

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Смирнова Андрея Михайловича «ДИСЛОКАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ РЕЛАКСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ НЕСООТВЕТСТВИЯ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ, СФЕРИЧЕСКИХ И ПЛОСКИХ КОМПОЗИТНЫХ СТРУКТУРАХ», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела (физико-математические науки)

В настоящее время большой интерес у исследователей и практиков вызывают композитные наноструктуры (КНС), обладающие уникальным сочетанием физико-механических и химических свойств. В связи с этим, диссертация Смирнова А.М. достаточно актуальна, т.к. посвящена исследованию процессов релаксации напряжений несоответствия путем зарождения дислокаций несоответствия (ДН) в цилиндрических, сферических и плоских композитных структурах, а также определению критических условий релаксации, при которых она становится энергетически выгодной.

В диссертации автором разработаны дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в полых и сплошных композитных нанопроволоках и наночастицах типа «ядро-оболочка». Проведено сравнение критических параметров (условий) КНС для зарождения прямоугольных и круговых призматических дислокационных петель (ПДП). Построены дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в композитных двух- и трехслойных пластинах, и проведен анализ критических параметров КНС для зарождения прямоугольных ПДП и прямолинейных ДН. Автором созданы дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в композитных нанопроволоках с ядром в виде параллелепипеда, и проведено сопоставление критических параметров КНС для зарождения частичных и полных ДН путем скольжения или переползания, дислокационных диполей. Кроме того, в работе развиты дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в Ш-нитридных плоских композитных структурах, и проведен сравнительный анализ критических параметров КНС для зарождения ДН путем базисного и призматического скольжения.

Нет сомнений в оригинальности, строгой обоснованности результатов и сформулированных положений. Их достоверность обеспечены применением широкого спектра теоретических подходов и моделей; корректностью при сравнении и анализе с результатами других исследователей; использованием современных представлений механики деформируемого твердого тела, физики конденсированного состояния и материаловедения.

Работа представляет как научный, так и практический интерес. Теоретические исследования и расчеты диссертационной работы могут быть использованы для создания композитных структур с прогнозируемым составом дефектов.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в полной мере, в том числе, в ведущих высокорейтинговых журналах с высоким импакт-фактором. Работа хорошо апробирована на российских и международных конференциях.

Считаем, что диссертация «Дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в цилиндрических, сферических и плоских композитных структурах» является законченным научным трудом, отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Смирнов А.М. заслуживает присуждения искомой ученой степени.

15.11.2017

Директор Института металловедения и физики металлов им. Г.В. Курдюмова, ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», д.ф.-м.н. (спец. 01.04.07 «ФКС»), проф.


Глезер Александр Маркович

Ведущий научный сотрудник ИМФМ им. Г.В. Курдюмова, ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», к.ф.-м.н. (спец. 01.04.07 «ФКС»)


Пермякова Инга Евгеньевна


Ирза Наталья Владимировна



Подпись Глезера А.М. и Пермяковой И.Е. заверяю
Начальник отдела кадров
ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Смирнова Андрея Михайловича «Дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в цилиндрических, сферических и плоских композиционных структурах»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Диссертационная работа посвящена анализу процессов релаксации напряжений в композитных наноструктурах путем зарождения дислокаций несоответствия. Тема работы в высшей степени актуальна, поскольку дефекты, возникающие в результате такой релаксации, приводят к деградации электронных, оптических и химических свойств наноструктур.

В диссертационной работе рассмотрены сразу несколько типов композитных структур: нанопроволоки и наночастицы типа «ядро-оболочка» (полые и сплошные), двух- и трехслойные пластины, нанопроволоки с ядром в виде параллелепипеда, а также III-нитридные плоские структуры. Предложены дислокационные модели релаксации напряжений, проделаны расчеты изменения энергии при зарождении дислокационных дефектов в указанных структурах, и на этой основе впервые определены критические параметры структуры, при которых зарождение становится энергетически выгодным.

