



НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

С.А. Лурье, П.А. Белов,
Л.Н. Рабинский, С.И. Жаворонок

МАСШТАБНЫЕ ЭФФЕКТЫ
В МЕХАНИКЕ СПЛОШНЫХ СРЕД.
МАТЕРИАЛЫ С МИКРО-
И НАНОСТРУКТУРОЙ

Издательство МАИ

С.А. ЛУРЬЕ, П.А. БЕЛОВ,
Л.Н. РАБИНСКИЙ, С.И. ЖАВОРОНОК

**МАСШТАБНЫЕ ЭФФЕКТЫ
В МЕХАНИКЕ СПЛОШНЫХ СРЕД.
МАТЕРИАЛЫ С МИКРО-
И НАНОСТРУКТУРОЙ**

Москва
Издательство МАИ
2011

ББК 22.25
М31

М31 **Лурье С.А., Белов П.А., Рабинский Л.Н., Жаворонок С.И.**
Масштабные эффекты в механике сплошных сред. Материалы с
микро- и наноструктурой. — М.: Изд-во МАИ, 2011. 160 — с.: ил.
ISBN 978-5-4316-0052-4

В книге обсуждаются масштабные эффекты в механике сплошных сред, а также некоторые прикладные задачи, связанные с их учетом. Дается последовательный вывод вариантов градиентных теорий упругости первого порядка, соответствующих учету полей свободных деформаций для сохраняющихся дислокаций. Приводятся полные вариационные модели линейных градиентных теорий упругости, учитывающих масштабные эффекты в объеме и поверхностные эффекты.

Для научных сотрудников, специализирующихся в области механики сплошных сред; аспирантов и студентов старших курсов.

Рецензенты:

доктор физ.-мат. наук *А.А. Думанский*;
доктор техн. наук *В.М. Дмитриев*

ISBN 978-5-4316-0052-4

© Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет), 2011

© Учреждение Российской академии наук — Институт прикладной
механики РАН, 2011

ПРЕДИСЛОВИЕ

Монография посвящена проблеме учета масштабных эффектов в механике сплошных сред. Попытки учета масштабных эффектов в механике деформируемых тел предпринимались достаточно давно, в первую очередь, вероятно, в связи с описанием влияния дефектов, распределенных по объему материала, на эффективные свойства материала.

Обсуждаемые в книге масштабные эффекты носят несколько иной характер. Они определяются градиентной нелокальностью, которая возникает равно как при учете полей свободных деформаций, связанных с различными полями дефектов (или со структурными особенностями материала), так и при учете вклада в процесс деформирования тел градиентов полей деформаций. Градиентные теории упругости с дополнительными физическими размерными параметрами (масштабными параметрами) были развиты именно для учета такого рода эффектов в рамках континуальных моделей механики сплошных сред. Появление феноменологических градиентных моделей поначалу не имело большого практического значения. В настоящее время повышенный интерес к градиентным теориям упругости во многом обязан новым задачам в механике деформируемых неоднородных структур. Эти задачи возникли в связи с необходимостью моделирования существенно неклассических эффектов, связанных с влиянием характерных размеров структуры изучаемых неоднородных сред (диаметра включения в наполненных композитах, размеров зерна в керамиках и пр.) на эффективные механические свойства для нового класса микро- и наноструктурных материалов.

В книге кратко обсуждаются масштабные эффекты в механике сплошных сред, а также некоторые прикладные задачи, связанные с

их учетом. Дается последовательный вывод вариантов градиентных теорий упругости первого порядка, соответствующих учету полей свободных деформаций для сохраняющихся дислокаций (или учету наряду с полями деформаций первых производных от полей деформаций). Приводятся полные вариационные модели линейных градиентных теорий упругости, учитывающих не только масштабные эффекты в объеме, но и поверхностные эффекты.

В качестве иллюстраций в книге приводятся примеры построения частных моделей сред, учитывающих масштабные эффекты, которые могут представлять практический интерес (теории пористых сред, термоупругость). В заключительной главе обсуждаются некоторые задачи, допускающие аналитические решения, для которых на качественном и на количественном уровне показывается значимость учета масштабных эффектов.

В написании главы 1 принимали участие все авторы; глава 2 написана С.А. Лурье и П.А. Беловым; глава 3 — С.А. Лурье, П.А. Беловым и С.И. Жаворонком; глава 4 — С.А. Лурье, Л.Н. Рабинским совместно с Ю.О. Соляевым; глава 5 — П.А. Беловым и С.А. Лурье.

Авторы выражают признательность аспиранту Ю.О. Соляеву, оказавшему большую помощь при подготовке книги.