

Афанасенко, Е. В. Механика материалов: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по техническим специальностям / Е. В. Афанасенко, М. В. Нестеров. — Минск: ИВЦ «Минфина», 2014. — 398, [1] с.: ил., табл. — Библиография: с. 384—385.

УДК 539.3/6(075.8)

ББК 22.2я73

Ч/З №1 — 1 экз.

Рассмотрены теоретические вопросы по основным разделам курса «Механика материалов». Приведены примеры расчетов деталей машин, элементов конструкций и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость.

Для студентов учреждений высшего образования по техническим специальностям. Может быть полезно аспирантам, преподавателям, научным работникам, а также инженерам-конструкторам и производственникам всех специальностей.

Е. В. Афанасенко, М. В. Нестеров

МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов учреждений
высшего образования по техническим специальностям*



Минск
ИВЦ «Минфина»
2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, МЕТОДЫ И ПРИНЦИПЫ МЕХАНИКИ МАТЕРИАЛОВ	5
1.1. Задачи, цель и предмет механики материалов	5
1.2. Краткая история развития науки о механике материалов	7
1.3. Расчетная схема. Типовые формы элементов инженерных сооружений	10
1.4. Внешние силы и их классификация	14
1.5. Основные гипотезы и принципы механики материалов	15
Глава 2. ВНУТРЕННИЕ СИЛЫ И УСИЛИЯ. МЕТОД СЕЧЕНИЙ	17
2.1. Понятие о внутренних силах и напряжениях	17
2.2. Внутренние усилия	20
2.3. Выражение внутренних усилий через внешние силы	21
Глава 3. МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ	25
3.1. Испытание материалов на растяжение	25
3.2. Пластическое и хрупкое разрушение материалов ...	31
3.3. Концентрация напряжений	33
3.4. Расчеты элементов конструкций (сооружений) на прочность по допускаемым напряжениям и нагрузкам. Коэффициент запаса прочности	35
Глава 4. РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ	39
4.1. Деформации при растяжении и сжатии	39

4.2. Напряжения при растяжении и сжатии	41
4.3. Абсолютная и относительная деформации. Закон Гука. Коэффициент Пуассона	44
4.4. Условия прочности и жесткости	46
4.5. Потенциальная энергия упругой деформации	47
4.7. Статически неопределимые системы	56
4.7.1. Определение монтажных напряжений, вызван- ных технологическими неточностями	63
4.7.2. Определение температурных напряжений	65
 Глава 5. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПО- ПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ БРУСА	 76
5.1. Статические моменты площади сечения	76
5.2. Определение центра тяжести сечения	77
5.3. Осевой, центробежный и полярный моменты инер- ции сечения. Общие свойства	78
5.4. Изменение моментов инерции при параллельном переносе и повороте осей	80
5.5. Главные оси и главные моменты инерции	84
5.6. Вычисление главных моментов инерции и опреде- ление положения главных центральных осей. Радиусы инерции	85
5.7. Моменты инерции простых сечений	86
5.8. Окружность инерции Мора	90
5.9. Моменты сопротивления сечений	94
 Глава 6. СДВИГ	 105
6.1. Основные понятия о деформации сдвига. Абсолютный и относительный сдвиги	105
6.2. Внутренние усилия при деформации сдвига. На- пряжения при сдвиге. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига	106
6.3. Связь между модулями упругости E и G для изо- тропного тела	109
6.4. Расчет на прочность при сдвиге. Потенциальная энергия деформации при сдвиге	114
6.5. Практические примеры расчета деформации сдвига	116