Полученные в диссертационной работе результаты существенно пополняют наши знания в части теоретического описания релаксационных процессов в нанокompозитах и расширяют возможности прогнозирования свойств, зависящих от наличия в композитной структуре дефектов. Особо хотелось бы отметить исследование, относящиеся к III-нитридным структурам. В нем были учтены кристаллографические особенности структуры, в частности, возможность релаксации внутренних напряжений путем базисного либо призматического скольжения. Кроме того, расчеты были проведены в рамках не только изотропного, но и трансверсально-изотропного приближения. При этом показано, что для описания дислокаций несоответствия, образующихся путем призматического скольжения, необходимо использовать более сложное трансверсально-изотропное приближение, учитывающее симметрию кристаллической решетки III-нитридной структуры.

В целом работа выполнена на высоком научном уровне. По результатам проведенных исследований опубликовано 22 работы в материалах трудов конференций и 8 статей в ведущих журналах. Автореферат с достаточной полнотой отражает основные положения диссертационной работы.

Считаю, что диссертационная работа А.М. Смирнова соответствует всем требованиям действующего положения ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а А.М. Смирнов заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Золоторевский Николай Юльевич,
к.ф.-м.н., с.н.с.,
доцент кафедры «Механика и процессы управления»
СПбПУ Петра Великого,
195251, СПб, Политехническая ул., д.29,
8(812)5527660,
zolotorevsky@phmf.spbstu.ru





ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Большой Сампсониевский пр., 28а, Санкт-Петербург, Россия, 194044,
Тел. +7 812 6007554, +7 812 6007557, факс +7 812 5427558,
e-mail: office@npo-sm.ru, http://www.npo-sm.ru
ОКПО 31041642 ОГРН 1037816016545
ИНН/КПП 7806125671/780601001

№ _____
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ЗАО «НПО СМ»

М.В. Сильников

2017 г.



ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Смирнова Андрея Михайловича
«Дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в
цилиндрических, сферических и плоских композитных структурах»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.02.04 – Механика
деформируемого твердого тела

В работе Смирнова А.М. рассматриваются дислокационные механизмы релаксации напряжений несоответствия в композитных структурах: полых и сплошных композитных наночастицах и нанопроволоках типа «ядро-оболочка», двухслойных и трехслойных гетероструктурах. Хорошо известно, что присутствие дислокаций несоответствия в композитных материалах, как правило, негативно влияет на их функциональные свойства, поэтому определенные в работе критические условия формирования дислокаций несоответствия: размеры ядра/подложки, оболочки/пленки, параметр несоответствия между кристаллическими материалами, составляющими композитную наноструктуру, говорят об актуальности выполненных исследований.

Отдельно можно отметить приведенное в работе решение граничной задачи теории упругости о напряженном состоянии цилиндра с включением в виде длинного параллелепипеда. На основе полученного решения предложены механизмы релаксации напряжений несоответствия в композитных нанопроволоках с плоскими межфазными границами. Определены наиболее энергетически выгодные конфигурации дислокаций несоответствия в таких нанопроволоках. Вывод о большей устойчивости полых наночастиц и нанопроволок к зарождению призматических дислокационных петель по сравнению со сплошными имеет практическое значение при разработке композитных материалов с наночастицами.

Полученные результаты относятся к перспективным, практически важным гетероструктурам и могут быть использованы при оптимизации технологических процессов выращивания таких структур.

Достоверность полученных в работе результатов подтверждается сравнением теоретических расчетов с экспериментальными данными и использованием современных коммерческих математических пакетов.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в полной мере, работа апробирована на всероссийских международных конференциях.

Считаю, что работа является законченным научным исследованием, имеет научную новизну и практическую значимость, и соответствует требованиям ВАК РФ, а ее автор, Смирнов Андрей Михайлович, заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Заместитель генерального директора
по науке и развитию, д.т.н.

