

ОТЗЫВ

официального оппонента
на диссертацию Скрипняк Натальи Владимировны
на тему «Механическое поведение легких алюминиевых, магниевых и титановых сплавов,
модифицированных методами интенсивной пластической деформации»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.02.04 -Механика деформируемого твердого тела

Актуальность темы диссертационного исследования

Диссертационная работа Н.В. Скрипняк посвящена разработке физико-математической модели, описывающей закономерности процессов деформации и разрушения легких конструкционных сплавов с неоднородным распределением размеров зерен, а также с ультрамелкозернистыми (УМЗ) слоистыми структурами в широком диапазоне скоростей деформации. Развитие новых методов предварительных расчетов физико-механических характеристик изделий из легких сплавов с модифицированной зеренной структурой при различных видах нагружения позволяет сократить объемы необходимых экспериментальных работ, связанных с применением легких сплавов. Поэтому тема исследований диссертационной работы представляется современной и актуальной.

Анализ содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения и списка литературы. Диссертация изложена на 156 страницах машинописного текста, включая 98 рисунков, 5 таблиц. Список литературы включает 189 наименований.

Во введении приводится актуальность и степень разработанности темы исследования, изложены цель работы, сведения об объекте исследования, задачах диссертационного исследования, научной новизне диссертации, теоретической и практической значимости работы, обзор методов исследований, положения, выносимые на защиту, степень достоверности результатов, сведения об апробации результатов работы, о публикациях, личный вклад соискателя, данные об объеме и структуре работы.

Первый раздел посвящен обсуждению экспериментальных исследований закономерностей деформации и разрушения образцов легких сплавов в состоянии поставки и после модификации с использованием метода поверхностной интенсивной пластической деформации. Приведены результаты испытаний образцов в условиях квазистатического и высокоскоростного растяжения, сжатия, циклического знакопеременного нагружения в малоцикловой области.

Приведены результаты закономерностей деформации и разрушения легких сплавов: алюминиевых — АД-1 (технически-чистый алюминий) и 1560 (АМг-6), магниевого — МА2-1 и титанового - ВТ5-1. Установлено, что повышение сопротивления деформированию, пределов прочности при растяжении у сплавов с ультрамелкозернистыми (УМЗ) поверхностными слоями в диапазоне скоростей деформации от 10^{-3} до 10^3 с⁻¹ сочетается с повышением предельной деформации до разрушения. Анализ литературных данных, проведенный в первом разделе, позволил автору достаточно убедительно показать достоинства исследуемых процессов и необходимость создания физико-математической модели.

Во втором разделе диссертации приведено описание разработанной модели механического поведения легких сплавов с УМЗ структурой при квазистатическом и динамическом нагружении, результаты численного моделирования закономерностей деформации и разрушения при высокоскоростном продавливании пластин из алюминиевого сплава 1560 и титанового сплава BT5-1 полусферическим индентером.

Физико-математическая модель позволяет описывать механическое поведение легких сплавов, обработанных методами интенсивной пластической деформации и имеющих бимодальные распределения зерен по размерам, а также процессы деформации, повреждения и разрушения в диапазоне скоростей деформации от 10^{-3} до 10^3 с⁻¹.

Третий раздел диссертации посвящен численному исследованию влияния толщины ультрамелкозернистых поверхностных слоев на сопротивление пластическому течению поликристаллических легких сплавов при высокоскоростном растяжении, влияния бимодального распределения зерен на сопротивление высокоскоростной деформации и разрушение легких сплавов, процессов деформации и разрушения ультрамелкозернистых легких сплавов в условиях знакопеременного циклического нагружения. Получены зависимости параметров деформационного упрочнения и предельной деформации до разрушения при высокоскоростном растяжении от параметров структуры поверхностных ультрамелкозернистых упрочненных слоев в листовом прокате легких сплавов. Наличие слоев с ультрамелкозернистой структурой приводит к повышению числа циклов до разрушения при фиксированных амплитудах нагружения по сравнению со сплавами с поликристаллической структурой.

В заключении приводятся основные результаты и выводы диссертационной работы.

Основные результаты диссертации Н.В. Скрипняк отвечают заявленным целям диссертационного исследования.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и практических рекомендаций

Полученные результаты работы, безусловно, отличаются научной новизной, так как расширяют и уточняют знания о закономерностях деформации и разрушения, малоциклового усталостной долговечности легких сплавов с ультрамелкозернистой структурой в широком диапазоне скоростей деформации. Развитие подхода многоуровневого моделирования в 3D постановке расширяет возможности постановки и решения краевых задач МДТТ для прогнозирования влияния параметров ультрамелкозернистой структуры легких сплавов на сопротивление высокоскоростной деформации и усталостное разрушение элементов конструкций.

Новые и наиболее ценные научные результаты и выводы диссертационной работы, состоят в следующем:

1. Разработана физико-математическая модель механического поведения легких сплавов с заданными параметрами ультрамелкозернистой структуры, позволяющая описывать процессы деформации, повреждения и разрушения в диапазоне скоростей деформации от 10^{-3} до 10^3 с⁻¹.

2. Получены закономерности процессов деформации и разрушения модифицированных методами интенсивной пластической деформации легких сплавов в условиях квазистатического и высокоскоростного растяжения, сжатия, циклического знакопеременного нагружения в малоцикловой области. Показано, что повышение сопротивления деформированию, пределов прочности при растяжении у сплавов с ультрамелкозернистыми поверхностными слоями в диапазоне скоростей деформации от 10^{-3} до 10^3 с⁻¹ согласуется с повышением предельной деформации до разрушения.

