DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-036

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТНОЙ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ НА ЛОКАЛИЗАЦИЮ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЕ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

[1]Соковиков М.А., [1,2]Симонов М.Ю., [1]Оборин В.А., [1]Чудинов В.В.,
[1]Уваров С.В., [1]Наймарк О.Б.
[1]Институт механики сплошных сред УрО РАН, Пермь
[2]Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь

Целью данной работы является теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение существенной роли структурных переходов в ансамблях микродефектов как одного из механизмов локализации пластической деформации при различных видах динамического нагружения [1].

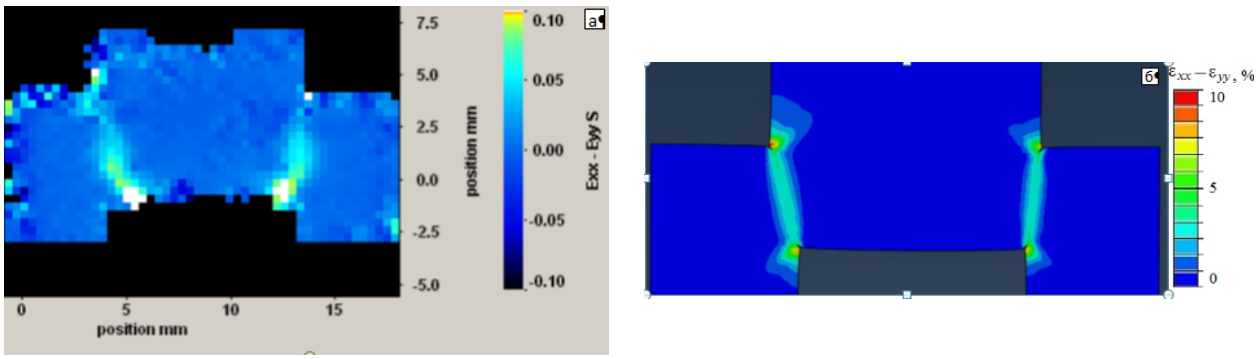
Для сравнения были проведены исследования локализации пластической деформации при статическом нагружении.

Эксперименты по динамическому нагружению образцов проводились на стержне Гопкинсона - Кольского и при пробивании преград. Термодинамика процесса деформирования с целью идентификации характерных стадий локализации деформации исследовалась «in-situ» регистрацией температурных полей с использованием высокоскоростной инфракрасной камеры CEDIP Silver 450M [2].

Измеренная температура в зоне локализации не подтверждает традиционные представления о механизме локализации деформации, обусловленном термопластической неустойчивость.

С применением системы StrainMaster построены поля перемещений и деформаций в П-образных образцах из сплавов АМг6, Д16 и Сталь 3, испытанных при статическом деформировании и динамическом нагружении на стержне Гопкинсона-Кольского. Сравнение экспериментально полученных полей температур при динамическом нагружении и деформаций при статическом и динамическом нагружении с результатами проведенного численного моделирования дает удовлетворительное соответствие с точностью ~20% (рис. 1) [3].

Структурный анализ, проведенный с помощью оптического интерферометра-профилометра и сканирующего электронного микроскопа. показал коррелированное поведение ансамбля дефектов, которое может быть классифицировано, как структурный переход, обеспечивающий локализацию деформации при динамическом нагружении.



а б

Рис. 1. Распределение абсолютной величины $\varepsilon_{xx} - \varepsilon_{yy}$ в конечный момент времени при динамическом нагружении на стержне Гопкинсона- Кольского образца специальной формы из сплава АМг6, эксперимент (а), численное моделирование (б)

Характер разрушения образцов при статическом и динамическом нагружениях связан с реализацией различных сценариев поведения дефектных подсистем.

Данные экспериментальных исследований, изучение структуры деформированных образцов, а также результаты численного моделирования [3-7], проведенного с учетом

особенностей кинетики накопления микродефектов в материале позволяют предполагать, что один из механизмов локализации пластической деформации при динамическом нагружении для исследованных материалов при реализованных условиях нагружения обусловлен скачкообразными процессами в дефектной структуре материалов.

Теоретические исследования осуществлялись в рамках госзадания ПФИЦ УрО РАН (тема №АААА-А19-119013090021-5). Экспериментальные исследования и численное моделирование осуществлялись при частичной поддержки гранта РФФИ 19-48-590009 р_а.

1. Наймарк О.Б. Коллективные свойства ансамблей дефектов и некоторые нелинейные проблемы пластичности и разрушения // Физическая мезомеханика. 2003. Т. 6**, №** 4. С.45-72.
2. Соковиков М.А., Билалов Д.А., Чудинов В.В., Уваров С.В., Плехов О.А., Терехина А.И., Наймарк О.Б. Неравновесные переходы в ансамблях дефектов при динамической локализации пластической деформации // Письма в Журнал технической физики. 2014. Т. 40, Вып. 23. С.82 -88.
3. Соковиков М.А, Чудинов В.В., Оборин В.А., Уваров С.В., Наймарк О.Б. Изучение механизма разрушения сплавов локализованным сдвигом при динамическом нагружении // Вычислительная механика сплошных сред. 2019. Т. 12, № 3. С. 301-312.
4. Билалов Д.А., Соковиков М.А., Чудинов В.В. Многомасштабные механизмы локализации пластической деформации при пробивании преград // Деформация и разрушение материалов. 2017. № 5. С.43-47.
5. Билалов Д.А., Соковиков М.А., Чудинов В.В., Оборин В.А., Баяндин Ю.В., Терёхина А.И., Наймарк О.Б. Численное моделирование и экспериментальное исследование локализации пластической деформации при динамическом нагружении образцов в условиях близких к чистому сдвигу // Вычислительная механика сплошных сред. 2017. Т. 10, № 1. С.103-112.
6. Соковиков М.А., Симонов М.Ю., Билалов Д.А., Ю.Н. Симонов Ю.Н., Наймарк О.Б. Локализация пластической деформации всплаве АМг6 при динамическом нагружении // Физическая мезомеханика. 2020. Т. 23, № 2. С. 45–57.
7. Билалов Д.А., Соковиков М.А., Баяндин Ю.В., Чудинов В.В., Оборин В.А., Наймарк О.Б. Описание эффекта падения прочности сплава амг6 с ростом температуры при динамическом нагружении // Вестник ПНИПУ. Механика. 2019. №5. С.5 -14.