А.И. Михайлин



Михайлин А.И.
отдел кадров
М. Курьева

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Смирнова Андрея Михайловича
«Дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в
цилиндрических, сферических и плоских композитных структурах»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности

01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

В автореферате представлены результаты теоретического исследования условий образования дислокаций несоответствия в наноразмерных гетероструктурах различной геометрии: цилиндрических, сферических и планарных. Тема диссертационной работы несомненно является актуальной, поскольку замена планарных гетероструктур системами, состоящими из большого числа неоднородных нанопроволок, является одним из перспективных направлений в современной опто-электронике, а использование в катализе композитных наночастиц типа «ядро-оболочка» позволяет значительно сократить расход дорогостоящих платиноидов, заменив их в ядре более дешевым материалом, например, золотом. Одна из таких систем – Au-Pd подробно исследована диссертантом. Этим же обусловлена и практическая значимость диссертационной работы.

Сильной стороной работы является применение для описания релаксации напряжений несоответствия не только полных дислокаций, используемых в большинстве стандартных моделей, но и частичных дислокаций, характерных для систем скольжения с низкой энергией дефекта упаковки. Предложенные автором модели релаксационных процессов в неоднородных наноструктурах безусловно обладают определенной новизной.

В целом автореферат дает достаточно полное представление о содержании диссертации, состоящей из введения, трех глав, одна из которых представляет собой обзор литературы, заключения и выводов, списка литературы,

а также нескольких приложений, куда вынесены результаты вспомогательных расчетов напряжений несоответствия. Следует отметить четкость формулировок как положений, выносимых на защиту, так и основных выводов.

Диссертационная работа Смирнова А. М. прошла необходимую апробацию. По ее результатам опубликованы 8 статей в журналах из списка ВАК, многие из которых включены в международные базы цитирования Web of Science и Scopus, а также сделано 12 докладов на всероссийских и международных конференциях.

По тексту автореферата имеется ряд замечаний и пожеланий.

1. В тексте имеются мелкие опечатки, например, в уравнении (2).
2. Хотя приближение упругой однородности, как правило, достаточно хорошо работает при расчете энергии образования дефектов в гетероструктурах, известен ряд эффектов, вследствие которых различие упругих модулей «ядра» и «оболочки» может оказать существенное влияние на механизм релаксации напряжений. Так, известно, что упругая неоднородность приводит к выталкиванию дислокаций несоответствия с границы раздела. Такого рода эффекты исследовались, в частности, научным руководителем (А. Е. Романовым) диссертанта. Кроме того, в случае включений с угловыми точками (см. Рис. 1 в автореферате) наличие упругой неоднородности существенно влияет на поведение поля напряжений, меняя, в частности, тип его сингулярности, что может повлиять и на взаимодействие дислокаций несоответствия с такими полигональными включениями. Однако какой-либо анализ таких эффектов в работе отсутствует, хотя было бы целесообразно провести соответствующие численные оценки, а также упомянуть в обзоре литературы имеющиеся статьи по данной тематике.

В заключение необходимо отметить, что, несмотря на перечисленные выше замечания, диссертационная работа Смирнова Андрея Михайловича соответствует специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела. Судя по автореферату, диссертация представляет собой законченное научное исследование в области континуальной теории дефектов, являющейся важнейшим разделом механики деформируемого твердого тела. Она удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, Смирнов А. М. заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник теоретического отдела Института кристаллографии им А.В. Шубникова РАН
Белов Александр Юрьевич

Контактная информация:

Федеральное государственное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук», Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН, 119333, Россия, Москва, Ленинский проспект, д. 59, www.crys.ras.ru, e-mail: belov@crys.ras.ru, тел. +7(925)849-86-43

