

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

о диссертации Ю.И. Викулиной «Эффект поверхностных и межфазных напряжений в деформируемом теле с плоской и рельефной поверхностью», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Актуальность темы диссертации.

Нанопленки, нанопроволоки, нанотрубки, наночастицы имеют широкий спектр применения в технике, что приводит к необходимости всестороннего исследования свойств этих материалов, а также свойств поверхностных и межфазных наноструктур. На таких масштабных уровнях даже в твердых телах доминирующими становятся квантовые и поверхностные эффекты, которые оказывают значительное влияние на механические и электрические свойства наноматериалов, а одной из главных причин их исключительных механических свойств являются поверхностные напряжения. Кроме того, состояние поверхности во многих микроэлектронных и оптических устройствах имеет первостепенное значение, особенно на наноструктурном уровне, и не меньшее значение имеет состояние межзеренной границы в кристаллических материалах. Поэтому тема диссертации, которая направлена на разработку и развитие методов решения соответствующих краевых задач на наномасштабном уровне при учете поверхностных напряжений и анализ наноэффектов, несомненно актуальна.

Работа объемом 85 страниц состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 50 наименований, 18 рисунков и 1 таблицы.

Достоверность и новизна полученных результатов.

Наиболее значительными новыми результатами диссертации являются:

1. Разработан новый подход к решению ряда краевых двумерных задач, постановка которых основана на определяющих соотношениях объемной и поверхностной теорий упругости. Метод аналитического решения рассмотренных задач состоит в построении однотипных гиперсингулярных интегральных уравнений.
2. Впервые получено точное решение задачи о деформации упругой полуплоскости при действии произвольной периодической внешней нагрузки и поверхностного напряжения.
3. Разработан метод возмущений при решении двумерных задач для упругих областей с наноразмерным рельефом внешней или межфазной

поверхности. Построен алгоритм нахождения любого приближения и метод точного решения полученного для каждого приближения однотипного гиперсингулярного интегрального уравнения в случае периодического искривления поверхности.

4. Проанализирован размерный эффект, который связан с наличием поверхностных напряжений и проявляется в зависимости напряженного состояния от периода изменения нагрузки, а также от периода искривления поверхности и интерфейса.

Достоверность полученных в диссертации результатов и выводов обусловлена корректной постановкой исследуемых проблем, использованием апробированных гипотез и математических методов, строгой постановкой математических задач, совпадением с результатами теоретических и экспериментальных исследований других авторов. В частности, полученные в работе результаты качественно согласуются с результатами решений аналогичных задач наномеханики, а существование выявленного размерного эффекта было установлено в ряде экспериментальных и теоретических работ.

Ценность для науки и практики.

С теоретической точки зрения результаты диссертации вносят значительный вклад в механику наноматериалов, а проведенные в работе исследования открывают перспективы для распространения предложенных подходов на другие типы задач.

Предложенный в работе метод решения задач с поверхностными и межфазными напряжениями может быть распространен на задачи для пленочно-упругого покрытия при учете поверхностных напряжений на внешней поверхности и межфазных – на интерфейсе. Результаты данной работы позволяют дать теоретическое объяснение уникальных механических свойств наноматериалов и наноструктур и могут быть использованы для оценки работоспособности оптических и электронных устройств, поверхности которых имеют дефекты нанометрового размера. Найденные решения могут также быть использованы для оценки точности и достоверности результатов, полученных численными методами и с помощью компьютерного моделирования.

Замечания по работе.

1. В работе не рассмотрены эффекты, связанные с дискретностью среды, что особенно важно при воздействии точечной нагрузки. Желательна хотя бы грубая оценка влияния дискретности на полученные результаты.

2. Была бы полезно дать физическую интерпретацию смены знака нормальной нагрузки (функция (6.2), рис. 1.3б), приводящий к возникнове-

нию областей напряжений противоположного знака при моделировании точечного давления.

3. На рис. 1.6, 1.7 было бы уместно добавить кривые, соответствующие решению задачи в классической постановке.

4. Желательно было бы уточнить, в каких материалах особенно важен учет эффектов, рассмотренных в работе.

Указанные замечания не умаляют значимости полученных результатов и не снижают общей положительной оценки работы. Диссертация Ю.И. Викулиной является законченным научным исследованием и выполнена на высоком профессиональном уровне. Полученные в ней новые и оригинальные результаты представляют большой практический и теоретический интерес и могут служить богатым методическим материалом для научных и инженерно-технических работников, а также в учебном процессе в ВУЗах.

Основное содержание диссертации изложено в 10 опубликованных работах автора, из которых 2 входят в перечень ВАК, и полно отражено в автореферате.

Диссертационная работа Ю.И. Викулиной отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент

доктор физ.-мат. наук, профессор

А.М. Кривцов

15 сентября 2014 года

