

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию М. А. Волкова

«Механические свойства анизотропных кристаллов и нанотрубок с отрицательным коэффициентом Пуассона некоторых кристаллических систем»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Активное развитие материаловедения и нанотехнологий в XXI веке создало предпосылки для создания материалов с принципиально новыми свойствами. Среди них выделяются ауксетики — материалы с отрицательным коэффициентом Пуассона. Благодаря специфическим деформационным свойствам ауксетики могут эффективно использоваться для создания крепежных систем, молекулярных фильтров, создания «умных» материалов и повышения эффективных характеристик композиционных материалов. Кроме того, подходы, развиваемые для исследования ауксетиков, могут с успехом применяться для анализа и дизайна широкого класса кристаллических материалов и материаломорфных механических конструкций. Сказанное свидетельствует о **несомненной актуальности** темы данной диссертационной работы.

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка цитируемой литературы и трех приложений. Промежуточные выводы по главам даются в конце глав и в заключении. Работа содержит 36 таблиц и 17 иллюстраций. Объем диссертации 165 страниц. Список цитируемой литературы насчитывает 106 источников.

Во **Введении** обоснована актуальность темы диссертации и приводится обзор литературы, сформулированы цели диссертации. Представлены сведения об апробации результатов и список основных публикаций автора. Дано описание структуры диссертации с её кратким содержанием.

В **первой главе** в рамках теории упругости рассмотрено растяжение прямолинейно-анизотропных кристаллов и цилиндрически-анизотропных хиральных трубок из кристаллов различных систем. Приводятся зависимости модуля Юнга и коэффициента Пуассона прямолинейно-анизотропных кристаллов от констант упругости, направления растяжения и поперечного направления. Для цилиндрически-анизотропных трубок в рамках теории упругости определены зависимости модуля Юнга и коэффициентов Пуассона от упругих постоянных кристалла, угла хиральности, отношения внешнего радиуса трубки к внутреннему и радиальной координаты.

Во **второй главе** обсуждаются результаты анализа изменчивости выражений для модуля Юнга и коэффициента Пуассона прямолинейно-анизотропных кристаллов семиконстантной ромбоэдрической, шестиконстантной тетрагональной, орторомбической, моноклинной и триклинной систем, выполненного на основании экспериментальных данных из справочника Ландолта-Бернштейна. Определены глобальные экстремумы коэффициенты Пуассона и модуля Юнга. Установлено, что коэффициент Пуассона для некоторых ориентаций принимает отрицательные значения примерно у трети проанализированных (более 300) кристаллов. Отмечено, что большинство кристаллов с наибольшим отношением максимального модуля Юнга к минимальному имеют отрицательный коэффициент Пуассона. Проведено сравнение глобальных экстремумов с экстремумами при частных ориентациях.

В **третьей главе** обсуждаются результаты анализа изменчивости модуля Юнга и коэффициентов Пуассона (соответствующих деформации в радиальном и угловом направлениях) цилиндрически-анизотропных хиральных трубок из кристаллов семиконстантной ромбоэдрической, шестиконстантной тетрагональной, орторомбической и моноклинной систем, выполненного на основании экспериментальных данных. Определены трубки, у которых один из коэффициентов Пуассона (радиальный или угловой) принимает отрицательные значения при определенных значениях угла хиральности и отношения внешнего радиуса трубки к внутреннему. Показано, что угол хиральности и отношение внешнего радиуса трубки к внутреннему могут оказывать значительное влияние на величину модуля Юнга и коэффициентов Пуассона трубок. Отмечено, что количество цилиндрически-анизотропных трубок с отрицательным коэффициентом Пуассона превосходит количество ауксетических прямолинейно-анизотропных кристаллов.

Заключение содержит перечень основных результатов и выводы.

Важные научные результаты, полученные лично соискателем, состоят в следующем:

1. Получены зависимости модуля Юнга и коэффициентов Пуассона цилиндрически-анизотропных хиральных трубок от упругих постоянных и геометрических характеристик кристаллических структур.

2. Проведен сравнительный анализ экстремальных значений коэффициента Пуассона для прямолинейно-анизотропных кристаллов семиконстантной ромбоэдрической, шестиконстантной тетрагональной, орторомбической, моноклинной и триклинной систем.

3. Получены оценки модуля Юнга и коэффициентов Пуассона цилиндрически-анизотропных хиральных трубок из семиконстантных ромбоэдрических, шестиконстантных тетрагональных, орторомбических и моноклинных трубок. Выявлены трубки с отрицательным коэффициентом Пуассона.

4. Установлено, что количество цилиндрически-анизотропных трубок с отрицательным коэффициентом Пуассона превосходит количество ауксетических прямолинейно-анизотропных кристаллов.

Обоснованность и достоверность результатов диссертации обеспечивается использованием апробированных аналитических методов сопоставлением полученных результатов с экспериментальными данными и литературными источниками.

По диссертации имеются замечания:

1. Спорным является утверждение на стр.3 диссертации о том, что для анизотропных материалов не существует теоретических ограничений на величину коэффициента Пуассона.
2. На стр. 10 опечатка: «метод молекулярной динами».
3. Утверждения на стр.10 о том, что ауксетичность проявляется для половины кубических кристаллов, требуют конкретизации и обоснования.
4. В таблицах приведен большой объем данных по ауксетическим свойствам, работу бы украсил более подробный сравнительный анализ полученных данных для различных кристаллических материалов.
5. Желателен более подробный анализ возможностей практического применения рассмотренных материалов, обладающих ауксетическими свойствами.

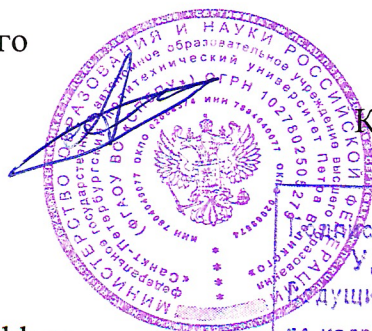
Указанные замечания не ставят под сомнение полученные результаты и не снижают общую положительную оценку работы.

Заключение. Автор продемонстрировал высокую квалификацию, блестящее владение аналитическими и вычислительными методами. Все результаты исследований автора опубликованы в открытой печати. Автореферат отражает содержание диссертации. Работа полностью соответствует Требованиям п.9 Постановления Правительства РФ от 29 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней». Волков Михаил Андреевич заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Зав. каф. «Теоретическая механика»
Санкт-Петербургского политехнического
университета Петра Великого,
д.. ф.-м. н, профессор

Адрес: 195251, Санкт-Петербург,
Политехническая, 29

Тел.:(911)121-40-35, E-mail: akrivtsov@bk.ru



Кривцов А. М.
30.01.2018 г.