Подпись Белова А.Ю. заверяю

Заместитель начальника
отдела кадров



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Смирнова Андрея Михайловича** "Дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в цилиндрических, сферических и плоских композитных структурах", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Работа А.М. Смирнова посвящена теоретическому исследованию дислокационных механизмов релаксации напряжений в нанокомпозитах. Эта тематика, несомненно, **актуальна и практически значима** в связи с бурно растущим применением композиционных наноструктур, свойства которых зависят от наличия дефектов. Методика исследования основана на расчете изменения энергии при образовании различных дефектов в виде полных или частичных дислокаций, их диполей или петель дислокаций в поле напряжений, создаваемого несоответствием кристаллических решеток компонентов композиционной структуры. Учитываются все факторы, приводящие к изменению полной энергии: изменение энергии поля упругих напряжений, энергия ядра дислокации, энергия ступенек на дислокациях, энергия дефекта упаковки. Эти расчеты позволили автору предсказать, какие дислокационные структуры могут образовываться в плоских, цилиндрических и сферических нанокомпозитах с заданными размерами толщин слоев компонентов, составляющих данный композит, и заданной величиной несоответствия их кристаллических решеток. При этом, рассмотрение самого процесса зарождения и движения дефектов оказывается излишним, хотя, конечно, такой анализ был бы интересен с точки зрения фундаментальной науки. Важным достижением автора является рассмотрение конкретной кристаллогеометрии дислокационных сдвигов в нитридных композиционных структурах и оценка необходимости учитывать упругую анизотропию материала.

Квалификация автора не вызывает сомнений. Он в совершенстве владеет методами расчета полей напряжений различных дислокационных структур и их энергий, разработанных А.Е. Романовым, И.А. Овидько, М.Ю. Гуткиным и др. Аккуратность проведения расчетов, а также сопоставление теоретических зависимостей критической толщины слоев для образования дислокационных структур с экспериментальными данными обеспечивают достоверность выводов, сделанных в диссертации.

Работа хорошо апробирована, сделаны доклады на всероссийских и международных научных конференциях. Научная квалификация автора соответствует степени кандидата физико-математических наук.

Автореферат написан ясным языком и хорошо иллюстрирован. Отдельные **замечания** связаны со сжатостью текста реферата, не позволившей сделать более точное разъяснение.

1. На с.7, 13 говорится об экваториальной плоскости композиционной наночастицы. Однако, из текста неясно, какая плоскость является выделенной.
2. Не достаточно понятна подпись к рис.2: неясно, как автор рассчитывал энергетический барьер; обозначение ΔW используется в подписи для энергетического барьера, хотя ранее в тексте на с.9 оно обозначает изменение полной энергии системы. Получается, что, сначала автор ищет условия, при которых $\Delta W < 0$, а затем на рис.2 показывает положительные значения ΔW .
3. При описании дефектов в нитридных композитных структурах автор не объясняет, как формируются и где располагаются сидячие дислокации.

Сделанные замечания не изменяют общую положительную оценку работы. Она соответствует специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела, и требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней. Ее автор А.М.Смирнов, обладает необходимой квалификацией и заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Волков Александр Евгеньевич
доктор физико-математических наук,
профессор кафедры теории упругости
Санкт-Петербургского государственного университета
198504, Россия, Санкт-Петербург, Университетский пр. д.28
a.volkov@spbu.ru

НАЧАЛЬНИК

Н. И. МАШТЕПА

Текст документа размещен
в открытом доступе
на сайте ЦИТРУ по адресу
http://www.citru.ru

ДОКУМЕНТ
ПОДГОТОВЛЕН
ПО ЛИЧНОЙ
ИНИЦИАТИВЕ

27.11.2017

2017

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Смирного Андрея Михайловича «Дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в цилиндрических, сферических и плоских композитных структурах», представленной на соискания ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела (физико-математические науки)

Теоретические и экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния композитных наноструктур (КНС) и устойчивости КНС к образованию в них дефектов является важной задачей с практической точки зрения. Поэтому **актуальность работы**, посвященной исследованию процессов релаксации напряжений несоответствия путем зарождения ДН в различных композитных структурах и определение критических условий релаксации, не подлежит сомнению.

