

Министерство образования и науки Российской Федерации  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

В.Г. АТАПИН

СОПРОТИВЛЕНИЕ  
МАТЕРИАЛОВ  
КРАТКИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

Утверждено  
Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК  
2011

УДК 620.1(075.8)  
А 92

Рецензенты: *профессор, доктор техн. наук В.П. Гилета*  
*профессор, доктор техн. наук Г.А. Куриленко*

Работа подготовлена на кафедре  
теоретической механики и сопротивления материалов  
для студентов механико-технологического факультета  
всех форм обучения

**Атапин В.Г.**

А 92 Сопротивление материалов. Краткий теоретический курс :  
учеб. пособие / В.Г. Атапин. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. –  
204 с.

ISBN 978-5-7782-1593-1

В пособии изложен теоретический курс сопротивления материалов,  
предназначенный для быстрой и эффективной подготовки студентов к  
сдаче экзамена и зачета, защите расчетно-графических заданий, тести-  
рованию, контрольным работам.

**УДК 620.1(075.8)**

**ISBN 978-5-7782-1593-1**

© Атапин В.Г., 2011  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2011

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ</b> .....	7
1.1. Задачи, термины.....	7
1.2. Модели прочностной надежности .....	9
1.3. Виды деформации стержня.....	15
1.4. Внутренние силы. Метод сечений.....	16
1.5. Напряжения .....	19
1.6. Деформации и перемещения.....	20
1.7. Закон Гука.....	23
1.8. Принципы сопротивления материалов .....	23
1.9. Методы расчета элементов конструкций.....	24
<b>2. РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ СТЕРЖНЕЙ</b> .....	26
2.1. Нормальная сила. Напряжение .....	26
2.2. Деформации и перемещения.....	29
2.3. Испытание материалов на растяжение и сжатие .....	32
2.4. Расчеты на прочность .....	36
2.5. Растяжение стержня с учетом собственного веса .....	41
2.6. Статически неопределимые задачи.....	42
2.7. Учет влияния температуры .....	45
2.8. Стержневые системы.....	46
<b>3. ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАПРЯЖЕННОГО И ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ. МОДЕЛИ РАЗРУШЕНИЯ</b> .....	48
3.1. Напряженное состояние в точке .....	48
3.2. Напряжения в площадке общего положения.....	50
3.3. Главные площадки. Главные напряжения .....	51
3.4. Плоское напряженное состояние.....	54

3.5. Исследование напряженного состояния с помощью кругов Мора .	56
3.6. Деформированное состояние .....	59
3.7. Модели упругости.....	61
3.8. Потенциальная энергия деформации .....	61
3.9. Модели статического разрушения.....	62
<b>4. КРУЧЕНИЕ СТЕРЖНЕЙ</b> .....	66
4.1. Чистый сдвиг .....	66
4.2. Кручение стержня с круглым поперечным сечением.....	68
4.3. Кручение стержня с некруглым поперечным сечением.....	76
4.4. Статически неопределимые задачи.....	77
<b>5. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ СТЕРЖНЕЙ</b> .....	78
5.1. Геометрические характеристики сечений .....	78
5.2. Статические моменты площади поперечного сечения.....	80
5.3. Моменты инерции площади поперечного сечения.....	81
<b>6. ИЗГИБ СТЕРЖНЕЙ</b> .....	85
6.1. Внутренние силовые факторы .....	85
6.2. Напряжения в стержне при чистом изгибе.....	89
6.3. Напряжения в стержне при поперечном изгибе.....	98
6.4. Касательные напряжения при поперечном изгибе тонкостенных стержней .....	103
6.5. Перемещения при изгибе .....	108
6.6. Балки равного сопротивления .....	111
<b>7. СЛОЖНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ СТЕРЖНЕЙ</b> .....	114
7.1. Косой изгиб .....	114
7.2. Внецентренное растяжение и сжатие.....	118
7.3. Изгиб с кручением .....	121
7.4. Пространственные стержневые системы.....	123
<b>8. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ДЕФОРМАЦИИ. ОБЩИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ</b> .....	127
8.1. Потенциальная энергия деформации стержня .....	127
8.2. Теоремы взаимности работ и перемещений.....	131

8.3. Интеграл Максвелла-Мора.....	132
8.4. Способ Верещагина .....	134
<b>9. РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ МЕТОДОМ СИЛ.....</b>	<b>141</b>
9.1. Связи. Степень статической неопределимости.....	141
9.2. Метод сил .....	146
9.3. Определение перемещений в статически неопределимых системах	153
<b>10. УСТОЙЧИВОСТЬ СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ.....</b>	<b>154</b>
10.1. Понятие об устойчивости.....	154
10.2. Задача Эйлера.....	155
10.3. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности .....	160
10.4. Расчеты на устойчивость.....	161
<b>11. ПРОЧНОСТЬ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЯХ .....</b>	<b>165</b>
11.1. Основные определения.....	165
11.2. Кривая усталости. Предел выносливости .....	169
11.3. Диаграмма предельных амплитуд .....	171
11.4. Факторы, влияющие на предел выносливости.....	174
11.5. Модели усталостного разрушения .....	178
<b>12. ДИНАМИКА .....</b>	<b>183</b>
12.1. Динамические нагрузки.....	183
12.2. Расчет движущихся с ускорением систем .....	184
12.3. Удар.....	187
12.4. Колебания упругих систем.....	192
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>203</b>