

## ВНУТРЕННИЕ ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ В УМЗ МАТЕРИАЛАХ

Конева Н. А.

*Томский Государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Томск, Россия,  
koneva@tsuab.ru*

Упругие дальнodelствующиe поля внутренних напряжений (ВН) экспериментально изучены пока недостаточно. Особенно это утверждение относится к ультрамелкозернистым (УМЗ) материалам, полученным интенсивной пластической деформацией (ИПД). Между тем, именно для этих материалов важным является понимание роли ВН в различных процессах, которые в них происходят. Изучение природы внутренних упругих полей напряжений УМЗ материалов является важной задачей, так как запасенная в них упругая энергия обуславливает нестабильность их структуры. В течение ряда лет автор с сотрудниками выполнял экспериментальные исследования ВН в УМЗ металлах и сплавах методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Настоящий доклад обобщает результаты этих исследований, а также имеющиеся в литературе сведения по этой проблеме. В докладе представлены методы электронно-микроскопического изучения полей ВН и результаты изучения структуры зерен, субзерен и их границ в УМЗ меди и никеле. Выявлены источники полей ВН. Изучены закономерности изменения амплитуды ВН с удалением от их источника.

Установлено, что спектр источников ВН в УМЗ металлах во многом подобен наблюдаемому в поликристаллах с обычным размером зерен. Это дислокационная структура, границы зерен (ГЗ), субзерен и ячеек, стыки зерен, частицы вторых фаз. Выявлены некоторые отличия в спектре источников УМЗ металлов от обычных поликристаллов. В УМЗ металлах отсутствуют дислокационные скопления и оборванные границы. В обычных деформированных поликристаллах они часто присутствуют и также служат источниками полей напряжения.

Существенным свойством УМЗ металлов является более высокий уровень ВН (на порядок и более), чем в обычных деформированных поликристаллах. Источником наиболее высоких ВН в УМЗ материалах являются границы дислокационных ячеек и фрагментов, дисклинации в тройных стыках и частицы вторых фаз, возникающих при изготовлении УМЗ металлов методом ИПД.

На основе экспериментального изучения ВН представлена схема распределения ВН в зернах разного типа, различающихся размерами и дефектной структурой. В соответствии с этой схемой вблизи ГЗ, границ ячеек и фрагментов существуют области наиболее высоких ВН. Упрочненные области вблизи границ присутствуют в ряде теоретических моделей УМЗ материалов. Их существование подтверждено в настоящей работе экспериментально. Подобные зоны обнаружены автором с коллегами также в поликристаллах с обычным размером зерен. С уменьшением размера зерна уровень ВН увеличивается. Чем меньше размер зерна, тем слабее осуществляется экранирование упругого поля ВН дислокациями вследствие (1) уменьшения расстояний до источника напряжений и (2) уменьшения плотности дислокаций, способных осуществить экранирование полей ВН.