Структура и объем работы, судя по автореферату, соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатской диссертации. О **достоверности** полученных результатов свидетельствует согласованность теоретических расчетов с имеющимися экспериментальными данными и соблюдение фундаментальных физических принципов при построении теоретических моделей, а также использование стандартных математических пакетов.

Научная новизна и практическая значимость работы достаточны для кандидатской диссертации и обоснованы в тексте автореферата. Результаты работы доложены на международных конференциях и отражены в многочисленных публикациях, в том числе, в журналах, рекомендованных Перечнем ВАК.

Замечания по работе. Мне кажется, что раздел «Научная новизна» излишне перегружен описанием исторических сведений, место которых в разделе актуальности работы.

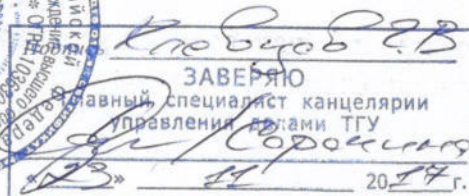
Заключение. Считаю, что представленная работа соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Смирнов Андрей Михайлович заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела (физико-математические науки)

Профессор кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» (ТГУ), доктор технических наук, профессор (05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов, 1992 г.)

Клевцов Геннадий
Всеволодович

23.11.2017 г.

Адрес: 445020, Россия, г. Тольятти, Самарская обл., ул. Белорусская, 14. Тел.: +7(8482)54-64-24. E-mail: office@tgu.ru



ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Смирнова Андрея Михайловича «Дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в цилиндрических, сферических и плоских композитных структурах», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»

Получение материалов с прогнозируемыми свойствами с необходимостью требует анализа их структуры. Например, свойства современных полупроводниковых материалов для передовых оптоэлектронных устройств (лазеров, светодиодов и т.п.) сильно зависят от их дефектной структуры: наличие дислокаций несоответствия может вызывать деградацию оптических свойств материала. В связи с насущной потребностью в использовании новейших материалов в различных областях техники, предсказание их дефектной структуры представляется весьма актуальным

В работе А.М. Смирнова впервые теоретически описываются критические условия образования прямоугольных и круговых призматических дислокационных петель, полных и частичных дислокаций несоответствия, а также их диполей в различных композитных наноструктурах. Приведено ранжирование композитных наноструктур (полых и сплошных композитных наночастиц и нанопроволок, двух- и трехслойных пластин) по степени устойчивости к зарождению дислокаций несоответствия. В работе впервые дано теоретическое описание зарождения дислокаций несоответствия за счет призматического скольжения в гетероструктурах на основе нитридов металлов III группы с учетом кристаллической симметрии материала гетероструктуры. Таким образом, работа обладает высокой степенью научной новизны

Достоверность полученных автором результатов подтверждается согласованностью расчетов и экспериментальных данных. Результаты работы опубликованы в ведущих российских и международных научных изданиях, а также доложены на российских и международных конференциях.

В качестве замечания можно высказать сожаление об отсутствии практических рекомендаций по оптимизации процесса роста гетероструктур, следующих из теоретических выводов, сформулированных в конце автореферата (стр. 20): как получить полые наночастицы и нанопроволоки (вывод 1), или как на практике достичь перехода от базисного скольжения к призматическому (вывод 4)?

