

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**

**21 - 25 сентября 2015 г.**

**Томск, Россия**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

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

---

проект: «Разработка научных основ повышения эксплуатационных свойств металлоконструкций, используемых в условиях низких температур и арктических льдов, применением адаптивной импульсно-дуговой сварки, модифицирования и механической обработки зон неразъемных соединений»).

#### **ОСОБЕННОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ ВНУТРЕННЕОКИСЛЕННОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ V–Cr–Zr–W В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСТЯЖЕНИЯ**

Смирнов И.В.<sup>1,2</sup>, Дитенберг И.А.<sup>2,3</sup>, Гриняев К.В.<sup>1,2,3</sup>,

Пинжин Ю.П.<sup>1,3</sup>, Тюменцев А.Н.<sup>1,2,3</sup>, Чернов В.М.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия,

<sup>2</sup>Сибирский физико-технический институт им. В.Д. Кузнецова, Томск, Россия,

<sup>3</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,

<sup>4</sup>ОАО "Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов им. акад. А.А. Бочвара", Москва, Россия

*smirnov\_iv@bk.ru*

Методами растровой и просвечивающей электронной микроскопии проведено исследование влияния температуры растяжения на особенности пластической деформации и разрушения сплава V–4,23 Cr–1,69 Zr–7,56 W (вес. %) после комплексной термомеханической плюс химико-термической обработки. Механические испытания образцов активным растяжением проведены при температурах 20 °С, 800 °С, 900 °С и 1000 °С.

Установлено, что при комнатной температуре пластическая деформация характеризуется как хрупким, так и вязким типом разрушения. При высоких температурах (800 – 1000 °С) наблюдается преимущественно вязкое разрушение, отличительной особенностью при этом является формирование трещин, вязко раскрывающихся в направлении растяжения.

В результате анализа карт ориентации, полученных с использованием метода дифракции обратно рассеянных электронов, выявлено, что микроструктура до деформации растяжением представлена вытянутыми в направлении прокатки крупными зернами (длиной до 200 мкм и шириной до 20 мкм), разделенными прослойками из мелких кристаллитов (длиной 2 – 20 мкм и шириной 2 – 6 мкм). Объемные доли крупных и мелких зерен приблизительно равны.

Установлено, что в области локализации деформации при температурах растяжения 20 °С и 800 °С происходит частичная фрагментация зеренной структуры на мелкие зерна, длиной до 10 мкм и шириной 2 – 5 мкм, с сохранением (до 30 % объемной доли) исходных крупных зерен. Внутри большей части как крупных, так и мелких зерен формируется высокая плотность малоугловых границ с разориентировками непрерывного и дискретного типа. При повышении температуры растяжения до 900 °С фрагментированные зерна вытягиваются в длину до

20 мкм, и при этом объемная доля исходных крупных зерен уменьшается до 20 %. По сравнению с микроструктурой после растяжения при 20 °С и 800 °С, наблюдается уменьшение количества малоугловых границ в объеме зерен. Дальнейшее увеличение температуры растяжения до 1000 °С приводит только к уменьшению объемной доли крупных зерен до 7 %.

Исследования проведены с использованием оборудования Томского регионального центра коллективного пользования Томского государственного университета. Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы с финансовой поддержкой программы повышения конкурентоспособности ТГУ (Tomsk State University Competitiveness Improvement Program).

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ  
ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ  
НАГРУЖЕНИИ КАК РЕЗУЛЬТАТА НЕРАВНОВЕСНЫХ  
ПЕРЕХОДОВ В СИСТЕМАХ МЕЗОДЕФЕКТОВ**

Соковиков М.А., Чудинов В.В., Билалов Д.А., Оборин В.А.,  
Уваров С.В., Плехов О.А, Наймарк О.Б.

*Институт механики сплошных сред УрО РАН, Пермь, Россия  
sokovikov@icmm.ru*

Длительное время доминирующим объяснением механизма неустойчивости и локализации пластической деформации при высоких скоростях нагружения было представление о термопластической неустойчивости. Предполагалось, что тепло, выделяемое в процессе пластической деформации, за малые характерные времена не успевает отводиться, что приводит к термическому разупрочнению и дальнейшему росту пластической деформации. Реализуется лавинообразный процесс, приводящий к скачкообразному росту температур в области локализации пластической деформации. Предполагалось, что температуры могут достигать высоких значений, даже температур плавления материала. Экспериментальные исследования микроструктуры полос адиабатического сдвига, проведенные в ряде работ указывают на то, что одним из механизмов формирования полос пластического сдвига являются множественные многомасштабные неустойчивости в системе микросдвигов (дефектов мезоуровня), имеющих следствием пластические ротации и изменение ориентации зерен в узких полосах сдвига.

Работа посвящена экспериментальному и теоретическому изучению неустойчивости и локализации пластической деформации при динамическом нагружении и высокоскоростном пробивании.

Исследовалось поведение образцов в режиме близком к чистому сдвигу при динамическом нагружении на стержне Гопкинсона –