3. Получены закономерности деформации и разрушения легких сплавов, обработанных методами интенсивной пластической деформации и имеющих бимодальные распределения зерен по размерам. Определены зависимости деформационного упрочнения и предельной деформации до разрушения при высокоскоростном растяжении от параметров структуры поверхностных ультрамелкозернистых упрочненных слоев в листовом прокате легких сплавов.

4. Получены закономерности малоцикловой усталостной долговечности проката легких сплавов, обработанных методами интенсивной пластической деформации и имеющих бимодальные распределения зерен по размерам. Для исследованных легких сплавов формирование слоев с ультрамелкозернистой структурой приводит при аналогичных условиях нагружения к повышению числа циклов до разрушения, по сравнению с поликристаллическими сплавами в состоянии поставки. Обнаружено, что повышение малоцикловой долговечности легких сплавов с ультрамелкозернистыми слоями связано с отклонением траектории формирующихся усталостных трещин и распространением их вдоль упрочненных слоев.

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций налицо. Достоверность численных результатов обеспечивается корректной постановкой физико-математических задач и разработанной модели и хорошим согласием с экспериментальными данными. Достоверность результатов экспериментальных исследований обеспечена применением современного сертифицированного испытательного оборудования, а также методов проведения испытаний и обработки их результатов в соответствии с требованиями стандартов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы, сформулированные в диссертации, в достаточной степени обоснованы и опираются на результаты экспериментальных исследований, фундаментальные математические формулировки и принципы современной механики деформируемого твердого тела и механики разрушения.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Результаты диссертационной работы способствуют более глубокому пониманию закономерностей деформации, повреждения и разрушения алюминиевых, магниевых и титановых сплавов с ультрамелкозернистой структурой в широком диапазоне скоростей деформации.

Разработанная модель расширяет возможности применения многоуровневого моделирования для прогнозирования процессов деформации и разрушения сплавов с ультрамелкозернистой структурой. Полученные на основе экспериментальных и теоретических исследований результаты

обеспечивают более полное понимание закономерностей процессов деформации и разрушения в условиях высокоскоростного растяжения, сжатия и циклического нагружения.

Результаты диссертационной работы могут применяться при решении как прикладных, так и научных поисковых задач. Полученные данные о процессах упругопластического деформирования и усталостного разрушения могут быть использованы при проектировании и создании элементов конструкций новой авиакосмической техники, приборов и механизмов, подверженных динамическим воздействиям и циклическому нагружению.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты и выводы диссертации Н.В. Скрипняк могут быть рекомендованы к использованию в организациях и предприятиях, выполняющих исследовательские, проектные и опытно-конструкторские работы, связанные с созданием элементов конструкций новой техники из легких конструкционных сплавов, а также в исследовательских университетах РФ. Это могут быть, например, ВИАМ, ВИЛС и другие организации.

Замечания по содержанию и оформлению диссертации

По диссертации Н.В. Скрипняк следует сделать несколько замечаний:

1. В диссертации приведен достаточно подробный обзор теоретических и экспериментальных исследований других авторов, посвященных закономерностям формирования ультрамелкозернистых слоев. Следовало бы прямым образом сопоставить результаты, полученные на исследуемых легких сплавах в диссертационной работе, с результатами других авторов.

2. Работа выиграла бы, если бы больше внимание было уделено результатам фрактографического анализа поверхностей разрушения легких сплавов, модифицированных методами интенсивной пластической деформации. В подразделе 1.5 приведены результаты исследования рельефа поверхности усталостного разрушения сплавов, а результаты анализа поверхностей разрушения после испытаний на высокоскоростное растяжение, сжатие и продавливание отсутствуют.

3. При формулировке модели хорошо было бы более подробно указать границы ее применимости по видам и диапазонам внешних воздействий. Представляют интерес данные о влиянии динамической рекристаллизации объемов материала с ультрамелкозернистой структурой на закономерности деформации в квазистатических и динамических условиях нагружения в зависимости от температуры и скорости деформации.

4. Следовало бы придерживаться единой системы размерностей параметров в работе — системы СИ согласно ГОСТ. В работе использованы размерности напряжений в МПа (система СИ), но на рис. 3.39 интенсивность напряжений приведена в Мбар.

Указанные замечания не являются принципиальными и не снижают общей высокой оценки диссертации.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Тема диссертационного исследования соответствует п.1 и п.8 паспорта специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Оформление диссертации в целом отвечает требованиям, установленным ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Основные результаты диссертации отражены в опубликованных автором 32-х печатных работах, 8 из которых представлены в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, а также в 2-х статьях, индексируемых в Scopus и Web of Sciences.

Таким образом, диссертация Скрипняк Натальи Владимировны «Механическое поведение легких алюминиевых, магниевых и титановых сплавов, модифицированных методами интенсивной пластической деформации» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны. По высказанным соображениям работа соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. № 842, а ее автор заслуживает присвоения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент,
ведущий научный сотрудник
лаборатории «Физика разрушения»,
ФГБУН «Институт Проблем
Машиноведения РАН»
доктор физико-математических наук, профессор

Атрошенко Светлана Алексеевна

Дата 23.11.2016 г.

Адрес: 199178, г. Санкт-Петербург, В.О. , Большой проспект 61,
Тел. +7 (812) 321-47-78
Web-cite: <http://www.ipme.ru>
E-mail: ipmash.ran@gmail.com

Я, Атрошенко Светлана Алексеевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Скрипняк Натальи Владимировны, и их дальнейшей обработкой.

С. А. Атрошенко



Атрошенко С. А.
ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО
ПОМОЩНИКА ДИРЕКТОРА
ИМП
2016 г.