Высказанные замечания не могут существенно снизить в целом положительного впечатления от представляемой работы. Судя по автореферату, рассматриваемая диссертация «Дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в цилиндрических, сферических и плоских композитных структурах» удовлетворяет требованиям ВАК и соответствует пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 28.08.2017), а автор работы Смирнов Андрей Михайлович, заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой физики,
декан факультета фундаментальной подготовки
СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

С. Н. Колгатин

Почтовый адрес организации:
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича"
193382, Россия, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, 22, к. 1
E-mail: kolgatin@spbgut.ru

Подпись С.Н. Колгатина
даверено.
Начальник отдела кадров - зам.
начальника административно-
кадрового управления
В.В. Новикова



ОТЗЫВ

*на автореферат диссертации Смирнова Андрея Михайловича
«ДИСЛОКАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ РЕЛАКСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ
НЕСООТВЕТСТВИЯ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ, СФЕРИЧЕСКИХ И
ПЛОСКИХ КОМПОЗИТНЫХ СТРУКТУРАХ», представленной на соискание
ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности
01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.*

Работа посвящена исследованию процессов релаксации напряжений несоответствия в композитных наноструктурах различной конфигурации путем зарождения дислокаций несоответствия и определению критических условий релаксации, при которых дислокация становится энергетически выгодной. Исследование проводилось с помощью математического моделирования зарождения дислокаций несоответствия в полых и сплошных композитных нанопроволоках и наночастицах типа «ядро-оболочка» и сравнения критических параметров для зарождения и скольжения призматических дислокационных петель в данных структурах.

Цели и задачи работы являются актуальными, поскольку они направлены на исследование природы зарождения дефектов в композитных наноструктурах, которые могут повлиять на их физические и механические свойства. Теоретические подходы к анализу условий зарождения дефектов позволят определить критические параметры, контролирующие появление дефектов, что в конечном итоге даст возможность предсказания физико-механического поведения исследуемых структур.

Научной новизной работы является то, что впервые рассмотрено зарождение частичных и полных дислокаций несоответствия, а также их диполей в композитных нанопроволоках с ядром в виде длинного параллелепипеда с учетом влияния свободной поверхности нанопроволоки. Приведены количественные оценки изменений энергии наночастицы и нанопроволоки типа «ядро-оболочка», двух- и трехслойной пластины, сопровождающие зарождение в них прямоугольных дислокационных петель и определены области, в которых следует ожидать преимущественного зарождения таких дислокационных петель, а также определена их оптимальная форма. Выявлены композитные наноструктуры наиболее устойчивые к зарождению прямоугольных призматических дислокационных петель. Проведен анализ зарождения дислокаций несоответствия в III -нитридных композитных структурах путем базисного и призматического скольжения с учетом кристаллической симметрии этих структур.

В качестве замечания хотелось бы отметить, что в автореферате в разделе о достоверности результатов сказано о согласовании полученных результатов с имеющимися экспериментальными данными, но в дальнейшем нет информации как эти данные были получены.

В целом, диссертационная работа является законченным научным исследованием, выполненным на высоком уровне, и удовлетворяет всем

требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Смирнов Андрей Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – "Механика деформируемого твердого тела"

Заведующий лабораторией физических основ прочности
Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук" - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук ("ИМСС УрО РАН")
Доктор физико-математических наук
Профессор



Наймак О.Б.

Научный сотрудник лаборатории физических основ прочности
Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук" - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук ("ИМСС УрО РАН")
кандидат физико-математических наук



Банников М.В.

Наймак О.Б. naimark@icmm.ru

Россия, 614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, 1, тел. (342)2-378-389

Банников М.В. mbannikov@icmm.ru тел.

Россия, 614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, 1, тел. (342)2-378-312

Я, Наймак Олег Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Смирнова Андрея Михайловича, и их дальнейшую обработку.

Я, Банников Михаил Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Смирнова Андрея Михайловича, и их дальнейшую обработку.



