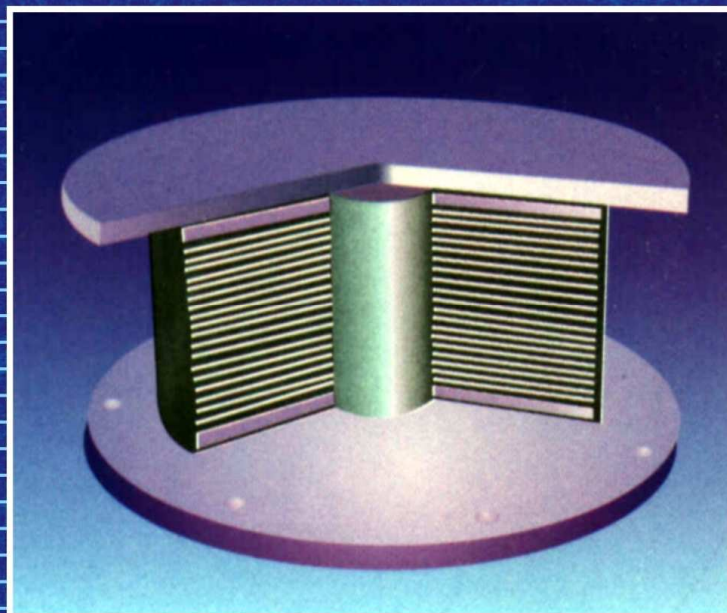


Н.Н. Фролов, С.Ю. Молдаванов, С.Б. Лозовой

# МЕХАНИКА ТОНКОСЛОЙНЫХ РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ



**Н.Н. Фролов, С.Ю. Молдаванов, С.Б. Лозовой**

**МЕХАНИКА ТОНКОСЛОЙНЫХ  
РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ  
ЭЛЕМЕНТОВ**

Краснодар  
2011

УДК 539.3+ 678.4  
ББК 22.251+ 35.72  
Ф 91

Рецензенты:

*В.А. Бабешко, академик РАН, д-р физ.-мат. наук,*

*Кубанский государственный университет,*

*Ж.М. Бледнова, д-р техн. наук,*

*Кубанский государственный технологический университет*

Ф 91 **Фролов, Николай Николаевич.**

Механика тонкослойных резинометаллических элементов: монография / Н.Н. Фролов, С.Ю. Молдаванов, С.Б. Лозовой; ГОУ ВПО «Кубан. гос. технол. ун-т». – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2011. – 218 с.

ISBN 978-5-91718-112-7

В монографии впервые дается систематическое изложение теории термовязкоупругости эластомеров, разработкой которой занимались ведущие сотрудники кафедры строительной механики и сопротивления материалов Кубанского государственного технологического университета на протяжении последних тридцати пяти лет. В рамках этой теории разработаны эффективные и достоверные численные методы расчета эластомерного слоя и многослойных конструкций, состоящих из тонких чередующихся резиновых и армирующих слоев. Расчеты тонкослойных резинометаллических элементов (ТРМЭ) реализованы с помощью метода конечных элементов (МКЭ) с учетом малой объемной сжимаемости резины. Рассматриваются вопросы статики, термоупругости, динамики, устойчивости, вязкоупругости и диссипативного разогрева.

Книга предназначена для научных и инженерно-технических работников, специализирующихся в области механики деформируемого тела.

ББК 22.251+ 35.72  
УДК 539.3+ 678.4

ISBN 978-5-91718-112-7

© ООО «Издательский Дом – Юг», 2011  
© Н.Н. Фролов, 2011  
© С.Ю. Молдаванов, 2011  
© С.Б. Лозовой, 2011

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	5
Введение .....	8
<b>Глава 1. Физические соотношения термовязкоупругости структурно-неоднородных слабосжимаемых эластомеров .....</b>	<b>20</b>
§1. Обозначения и соотношения термомеханики простых материалов с памятью .....	20
§2. Основные гипотезы теории термовязкоупругости структурно-неоднородных эластомеров. Свободные энергии эластичной матрицы и элементов неоднородности .....	25
§3. Построение функционала удельной свободной энергии структурно-неоднородных эластомеров .....	31
§4. Учет сжимаемости эластомеров .....	38
§5. Построение определяющих уравнений .....	42
§6. Частный случай зависимости механических параметров элементов неоднородности от температуры .....	44
§7. Построение Однокомпонентной модели структурно-неоднородных эластомеров .....	47
§8. Основные соотношения термовязкоупругости структурно-неоднородных эластомеров при малых деформациях .....	52
§9. Определение структурно-механических параметров эластомеров .....	54
<b>Глава 2. Конечные упругие деформации тел из высокоэластичных слабосжимаемых материалов .....</b>	<b>67</b>
§1. Постановка задачи .....	67
§2. Определяющие уравнения .....	70
§3. Применение метода конечных элементов. Особенности численной реализации .....	72
§4. Сжатие резинового куба двумя абсолютно жесткими плоскими штампами .....	78
§5. Конечные упругие деформации резинового цилиндра .....	87
§6. Кручение куба из гиперупругого слабосжимаемого материала .....	96
§7. Расчет двухслойного резинометаллического параллелепипеда .....	101
§8. Расчет напряженно-деформированного состояния резинового уплотнителя в условиях соприкосновения с системой жестких штампов .....	104

<b>Глава 3. Вынужденные колебания предварительно деформированных тел при моногармоническом догрузении</b> .....	114
§1. Вариационная постановка задачи .....	114
§2. Построение приближенного решения задачи по методу усреднения в сочетании с МКЭ .....	117
§3. Вынужденные моногармонические колебания предварительно деформированных вязкоупругих тел .....	124
§4. Колебания тонкослойных резинометаллических опор при кинематическом возбуждении .....	139
<b>Глава 4. Связанные задачи термовязкоупругости структурно-неоднородных слабосжимаемых эластомеров</b> .....	150
§1. Вариационная постановка связанной задачи и метод ее решения .....	150
§2. Диссипативный разогрев предварительно деформированного резинового куба при кинематическом догрузении .....	161
§3. Расчет теплообразования в резиновом цилиндре при гармоническом нагружении .....	167
§4. Расчет температурных полей и напряжений в слоистом резинометаллическом виброизоляторе .....	171
<b>Глава 5. Применение тонкослойных резинометаллических элементов для сейсмоизоляции зданий</b> .....	178
§1. Анализ существующих методов сейсмоизоляции зданий и сооружений .....	178
§2. Расчет многослойного резинометаллического цилиндра в режиме заданных перемещений .....	183
§3. Расчет цилиндрического резинометаллического сейсмоизолятора .....	186
§4. Оценка эффективности сейсмоизоляции с использованием тонкослойных резинометаллических опор .....	189
<b>Заключение</b> .....	196
<b>Список использованной литературы</b> .....	198