ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/59

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И МИКРОСТРУКТУРНЫХ АСПЕКТОВ
ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛАСТИЧЕСКОГО СДВИГА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ
ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ**

¹Соколов М.А., ²Симонов М.Ю., ¹Чудинов В.В., ¹Оборин В.А., ¹Наймарк 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 решающей роли структурных переходов в ансамбле дефектов мезоуровня (микросдвигов и микротрещин) как одного из механизмов локализации пластической деформации при высокоскоростном нагружении.

Для изучения процессов локализации пластической деформации в режиме близком к чистому сдвигу при динамическом нагружении на стержне Гопкинсона – Кольского были разработаны и запатентованы образцы специальной формы и оснастка, обеспечивающие реализацию плоского деформированного состояния [1] и образцы, для исследования локализации пластического сдвига при динамическом кручении [2]. Полученные распределения температурных полей на поверхности образцов в режиме реального времени позволяют судить о развитии процесса локализации пластической деформации, рис.1.

На оригинальной баллистической установке по исследованию пробивания были нагружены образцы из сплава алюминия АМг6. При высокоскоростном взаимодействии ударника с мишенью реализуется разрушение в виде формирования и выноса пробки

Температурные поля в реализованных процессах высокоскоростного деформирования исследовались «in-situ» с использованием высокоскоростной инфракрасной камеры CEDIP Silver 450M [3].

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

Проведены динамические испытания образцов, специальной формы из сплавов АМг6, Д16 и Сталь 3, на разрезном стержне Гопкинсона-Кольского с применением системы неинвазивного измерения деформаций StrainMaster.

Построены поля перемещений и деформаций в образцах специальной формы из сплавов АМг6, Д16 и Сталь 3, испытанных при динамическом нагружении на стержне Гопкинсона-Кольского.

Сравнение экспериментально полученных полей температур и полей деформаций с результатами проведенного численного моделирования, проведенного с учетом особенностей кинетики накопления мезодефектов в материале, дает удовлетворительное соответствие с точностью ~20%.

Сохраненные после эксперимента образцы подвергались микроструктурному анализу с помощью оптического интерферометра-профилометра и сканирующего электронного микроскопа. Структурный анализ показал коррелированное поведение ансамбля дефектов, которое может быть классифицировано, как структурный переход, обеспечивающий локализацию деформации.

Данные экспериментальных исследований, изучение структуры деформированных образцов, а также данные численного моделирования [4-6], проведенного с учетом особенностей кинетики накопления микродефектов в материале позволяют предполагать, что один из механизмов локализации пластической деформации при высокоскоростном нагружении обусловлен скачкообразными процессами в дефектной структуре материалов.

Работа выполнена при частичной поддержке грантов РФФИ 17-08-00905_a, 17-41-590149 p_a, 18-08-01186_a, 19-48-590009 p_a.

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

Рис. 1. а) Образец и оснастка для испытаний на динамическое кручение. б) Образец и оснастка установленные между стержнями Гопкинсона – Кольского. в) Образец в процессе испытаний в инфракрасных лучах и график зависимости температуры от координаты в выбранный момент времени, материал образца Д16, максимальная температура $\sim 36^{\circ}\text{C}$.

1. Образец для испытания на сдвиг (варианты) и способ испытаний его: пат. 2482463 Российская Федерация / Наймарк О.Б., Баяндин Ю.В., Сокоиков М.А., Плехов О.А., Уваров С.В., Банников М.В., Чудинов В.В. – № 2011114711/28; заявл. 14.04.2011; опубл. 20.05.2013, Бюл. № 14.
2. Устройство для испытания материала на сдвиг и кручение при скорости деформации $10^2\text{--}10^5\text{ с}^{-1}$ и способ определения зависимости максимального касательного напряжения от деформации сдвига в образце материала в виде сплошного цилиндрического стержня и способ определения зависимости напряжения от деформации сдвига в образце материала в виде тонкостенной цилиндрической трубы с использованием этого устройства: пат. 2584344 Российская Федерация / Наймарк О. Б., Сокоиков М. А., Плехов О. А., Уваров С. В., Чудинов В. В., Билалов Д. А., Оборин В. А. № 2014146367/28, заявл. 18.11.2014; опубл. 20.05.2016. Бюл. № 14.
3. Сокоиков 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. Том.40. Выпуск 23. С.82 -88.
4. Наймарк О. Б. Коллективные свойства ансамблей дефектов и некоторые нелинейные проблемы пластичности и разрушения // Физическая мезомеханика. 2003.Т. 6. № 4. С.45-72.
5. Билалов Д.А., Сокоиков М.А., Чудинов В.В., Оборин В.А., Баяндин Ю.В., Терехина А.И., Наймарк О.Б. Исследование локализации пластического сдвига в алюминиевых сплавах при динамическом нагружении // Вычислительная механика сплошных сред. 2015. Т. 8. №3. С.319-328.
6. Билалов Д.А., Сокоиков М.А., Чудинов В.В., Оборин В.А., Баяндин Ю.В., Терехина 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.