

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

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

изменение нагружающего усилия, характерное для образцов исходного материала при деформации сжатием практически отсутствует. При растяжении образцов листового проката сплава АМг5 толщиной 10 мм прочность испытанных образцов составляла в среднем 298,5 МПа, что находится на уровне прочности основного металла. Характерные особенности стадий пластической деформации при этом существенно отличны от наблюдаемых при растяжении исходного образца. В данном случае наблюдается существенно меньшие значения коэффициента деформационного упрочнения на третьей стадии деформации, большая протяженность третьей стадии и практически полное отсутствие четвертой стадии деформационного упрочнения. Разрушение образцов происходит не одновременно по достижении предела прочности, а поэтапно, с постепенным формированием трещин в образце. Наиболее оптимальными параметрами процесса (нагружающее усилие–подача–скорость вращения инструмента) для получения таких образцов являются: 3150 кг-105мм/мин-450 об/мин. При изменении параметров на 10% (3150 кг-115мм/мин-495 об/мин) прочность образцов снижается на величину 8-9% при сохранении общей картины деформационного поведения. Большее изменение параметров процесса обработки приводит к ещё большему снижению прочности получаемых образцов. Таким образом, в работе произведен анализ влияния на процесс деформации и разрушения получаемых деталей режимов изготовления и габаритных размеров образцов.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ФРИКЦИОННОЙ ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ТЕРМИЧЕСКИ УПРОЧНЯЕМОГО СПЛАВА Д16

¹Калашникова Т.А., ^{2,3}Калашников К.Н., ^{1,3}Тарасов С.Ю., ^{1,3}Рубцов В.Е.,
^{1,3}Колубаев Е.А., ¹Чумаевский А.В.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,*

²*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия,*

³*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия,
tatyana.belozertseva@yandex.ru, sso.spektr.asu@gmail.com, tsy@ispms.ru,
rvy@ispms.ru, eak@ispms.ru, tch7av@gmail.com*

Получение материалов с ультрамелкодисперсной структурой из различных металлов и сплавов методом перемешивающей фрикционной обработки является одним из наиболее актуальных направлений по созданию материалов повышенной и высокой прочности на настоящее время. Именно с помощью фрикционной обработки возможно получение объемных крупногабаритных деталей из материалов с ультрамелкозернистой структурой. Такие материалы применяются в различных областях техники, основной из которых является создание материалов конструкционного назначения. Несмотря на большое количество работ по фрикционной обработке различных сплавов на основе алюминия, на настоящее время лишь небольшое число из них подходит к исследованиям структуры и свойств полученных материалов комплексно, с определением всех аспектов структурно-фазового состояния материалов после интенсивного термомеханического воздействия. В настоящей работе проведены исследования термически упрочняемого деформируемого алюминиевого сплава Д16, подвергнутого фрикционной перемешивающей обработке.

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

В работе исследованы образцы сплава Д16 после фрикционной обработке, полученные на лабораторном стенде. Образцы подвергали механическим испытаниям на универсальной испытательной машине УТС 110М-100 1-У на растяжение и сжатие при скорости деформации 1 мм/мин. Структурные исследования проводили на оптическом микроскопе Альтами Мет 1 С, растровом электронном микроскопе SEMTRAC mini SM3000 и просвечивающем микроскопе JEOL JEM-2100. Измерение микротвердости по Виккерсу выполняли на микротвердомере ПМТ-3М.

Проведенные исследования показали, что микроструктура материала зоны перемешивания представлена зернами α -Al твердого раствора и выделениями вторичных фаз. Как видно при относительно небольших увеличениях, зерна α -Al твердого раствора имеют форму близкую к равноосной, а по границам, в тройных стыках и в телах зерен залегают выделения вторичных фаз различной дисперсности. Результаты идентификации типичных микродифракционных картин, показали, что зерна α -Al твердого раствора имеют ось зоны типа $\langle 110 \rangle$. То есть, материал зоны перемешивания оказался текстурированным таким образом, что кристаллографические плоскости типа $[110]$ расположены перпендикулярно оси соединения. В результате электронно-микроскопического анализа, включающего в себя индентирование микродифракционных картин и темнопольный анализ, установлено наличие в материале зоны перемешивания двух упрочняющих интерметаллидных фаз AlMgCu и Al₂MgCu (S-фаза). Обе упрочняющие фазы являются наноструктурными. Основные механические свойства сплава Д16 в результате обработки повышаются на величину до 10% и выше.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА СПЛАВА Д16 ПОСЛЕ МНОГОКРАТНЫХ ПРОХОДОВ ВДОЛЬ ЛИНИИ ФРИКЦИОННОЙ ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ

¹Калашникова Т.А., ¹Чумаевский А.В., ^{1,2}Рубцов В.Е., ³Калашников К.Н.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,*

²*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия,*

³*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия,
gelombang@ispms.tsc.ru, tch7av@gmail.com, rvy@ispms.ru, sso.spektr.asu@gmail.com*

Получение объемных конструкционных материалов с ультрамелкодисперсной зеренной структурой методом фрикционной перемешивающей обработки (friction stir processing - FSP) является на настоящее время одной из наиболее актуальных задач в области создания материалов нового поколения. Из преимуществ данного метода наиболее серьезным можно считать высокую производительность и низкую затратность по сравнению с другими методами, а также возможность получения крупногабаритных изделий, чего практически невозможно добиться с помощью других методов интенсивной пластической деформации. На настоящее время в области получения FSP-материалов, несмотря на достаточно существенный прогресс, имеется ряд недостаточно изученных аспектов как процесса обработки, так и структуры полученных материалов.

С точки зрения получения крупногабаритных объемных материалов методом FSP большую роль играет структура металла не только в зоне перемешивания отдельных проходов инструментом, но и влияние соседних