

УДК 539.3/.6 (075)  
ББК 30.121я7  
С32

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Казанского национального исследовательского технологического университета*

*Рецензенты:*

*д-р физ.-мат. наук, проф. Р. А. Каюмов  
д-р физ.-мат. наук, проф. И. Н. Сидоров*

**С32** **Серазутдинов М. Н.** Основные разделы сопротивления материалов : учебное пособие / М. Н. Серазутдинов; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2019. – 264 с.

ISBN 978-5-7882-2706-1

Представлен материал по основным разделам сопротивления материалов. Изложены основы теории, рассмотрены методы расчетов деформируемых элементов конструкций.

Предназначено для студентов механических специальностей, изучающих дисциплины «Сопротивление материалов» и «Техническая механика».

Подготовлено на кафедре теоретической механики и сопротивления материалов.

**УДК 539.3/.6 (075)**  
**ББК 30.121я7**

ISBN 978-5-7882-2706-1 © Серазутдинов М. Н., 2019  
© Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>Глава 1. Основные понятия сопротивления материалов</b> .....	5
1.1. Основные гипотезы сопротивления материалов .....	5
1.2. Реальный объект и расчетная схема .....	6
1.3. Внутренние силы .....	12
1.4. Понятия о напряжениях .....	14
1.5. Понятия о перемещениях и деформациях .....	15
1.6. Правила знаков для напряжений и внутренних сил .....	16
<b>Глава 2. Осевое растяжение – сжатие</b> .....	20
2.1. Внутренние силы при растяжении и сжатии .....	20
2.2. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии, закон Гука, модуль упругости, коэффициент Пуассона .....	23
2.3. Испытание металлов на растяжение .....	28
2.4. Испытание материалов на сжатие .....	34
2.5. Расчет на прочность .....	36
2.6. Потенциальная энергия деформации .....	37
2.7. Статически неопределимые стержневые системы при упругих деформациях .....	38
2.8. Температурные и монтажные напряжения .....	41
<b>Глава 3. Напряженное состояние в точке</b> .....	47
3.1. Главные напряжения .....	48
3.2. Виды напряженного состояния .....	49
3.3. Закон парности касательных напряжений .....	50
3.4. Напряжения на наклонных площадках .....	51
3.5. Главные напряжения при плоском напряженном состоянии .....	53
3.6. Чистый сдвиг .....	55
3.7. Потенциальная энергия деформации при чистом сдвиге .....	58
3.8. Обобщенный закон Гука .....	59
3.9. Потенциальная энергия деформации при объемном напряженном состоянии .....	61
3.10. Теории прочности .....	63
<b>Глава 4. Геометрические характеристики плоских фигур</b> .....	69
4.1. Моменты инерции плоской фигуры .....	70
4.2. Изменение моментов инерции при параллельном переносе и повороте осей координат .....	72
4.3. Главные оси инерции и главные моменты инерции .....	75
4.4. Моменты инерции фигур различной формы .....	76

<b>Глава 5. Кручение, сдвиг и смятие.....</b>	<b>80</b>
5.1. Кручение стержней.....	80
5.2. Напряжения и деформации при кручении .....	82
5.3. Потенциальная энергия деформации при кручении .....	88
5.4. Расчет на прочность болтовых и заклепочных соединений.....	89
5.5. Расчет на прочность сварочных соединений .....	93
<b>Глава 6. Изгиб стержней .....</b>	<b>95</b>
6.1. Основные понятия .....	95
6.2. Нормальные напряжения в балке при изгибе .....	95
6.3. Касательные напряжения в балке при изгибе .....	99
6.4. Эпюры нормальных и касательных напряжений в поперечном сечении балки .....	101
6.5. Расчет на прочность при изгибе .....	106
6.6. Рациональные формы поперечных сечений балок.....	109
6.7. Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента .....	110
6.8. Дифференциальные зависимости между внутренними усилиями и распределенной нагрузкой .....	117
6.9. Перемещения балки при плоском изгибе.....	120
6.10. Метод начальных параметров .....	124
<b>Глава 7. Сложное сопротивление .....</b>	<b>130</b>
7.1. Основные понятия .....	130
7.2. Косой изгиб .....	130
7.3. Внецентренное растяжение–сжатие .....	134
7.4. Изгиб с кручением .....	137
<b>Глава 8. Устойчивость сжатых стержней .....</b>	<b>140</b>
8.1. Критическая сила для сжатого стержня .....	141
8.2. Пределы применимости формулы Эйлера .....	145
8.3. Расчет на устойчивость с использованием коэффициента снижения допускаемых напряжений .....	147
8.4. Рациональные формы сечений стержней .....	148
<b>Глава 9. Энергетические методы расчета упругих систем.....</b>	<b>150</b>
9.1. Потенциальная энергия деформации стержня при различных видах напряженного состояния .....	150
9.2. Теорема Кастильяно .....	154
9.3. Интеграл Мора .....	157
9.4. Статически неопределимые стержневые системы .....	163
9.5. Метод сил .....	168

<b>Глава 10. Упругопластическое деформирование стержней</b> .....	175
10.1. Диаграммы растяжения и сжатия материалов при пластических деформациях .....	175
10.2. Предельное состояние, предельная нагрузка.....	177
10.3. Статически неопределимая стержневая система при упругопластических деформациях .....	180
<b>Глава 11. Концентрация напряжений</b> .....	191
11.1. Общие понятия о концентрации напряжений.....	191
11.2. Концентрация напряжений при растяжении–сжатии, кручении и изгибе.....	195
<b>Глава 12. Прочность материалов при переменных нагрузках</b> ....	199
12.1. Виды циклов напряжений.....	200
12.2. Предел выносливости.....	202
12.3. Диаграмма предельных амплитуд.....	203
12.4. Основные факторы, влияющие на величину предела выносливости .....	206
12.5. Многоцикловая усталостная прочность материалов при действии нестационарных нагрузок .....	208
12.6 Усталостная прочность материалов при возникновении пластических деформаций .....	210
12.7. Определение амплитуды разрушающих деформаций и напряжений .....	215
12.8. Допускаемое число циклов при расчете на малоцикловую прочность.....	218
<b>Глава 13. Динамика упругих стержней</b> .....	229
13.1. Свободные и вынужденные колебания .....	229
13.2. Уравнение движения деформируемой системы с одной степенью свободы.....	230
13.3. Соударение твердых тел .....	233
13.4. Свободные колебания балки.....	235
13.5. Удар твердым телом по балке .....	239
13.6. Вынужденные колебания балки .....	242
<b>Глава 14. Тонкие оболочки</b> .....	246
14.1. Определение напряжений в оболочках .....	246
14.2. Напряжения в оболочках различной формы.....	251
14.3. Составные оболочки.....	255
<b>Литература</b> .....	259