О Т З Ы В

на автореферат диссертации Смирнова Андрея Михайловича «Дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в цилиндрических, сферических и плоских композитных структурах», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

В последнее время науки о материалах огромное внимание уделяют композитным наноструктурам (наночастицы и нанопроволоки типа "ядро-оболочка", а также плоские наногетероструктуры) из-за их уникальных электронных, оптических, химических и механических свойств, благодаря которым эти функциональные материалы широко применяются в высокотехнологичных и инновационных отраслях промышленности. Композитные наноструктуры как материалы, состоящие из фаз с различающимися параметрами кристаллической решетки и упругими постоянными могут содержать различные дефекты и это делает их весьма нетривиальными с точки зрения описания их структуры и свойств. В частности, наличие полости в некоторых композитных наночастицах приводит к снижению квантового выхода фотolumинесценции, а образование дислокационных петель вызывает деградацию их оптических свойств наночастиц. Именно поэтому развитие теоретических подходов к анализу условий зарождения дефектов позволят определить критические параметры композитных наноструктур, контролирующего появление различных дефектов, что в конечном итоге даст возможность предсказания физико-механического поведения композитных наноструктур. Все вышесказанное делает выбор Смирновым А.М. темы диссертационного исследования несомненно актуальным, поскольку связан с теоретическим заданием создания материалов с заранее определенными свойствами.

В работе получен ряд новых результатов, из которых хотелось бы отметить следующие:

- автором приведены количественные оценки изменений энергии наночастицы и нанопроволоки типа «ядро-оболочка», двух- и трехслойной пластины, сопровождающие зарождение в них прямоугольных призматических дислокационных петель, и на этой основе определены те области композитных наноструктур, в которых следует ожидать преимущественного зарождения таких дефектов, а также определена оптимальная форма этих дефектов;
- проведено сравнение критических условий зарождения круговых и прямоугольных призматических дислокационных петель в полых и сплошных наночастицах и нанопроволоках;
- впервые рассмотрено зарождение частичных и полных дислокаций несоответствия, а также их диполей в композитных нанопроволоках с ядром в виде длинного параллелепипеда с учетом влияния свободной поверхности нанопроволоки;

- проведен анализ зарождения дислокаций несоответствия в III-нитридных композитных структурах путем базисного и призматического скольжения с учетом кристаллической симметрии этих структур.

По результатам проведенных исследований представлены рекомендации, которые позволяют уменьшить количество дорогостоящих экспериментов, необходимых для получения композитных наноструктур с прогнозируемым составом дефектов.

В качестве замечания хотелось бы отметить следующее. На стр. 14 автореферата приведен рисунок 6, в котором зависимости критической толщины оболочки от параметра несоответствия в случае круговых призматических дислокационных петель сливаются друг с другом и лишают график наглядности. Автору следовало бы изменить масштаб на малых значениях параметра несоответствия и, тем самым, улучшить восприятие представляемых результатов. Однако, хочу отметить, что сделанное замечание касается скорее оформления и не умаляет достоинств работы, поскольку все поставленные и решённые автором диссертации задачи были полностью выполнены.

Работа является законченным исследованием, имеет научную новизну и как теоретическую, так и практическую значимость. Результаты работы прошли апробацию на научных конференциях как российского, так и международного уровня. Публикации автора соответствуют теме диссертационного исследования и полностью отражают содержание работы. Замечу, что автор представил результаты своих исследований в весьма высокорейтинговых изданиях как общероссийского, так и международного уровня (Физика твердого тела, Acta Materialia, APL Materials).

На основании вышеизложенного можно утверждать, что диссертация «Дислокационные модели релаксации напряжений несоответствия в цилиндрических, сферических и плоских композитных структурах» отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Смирнов Андрей Михайлович заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Доктор физико-математических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник НИО-2

"Физика прочности и интеллектуальные диагностические системы",

профессор кафедры общей и теоретической физики

ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»

Ясников Игорь Станиславович

445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14

e-mail: yasnikov@phystech.edu

тел. +7 (8482) 54-64-44



Ясников

21.11.2017

Подпись *Ясникова И.С.*
ЗАВЕРЯЮ
Зам. начальника управления делами ТГУ
Шпомер Н.В. Шпомер
21. 11. 2017 г.