

КОЛЛЕКТИВНЫЕ СВОЙСТВА АНСАМБЛЕЙ ДЕФЕКТОВ И НЕКОТОРЫЕ АВТОМОДЕЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ СРЕД В УДАРНЫХ ВОЛНАХ

Наймарк О.Б.

*ИМСС УрО РАН, Пермь
naimark@icmm.ru*

Деформирование и разрушение конденсированных сред (твердых и жидких) при ударно-волновых нагружениях в диапазоне умеренных давлений до 100 ГПа обнаруживает ряд автомодельных закономерностей, которые могут быть объяснены коллективными свойствами типичных мезоскопических дефектов (дислокационных скоплений, микротрещин, микросдвигов). Плотность данных дефектов в процессах интенсивного деформирования достигает значений 10^{12} – 10^{14} см⁻³, но каждый из этих мезоскопических дефектов представляет собой дислокационный ансамбль и обладает свойствами этого ансамбля. Статистическое описание поведения ансамбля мезоскопических дефектов проведено на основе решения уравнения Фоккера–Планка для функции распределения дефектов в фазовом пространстве состояний микроскопического тензорного параметра порядка, характеризующего дефекты указанного типа, что позволило получить уравнения движения для макроскопического тензора плотности дефектов и предложить феноменологию Гинзбурга–Ландау со специфической нелинейностью в зависимости от исходной структурной гетерогенности (размера зерна). Исследование свойств уравнения движения обнаружило автомодельные решения, определяющих три типа коллективных мод в зависимости от структурного параметра скейлинга (отношение характерного размера зерна к расстоянию между дефектами), с которыми связаны процессы локализации разрушения (режимы с обострением), локализации пластической деформации (автосолиitonная мода ориентационного перехода в ансамбле дефектов) и специфика субмикроструктурного состояния.

Использование данных уравнений для описания ударно-волнового деформирования и разрушения материалов позволило предложить объяснение следующих эффектов:

- конечного интервала предела упругости Гюгонио существованием конечной ширины области метастабильности ориентационного перехода в ансамбле дефектов;
- автомодельной структуры пластического фронта (данные Barker-Grady) аномалией времен релаксации при подчинении релаксационной динамики на фронте волны конечно-амплитудной автосолиitonной моде локализованной пластичности;
- неустойчивостей на фронте пластической волны как следствие возбуждения спектра автосолиitonных мод;

- эффекта «волн разрушения» как следствие резонансного возбуждения конечно-амплитудной моды локализованного сдвигового разрушения в волне сжатия.

Представлены экспериментальные данные и результаты моделирования, подтверждающие роль указанных автомодельных режимов в формировании фронта ударных волн и разрушения при интенсивных нагрузках [1–3].

1. Наймарк О.Б. // Письма в ЖЭТФ. 1998. Т.67. №9. С.751.
2. Naimark O.B., Davydova M.M., Plekhov O.A. // Proc. NATO Workshop «Probamat–21 Century» / Ed. Frantziskonis G. Kluwer, 1998. P.127–142.
3. Naimark O.B. // Proc. EUROMAT–2000. Advances in Mechanical Behavior. Plasticity and Damage / Eds. Miannay D., Costa P., Francois D., Pineau A. Elsevier, 2000. V.1. P.15–28.