

УДК 539.3/.6:621.03(075.8)
ББК 30.121я73
С64

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет
им. Б. Б. Городовикова»*

Рецензенты: *А. Н. Орда*, доктор технических наук, профессор УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»;
Т. Ю. Салова, доктор технических наук, профессор ВМПИ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» (г. Санкт-Петербург — Пушкин)

С64 **Сопротивление материалов [Текст] : Учебное пособие /**
Е. В. Афанасенко, Н. А. Куркудинова, В. Н. Основин и др. —
М.: ООО «ИКЦ «Колос-с», 2023. — 252 с.
ISBN 978-5-00129-288-3

В учебном пособии, охватывающем некоторые темы курса «Сопротивление материалов», подробно рассматриваются методы расчетов деталей машин, элементов конструкций и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость.

Каждая тема содержит большое количество примеров с подробным решением задач и задач для самостоятельной работы.

Для студентов агроинженерных и машиностроительных специальностей и направлений бакалавриата учреждений высшего и среднего специального образования. Будет полезно преподавателям вузов и колледжей, инженерам-механикам и всем желающим повысить свои знания в области инженерных расчетов элементов конструкций и деталей машин.

УДК 539.3/.6:621.03(075.8)
ББК 30.121я73

ISBN 978-5-00129-288-3

© Коллектив авторов, 2023
© ООО «ИКЦ «Колос-с», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
Глава 1. Механические свойства материалов и их характеристики	4
1.1. Статические испытания материалов на растяжение.....	4
1.2. Основные механические характеристики прочности материала	7
1.3. Пластическое и хрупкое разрушение материалов	10
1.4. Предельные и допускаемые напряжения материалов	12
1.5. Расчеты элементов конструкций (сооружений) на прочность по допускаемым напряжениям и нагрузкам. Коэффициент запаса прочности	15
1.6. Концентрация напряжений	17
Глава 2. Центральное растяжение и сжатие	20
2.1. Продольная сила и ее зависимость от внешних сил.....	21
2.2. Напряжения при растяжении-сжатии в поперечных и наклонных сечениях.....	22
2.3. Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений и перемещений	27
2.4. Абсолютная и относительная деформации. Закон Гука. Коэффициент Пуассона.....	30
2.5. Условие прочности и жесткости при растяжении и сжатии	32
2.6. Потенциальная энергия упругой деформации	34
2.7. Подбор сечений с учетом собственного веса (при растяжении и сжатии).....	36
2.8. Статически неопределимые задачи растяжения-сжатия.....	37
2.8.1. Определение монтажных напряжений, вызванных	41
2.8.2. Определение температурных напряжений	42
2.9. Примеры расчета	43
2.10. Задачи для самостоятельного решения.....	50
Глава 3. Геометрические характеристики поперечных сечений бруса	54
3.1. Статические моменты площади сечения.....	54
3.2. Осевой, центробежный и полярный моменты инерции сечения	56

3.3. Изменение моментов инерции при параллельном переносе и повороте осей	57
3.4. Главные оси и главные моменты инерции.....	61
3.5. Вычисление главных моментов инерции и определение положения главных центральных осей. Радиусы инерции	62
3.6. Моменты инерции простых сечений	62
3.7. Окружность инерции мо­ра.....	65
3.8. Моменты сопротивления сечений.....	68
3.9. Примеры расчета	69
3.10. Задачи для самостоятельного решения.....	75

Глава 4. Сдвиг..... 77

4.1. Основные понятия о деформации сдвига. Абсолютный и относительный сдвиги.....	77
4.2. Внутренние усилия и напряжения при деформации сдвига. Закон Гука при сдвиге	78
4.3. Связь между модулями упругости E и G для изотропного тела	80
4.4. Расчет на прочность при сдвиге. Потенциальная энергия деформации при сдвиге.....	84
4.5. Расчет заклепочных и болтовых соединений на срез и смятие.....	85
4.6. Примеры расчета	93
4.7. Задачи для самостоятельного решения	96

Глава 5. Кручение 98

5.1. Напряжения в поперечном сечении вала. Крутящий момент.....	99
5.2. Угол закручивания. Потенциальная энергия упругой деформации при кручении	103
5.3. Расчет на прочность и жесткость круглого и кольцевого поперечного сечения	105
5.4. Расчет валов по заданной мощности и числу оборотов.....	107
5.5. Статически неопределимые задачи на кручение	108
5.6. Расчет цилиндрических винтовых пружин с малым шагом витков.....	110
5.7. Примеры расчета	113
5.8. Задачи для самостоятельного решения	121

Глава 6. Изгиб 123

6.1. Общие сведения об изгибе балок. Виды изгиба	123
6.2. Внутренние силовые факторы при изгибе. Нормальные напряжения при изгибе. Эпюры напряжений.....	125

6.3. Построение эпюр изгибающего момента M и поперечной силы Q при изгибе.....	129
6.4. Дифференциальные зависимости при изгибе	133
6.5. Касательные напряжения при изгибе. Эпюры напряжений	134
6.6. Условия прочности при изгибе по нормальным и касательным напряжениям	140
6.7. Рациональные формы поперечного сечения балок.....	142
6.8. Главные напряжения при изгибе	144
6.9. Деформации при изгибе. Угол поворота и прогиб сечения. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.....	146
6.10. Способы определения перемещений при изгибе.....	148
6.11. Балки переменного сечения. Определение деформаций	158
6.12. Примеры расчета.....	164
6.13. Задачи для самостоятельного решения.....	173
Глава 7. Сложное сопротивление.....	176
7.1. Пространственный изгиб, нормальные напряжения в поперечных сечениях и условия прочности.....	177
7.2. Косой изгиб, определение нормальных напряжений в поперечных сечениях бруса	179
7.3. Условие прочности при косом изгибе. Определение размеров и перемещений поперечного сечения.....	182
7.4. Внецентренное растяжение и сжатие бруса. Нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса	185
7.5. Нейтральная ось, ее уравнение и свойства. Условие прочности.....	186
7.6. Понятие о ядре сечения при внецентренном растяжении (сжатии).....	189
7.7. Изгиб с кручением пространственного вала круглого поперечного сечения	192
7.8. Определение положения опасного сечения и диаметра вала с использованием третьей и четвертой теорий прочности.....	196
7.9. Примеры расчета	197
7.10. Задачи для самостоятельного решения.....	206
Глава 8. Продольный изгиб прямых стержней	208
8.1. Понятие об устойчивости сжатых стержней прямолинейной формы.....	208
8.2. Критическая сила. Формула эйлера. Влияние закрепления концов стержня на величину критической силы.....	210

8.3. Пределы применимости формулы эйлера. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формула ясинского	217
8.4. Расчеты сжатых стержней на устойчивость при помощи коэффициента уменьшения основного допускаемого напряжения на сжатие.....	220
8.5. Выбор материалов и рациональной формы поперечных сечений сжатых стержней	222
8.6. Примеры расчета	223
8.7. Задачи для самостоятельного решения	230

Глава 9. Расчет статически неопределимых систем

9.1. Понятие о степени статической неопределимости.....	233
9.2. Метод сил	235
9.3. Определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений.....	237
9.4. Построение суммарных эпюр внутренних усилий.....	239
9.5. Примеры расчета	241
9.6. Задачи для самостоятельного решения	246
Список литературы	247