Глава 7. ТЕОРИИ НАПРЯЖЕННОГО И ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЙ	132
7.1. Напряженное состояние в точке. Виды напряженного состояния	132
7.2. Закон парности касательных напряжений	135
7.3. Главные площадки и главные напряжения. Линейное напряженное состояние	136
7.4. Плоское напряженное состояние	138
7.5. Круг напряжений Мора	141
7.6. Объемное напряженное состояние	144
7.7. Деформированное состояние	149
7.8. Обобщенный закон Гука	154
7.9. Потенциальная энергия деформации	156
Глава 8. ТЕОРИЯ ПРОЧНОСТИ	163
8.1. Назначение и сущность теорий прочности. Эквивалентное напряженное состояние и эквивалентное напряжение	163
8.2. Критерий наибольших нормальных напряжений (первая теория прочности)	166
8.3. Критерий наибольших линейных деформаций (вторая теория прочности)	166
8.4. Критерий наибольших касательных напряжений (третья теория прочности)	167
8.5. Критерий удельной потенциальной энергии формоизменения (четвертая теория прочности)	168
8.6. Теория прочности Мора	171
Глава 9. ИЗГИБ	180
9.1. Общие сведения об изгибе балок. Виды изгиба ...	180
9.2. Внутренние силовые факторы при изгибе. Нормальные напряжения при изгибе. Эпюры напряжений	182
9.3. Построение эпюр изгибающего момента M и поперечной силы Q при изгибе	188
9.4. Дифференциальные зависимости при изгибе	191
9.5. Касательные напряжения при изгибе. Эпюры напряжений	193
9.6. Условия прочности при изгибе по нормальным и касательным напряжениям	200

9.7. Рациональные формы поперечного сечения балок ...	203
9.8. Главные напряжения при изгибе	205
9.9. Деформации при изгибе. Угол поворота и прогиб сечения. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки	208
9.10. Способы определения перемещений при изгибе ...	210
9.11. Балки переменного сечения. Определение деформаций	223
9.12. Расчет статически неопределимых балок. Теорема о трех моментах. Способ сравнения деформаций	230
 Глава 10. КРУЧЕНИЕ	 250
10.1. Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения. Напряжения в поперечном сечении вала. Крутящий момент	250
10.2. Угол закручивания. Главные напряжения. Потенциальная энергия упругой деформации при кручении	256
10.3. Расчет на прочность и жесткость круглого и кольцевого поперечного сечений. Расчет валов по заданной мощности и частоте вращения	259
10.4. Статически неопределимые задачи на кручение ...	262
10.5. Расчет цилиндрических винтовых пружин с малым шагом витков	265
 Глава 11. СЛОЖНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ	 280
11.1. Особенности расчета брусьев при сложном сопротивлении	280
11.2. Косой изгиб, основные понятия. Нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса. Нахождение опасного сечения	283
11.3. Положение нейтральной оси и опасных точек в поперечном сечении. Условие прочности при косом изгибе. Определение размеров поперечного сечения. Перемещения при косом изгибе	285
11.4. Внецентренное растяжение и сжатие бруса. Нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса	290
11.5. Нейтральная ось, ее уравнение и свойства	292
11.6. Положение опасных точек. Условие прочности. Понятие о ядре сечения при внецентренном растяжении (сжатии)	294

11.7. Изгиб с кручением пространственного вала круглого поперечного сечения	298
11.8. Определение положения опасного сечения и диаметра вала с использованием третьей и четвертой теорий прочности	303
Глава 12. ПРОДОЛЬНЫЙ ИЗГИБ ПРЯМЫХ СТЕРЖНЕЙ	319
12.1. Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия твердых тел. Устойчивость прямолинейной формы сжатых стержней	319
12.2. Критическая сила. Формула Эйлера. Влияние закрепления концов стержня на величину критической силы ...	322
12.3. Пределы применимости формулы Эйлера. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формула Ясинского	331
12.4. Расчеты сжатых стержней на устойчивость при помощи коэффициента уменьшения основного допускаемого напряжения на сжатие	334
12.5. Выбор материалов и рациональной формы поперечных сечений сжатых стержней	337
Глава 13. ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЖЕНИЯ	350
13.1. Виды динамических нагрузок. Учет сил инерции. Критическая скорость вращения вала	350
13.2. Элементарная теория удара. Динамический коэффициент. Продольный и поперечный удар	356
13.3. Удар при кручении. Защита приборов и оборудования от ударов. Определение напряжений при ударном воздействии	369
Литература	384
Приложения	386