного источника ударных волн как импульсные электронные пучки. С учетом этого в настоящей работе была поставлена задача выяснить закономерности и механизмы разрушения на разных структурно–масштабных уровнях ультрамелкозернистого гетерофазного сплава Ti – 4%Al – 1%V – 3%Mo при однократном воздействии наносекундного релятивистского сильноточного электронного пучка на ускорителе «СИНУС 7». Энергия электронов 1,4 МэВ, длительность импульса 50 нс, средняя плотность мощности электронов $1,65 \cdot 10^{10}$ Вт/см². Мишени для облучения толщиной от 1 до 5 мм имели ультрамелкозернистую структуру с пластинчато-глобулярной формой β - фазы при среднем размере зерен 0,7 мкм и отсутствии кристаллографической текстуры.

Для гетерофазного сплава Ti–Al–V–Mo в осесимметричной постановке по уточненной математической модели получены данные об ударно-волновых процессах и откольном разрушении при воздействии электронного пучка с указанными выше параметрами, а также о температурном поле, полях массовой скорости и давления, о зарождении и динамике ударной волны и волны растяжения, откольном разрушении и о зависимости толщины отколотого слоя от толщины мишени. Показано, что в конце завершения облучения у лицевой поверхности возникает зона с напряжением сжатия 18,5 ГПа и затем формируется ударная волна с амплитудой 13 ГПа. В процессе распространения ударной волны ее амплитуда уменьшается и на расстоянии 4 мм от лицевой поверхности она становится равной 4 ГПа. Вследствие этого амплитуда формирующейся у тыльной поверхности волны растяжения тем больше, чем меньше толщина мишени. При этом зависимость рассчитанной толщины

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

отколотого слоя от толщины мишени близка к линейной и соответствует экспериментальным данным.

Экспериментально установлено, что при ультрамелкозернистой структуре возникновению магистральной трещины предшествует образование пор и под разными углами к тыльной поверхности мишени микротрещин. Вследствие этого поверхности скола являются негладкими. Длина микротрещин и расстояние между ними меньше, чем при крупнозернистой структуре, и формируются две макротрещины. По структурному признаку разрушение вязкое ямочное с небольшим количеством фасеток квазискола. При крупнозернистой структуре размер ямок отрыва примерно в два раза больше, чем при ультрамелкозернистой структуре, и в зоне откола перед разрушением сформировалась ультрамелкозернистая структура с пластинчато-глобулярной формой β -фазы. Выявлены общие закономерности и адекватность модели откольного разрушения ($\alpha+\beta$) – сплава Ti–Al–V–Mo экспериментальным данным.

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

РАЗРАБОТКА ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СООТНОШЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ ПРИ НЕУПРУГОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ МЕТАЛЛОВ

¹Костина А.А., ¹Плехов О.А., ²Venkantraman B.

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт механики сплошных сред

Уральского отделения Российской академии наук, Россия

²Центр атомных исследований им. Индиры Ганди, Индия
kostina@icmm.ru

В процессе неупругого деформирования металлов часть механической энергии, затрачиваемой на формоизменение образца, превращается в тепловую энергию, обусловленную движением и аннигиляцией дефектов, а оставшаяся доля накапливается в упругих полях дефектов. Адекватное описание процессов неупругого деформирования и разрушения металлов должно включать в себя рассмотрение термодинамики этих процессов, а также учет многомасштабного взаимодействия процессов пластичности и накопления микроповреждений при различных условиях нагружения.

Данная работа посвящена разработке определяющих соотношений, описывающих баланс энергии в пластически деформируемых металлах. Для описания эволюции системы дефектов использовалась разработанная ранее статистико-термодинамическая модель, основанная на обобщении статистики Больцмана-Гиббса [1]. Учет коллективного поведения ансамблей мезодефектов в рамках разработанной модели осуществляется с помощью тензора плотности дефектов, который определяется усреднением по статистическому ансамблю микросдвигов и совпадает по смыслу с деформацией, обусловленной дефектами. Введение такого параметра позволяет разделить неупругую деформацию на