



УТВЕРЖДАЮ:

Профессор научной работе
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Н.Г. Скворцов

«13» 05 2011 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Нарыковой Марии Владимировны «Дефектная структура, долговечность и упруго-пластические свойства микрокристаллических металлов и сплавов, полученных при интенсивной пластической деформации», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния

Одним из важных достоинств нано- и микрокристаллических металлов и сплавов являются высокие характеристики их механических свойств. Важным направлением в этой области исследований является изучение структурных особенностей, оказывающих определяющее влияние на изменение прочностных свойств. К наиболее актуальным проблемам современного состояния науки о прочности нано- и микрокристаллических материалов можно отнести изучение влияния размерных эффектов на их механические свойства и особенности механизма деформации и разрушения.

Диссертационная работа М.В. Нарыковой посвящена экспериментальному исследованию влияния дефектной структуры на долговечность и упруго-пластические свойства микрокристаллических металлов и сплавов (алюминия и его сплавов, меди, титана ВТ1-0), полученных при различных режимах интенсивной пластической деформации – равноканального углового прессования (РКУП) или сочетанием винтовой и продольной прокаток. Важность выбранной тематики как для практики, так и для фундаментальной науки не вызывает сомнений. Прежде всего, решение поставленных в диссертации задач служит развитию современных представлений о связи структурных особенностей микрокристаллических материалов с их механическими свойствами. Основное внимание в работе уделено исследованию дефектной структуры и ее влиянию на долговечность и модуль упругости микрокристаллических металлов и сплавов. Выводы и рекомендации по данному вопросу необходимы при оценке

работоспособности микрокристаллических металлических материалов. Все это обуславливает несомненную актуальность диссертационного исследования М.В. Нарыковой.

Автором изучен обширный объем научных литературных данных (178 источников), проведен анализ известных достижений в области нано- и микрокристаллических материалов, что и отражено в первой главе диссертации. Показано, что применение методов, основанных на интенсивной пластической деформации, является эффективным способом повышения прочности металлических материалов.

Во второй главе диссертации представлены экспериментальные методы исследования, применяемые в работе. Важно отметить, что при изучении дефектной структуры микрокристаллических материалов М.В.Нарыкова использовала несколько методов исследования. Во-первых, метод малоуглового рентгеновского рассеяния, который позволяет определять параметры рассеивающих неоднородностей. Одной из особенностью применения этого метода в данной работе была необходимость выявления поровых компонент источника рассеяния. Автор справилась с этой проблемой и сумела выделить те компоненты рассеяния, которые связаны именно с несплошностями. Во-вторых, прецизионным денситометрическим методом определялась плотность образцов до и после воздействия на них высокого гидростатического давления, при этом следует отметить высокую точность полученных результатов ($2 \cdot 10^{-4}$). Изменение плотности микрокристаллических образцов после обработкой их высоким давлением (1-2 ГПа) и сравнением с плотностью в исходном крупнозернистом состоянии также свидетельствует об образовании нанопор при интенсивной пластической деформации. И, в-третьих, дополнительно проводились электронно-микроскопические исследования. Совокупность указанных методов исследования, безусловно, не вызывает сомнений в достоверности полученных результатов по выявлению в микрокристаллических материалах нанопор и определению их параметров.

В основной части диссертационной работы (третья и четвертая главы) изучена дефектная структура и механические свойства некоторых микрокристаллических материалов. Показано, что в процессе интенсивной пластической деформации во всех исследованных материалах образуются нанопоры, характерные размеры и концентрация которых зависят от режима получения ультрамелкозернистой структуры. Высказаны некоторые предположения о механизмах зарождения нанопор и их развития при длительных испытаниях.

Важное место в диссертационной работе отводится изучению долговечности и упруго-пластических свойств микрокристаллических материалов. Установлено, что образование нанопористости негативно влияет на длительную прочность и вносит вклад в понижение модуля упругости. Большой объем экспериментальных данных, полученных при изучении механических свойств, в частности, изучение долговечности при различных значениях напряжений, определение модуля Юнга в широком интервале амплитуд колебательной деформации, а также повторяемость результатов подтверждает достоверность полученных результатов.

В заключении автор формулирует основные результаты работы. Научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, представляются вполне обоснованными.

Диссертация написана ясным языком и хорошо оформлена. Список литературы достаточно полон и содержит библиографию по всем рассмотренным в диссертации вопросам.

Научная новизна диссертационной работы состоит том, что впервые экспериментально показано, что в процессе интенсивной пластической деформации формирование ультрамелкозернистой структуры сопровождается образованием областей избыточного свободного объема. Установлена связь эффекта снижения долговечности с увеличением при интенсивной пластической деформации нанопористости.

Научная и практическая значимость диссертационной работы.

В работе установлено, что при различных методах получения микрокристаллической структуры (равноканального углового прессования, различных видов прокаток) в металлах и сплавах образуются нанопоры, локализующиеся в основном на границах зерен и их тройных стыках. Показано, что уменьшение нанопористости повышает прочностные характеристики микрокристаллических материалов. Практическая значимость работы связана с тем, что по результатам диссертации можно сделать ряд практических рекомендаций по оптимизации режимов интенсивной пластической деформации, снижающих порообразование, например, за счет выбора правильного числа проходов или применения противодавления при равноканальном угловом прессовании, а также определенного сочетания винтовой и продольной прокаток. Учет этих результатов диссертации позволит не только повысить эффект упрочнения, но и увеличить срок эксплуатации изделий.

Отдельно следует отметить достаточно широкий выбор материалов для исследований – алюминий, сплавы на основе алюминия, медь, технический титан ВТ1-0.

Указанные материалы находят широкое применение во всех отраслях промышленности: от авиа- и автомобилестроения (алюминий и его сплавы) до аэрокосмической техники и изделий биомедицинского назначения (титан). Получение новых сведений об особенностях их использования в различных условиях эксплуатации также свидетельствует о практической значимости диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе.

Работа изложена очень четко, а выводы обоснованы достаточно убедительно, так что замечания практически отсутствуют. Можно отметить лишь следующее.

1. Недостаточно четким представляется приведенное на с.104 объяснение роста модуля упругости алюминия в результате (большее значение модуля образцов В4 после четырех проходов РКУП, чем образцов В1 после одного прохода, рис.4.11). В диссертации указано, что рост плотности дислокаций должен уменьшать значение модуля, и, следовательно, его рост должен быть связан с ростом дальнедействующих полей внутренних напряжений. Однако, именно дислокации порождают поля внутренних напряжений и поэтому рост плотности дислокаций должен порождать рост внутренних напряжений.

2. Имеются отдельные опечатки и неточности. Например, в формулах 1.1 и 2.1 имеются неразъясненные обозначения ψ и q .

Полученные автором результаты представлены в докладах на международных и российских конференциях и опубликованы в российских журналах (в том числе, из рекомендованного списка ВАК).

Автореферат в полной мере отражает основные положения диссертации и соответствует ее основным выводам.

Результаты работы могут быть использованы в организациях и учреждениях, ведущих исследования в области физики прочности и пластичности, в частности в научно-исследовательских работах Санкт-Петербургского государственного университета, Учреждений Российской академии наук «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН», Института Физики Металлов ИФМ УрО РАН, центрального научно-исследовательского института ЦНИИЧерМет, а также других университетов и исследовательских институтов страны.

Замечания к работе ни в какой мере не снижают ее общей положительной оценки. В целом диссертация М.В. Нарыковой представляет собой законченное исследование, которое выполнено на высоком научном уровне.

