

УДК 539.3/.6
ББК 30.121
Х86

Хохлов В.А.

Х86 Сопротивление материалов: учебное пособие / В.А. Хохлов, К.Н. Цукублина, Н.А. Куприянов, Н.А. Логвинова; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 228 с.

ISBN 978-5-98298-815-7

Пособие составлено на основе государственного образовательного стандарта. Включает основные сведения из следующих разделов: простые виды нагружения (растяжение, сжатие, сдвиг, срез, кручение и изгиб); напряженно-деформированное состояние и теории прочности; сложные виды нагружения; расчет стержневых систем; энергетические методы определения перемещений; расчет статически неопределимых систем; расчет конструкций, работающих в условиях циклических и динамических нагрузок.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальностям 150001 «Технология машиностроения», 150202 «Оборудование и технология сварочного производства», 150402 «Горные машины и оборудование», 110304 «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе» всех форм обучения.

**УДК 539.3/.6
ББК 30.121**

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор ТУСУРа
Б.А. Люкин

Доктор физико-математических наук ТГУ
В.А. Скрипняк

ISBN 978-5-98298-815-7

© ГОУ ВПО НИ ТПУ Юргинский технологический институт (филиал), 2011
© Хохлов В.А., Цукублина К.Н., Куприянов Н.А., Логвинова Н.А., 2011
© Обложка. Издательство Томского политехнического университета, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	7
1.1. Внешние силы.....	7
1.2. Внутренние силы. Метод сечений.....	8
1.3. Напряжения.....	9
1.4. Перемещения и деформации.....	11
1.5. Основные гипотезы науки о сопротивлении материалов.....	12
1.6. Модели формы элементов конструкций.....	13
Глава 2. РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ	14
2.1. Эпюры (диаграммы) внутренних сил.....	14
2.2. Напряжения в поперечных сечениях.....	17
2.3. Напряжения в наклонных сечениях.....	18
2.4. Деформации и перемещения.....	19
2.5. Испытание материалов на растяжение и сжатие.....	24
2.6. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии.....	28
2.7. План решения задач по сопротивлению материалов.....	31
2.8. Работа сил и потенциальная энергия упругой деформации.....	31
Глава 3. СДВИГ. СРЕЗ	39
Глава 4. КРУЧЕНИЕ	43
4.1. Определение внутренних усилий при кручении.....	43
4.2. Деформации и перемещения бруса круглого поперечного сечения.....	44
4.3. Напряжения в поперечном сечении вала.....	46
4.4. Геометрические характеристики сечения вала.....	49
4.5. Условие прочности при кручении.....	50
4.6. Расчет перемещений и условие жесткости.....	50
4.7. Расчеты на прочность и жесткость.....	51
4.8. Кручение бруса некруглого поперечного сечения.....	55
4.9. Статически неопределимые задачи при кручении.....	57
Глава 5. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ	60
5.1. Статические моменты сечения.....	60
5.2. Моменты инерции сечений.....	62
5.3. Моменты инерции сечения при параллельном переносе координатных осей.....	63
5.4. Моменты инерции сечения при повороте осей координат.....	64
5.5. Моменты инерции сечений простой формы.....	66
Глава 6. ТЕОРИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ	72
6.1. Виды напряженных состояний.....	72

6.2. Плоское напряженное состояние.....	74
6.3. Графическое определение напряжений с помощью круга Мора.....	77
6.4. Чистый сдвиг.....	79
6.5. Объемное напряженное состояние.....	80
6.6. Деформации в общем случае напряженного состояния.....	83
6.7. Объемная деформация.....	84
6.8. Теории прочности.....	89
Глава 7. ИЗГИБ.....	94
7.1. Опоры и опорные реакции.....	94
7.2. Внутренние силовые факторы.....	95
7.3. Нормальные напряжения в поперечном сечении балки.....	101
7.4. Касательные напряжения в поперечном сечении.....	106
7.5. Условие прочности.....	109
7.6. Расчеты на прочность.....	111
7.7. Перемещения линейные и угловые. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.....	114
7.8. Универсальное уравнение упругой линии балки.....	117
7.9. Статически неопределимые балки.....	121
Глава 8. СЛОЖНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ.....	123
8.1. Косой изгиб.....	123
8.2. Внецентренное растяжение (сжатие).....	127
8.3. Изгиб с кручением бруса круглого поперечного сечения.....	134
Глава 9. УСТОЙЧИВОСТЬ РАВНОВЕСИЯ ДЕФОРМИРУЕМЫХ СИСТЕМ.....	145
9.1. Понятие об устойчивости.....	145
9.2. Задача Эйлера.....	146
9.3. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня.....	149
9.4. Критические напряжения и пределы применимости формулы Эйлера... ..	150
9.5. Практические расчеты стержней на устойчивость.....	152
Глава 10. ПРОЧНОСТЬ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ НАПРЯЖЕНИЯХ.....	158
10.1. Понятие об усталостной прочности.....	158
10.2. Характеристики цикла и предел выносливости (усталости).....	159
10.3. Основные факторы, влияющие на предел выносливости.....	161
Глава 11. ИЗГИБ ПЛОСКОГО БРУСА БОЛЬШОЙ КРИВИЗНЫ.....	164
11.1. Определение внутренних усилий в поперечных сечениях.....	164
11.2. Напряжения в поперечных сечениях, условие прочности и вычисления деформации.....	167
Глава 12. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА УПРУГИХ СИСТЕМ.....	169
12.1. Работа внешних сил и потенциальная энергия упругой деформации....	169
12.2. Теоремы о взаимности работ и перемещений.....	170
12.3. Определение перемещений.....	172

12.4. Метод сил для раскрытия статической неопределимости стержневых систем.....	179
Глава 13. ДИНАМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ НАГРУЗОК.....	186
13.1. Расчет движущихся тел с учетом сил инерции.....	186
13.2. Ударное приложение нагрузки.....	190
13.3. Колебания упругих систем.....	197
Глава 14. ТЕСТЫ.....	205
14.1. Изгиб.....	206
14.2. Напряженно деформированное состояние.....	214
14.3. Растяжение сжатие.....	218
14.4. Кручение.....	222
14.5. Внецентренное растяжение, сжатие.....	223
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	228