



М.И. Ганджунцев
А.А. Петраков
Л.П. Портаев

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Часть 1:
СОПРОТИВЛЕНИЕ
МАТЕРИАЛОВ

Учебное пособие

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

М.И. Ганджунцев, А.А. Петраков, Л.П. Портаев

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

В двух частях

Часть 1

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Учебное пособие

Москва 2014

УДК 624.04
ББК 38.112
Г19

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *А.Д. Бардовский*,
заведующий кафедрой сопротивления материалов
ФГБОУ ВПО «Московский государственный горный университет»;
кандидат технических наук *Н.Н. Анохин*, профессор
кафедры строительной механики ФГБОУ ВПО «МГСУ»

Ганджунцев, М.И.

Г19 Техническая механика. В 2 ч. Ч. 1. Сопротивление материа-
лов : учебное пособие / М.И. Ганджунцев, А.А. Петраков, Л.П. Пор-
таев ; М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. гос. стро-
ит. ун-т. Москва : МГСУ, 2014. 200 с.

ISBN 978-5-7264-0873-6

ISBN 978-5-7264-0874-3 (часть 1)

Изложены теоретические основы курса сопротивления материалов,
предусмотренные рабочей программой дисциплины «Техническая меха-
ника», касающиеся расчета упруго-деформируемых систем, работающих в ус-
ловиях растяжения, сдвига, кручения, изгиба и пр. Теоретические положен-
ия сопровождаются примерами расчета.

Для студентов строительных вузов, обучающихся по направлению
270800 «Строительство».

УДК 624.04
ББК 38.112

Учебное издание

Ганджунцев Михаил Иоакимович, **Петраков** Александр Андреевич, **Портаев** Лев Петрович

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

В двух частях

Часть 1

Сопротивление материалов

Редактор, корректор *И.Н. Фофанова*
Компьютерная верстка *О.Г. Горюновой*
Дизайн обложки *Д.Л. Разумного*

Подписано в печать 20.07.2014 г. И-352. Формат 60×84/16.

Усл.-печ. л. 11,63. Уч.-изд. 9,0. Тираж 100 экз. Заказ 288

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Московский государственный строительный университет».

129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.

Тел. (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.

E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru.

Отпечатано в типографии Издательства МИСИ – МГСУ.

Тел. (499) 183-91-90, (499) 183-67-92, (499) 183-91-44

ISBN 978-5-7264-0873-6

ISBN 978-5-7264-0874-3 (часть 1)

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ГИПОТЕЗЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	3
1.1. Наука о сопротивлении материалов	3
1.2. Внешние силы	4
1.3. Деформации линейные и угловые. Упругость материалов	6
1.4. Расчетная схема сооружений. Опорные связи	7
1.5. Допущения и ограничения, принятые в сопротивлении материалов	11
1.6. Внутренние силовые факторы. Метод сечений. Напряжения	14
<i>Контрольные вопросы</i>	19
Глава 2. РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ ПРЯМОГО БРУСА	20
2.1. Центральное растяжение прямого бруса. Напряжения	20
2.2. Продольные и поперечные деформации бруса при растяжении (сжатии). Закон Гука. Перемещения	27
2.3. Влияние собственного веса бруса	33
2.4. Напряжения в наклонных сечениях бруса. Закон парности касательных напряжений. Концентрация напряжений	35
<i>Контрольные вопросы</i>	39
Глава 3. МЕХАНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ	40
3.1. Диаграмма растяжения	40
3.2. Повышение предела пропорциональности в результате повторных нагружений	45
3.3. Диаграмма сжатия	46
3.4. Механические характеристики некоторых строительных материалов	49
3.5. Понятие о ползучести и релаксации	50
<i>Контрольные вопросы</i>	51
Глава 4. РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ, СЖАТИИ	52
4.1. Методы расчета инженерных конструкций	52
4.2. Основные типы задач при расчете на прочность	56
4.3. Расчет статически определимых систем	57
4.4. Расчет статически неопределимых систем	59
4.5. Температурные и монтажные напряжения в статически неопределимых системах	61
<i>Контрольные вопросы</i>	65
Глава 5. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЧЕНИЙ	66
5.1. Моменты инерции сечений	66
5.2. Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей	67
5.3. Изменение моментов инерции при повороте осей. Главные оси инерции. Главные моменты инерции	69
5.4. Главные центральные осевые моменты инерции простых сечений	71
5.5. Вычисление моментов инерции сложных сечений	74
<i>Контрольные вопросы</i>	76
Глава 6. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ	78
6.1. Понятие напряженного состояния в точке. Виды напряженных состояний	78
6.2. Напряжения в наклонных площадках при плоском напряженном состоянии. Главные напряжения	80
6.3. Деформированное состояние в точке. Линейные деформации. Деформации сдвига. Главные деформации	84

6.4. Обобщенный закон Гука при плоском и трехосном напряженных состояниях	85
6.5. Объемная деформация. Потенциальная энергия	86
6.6. Экстремальные касательные напряжения. Чистый сдвиг	90
6.7. Закон Гука при чистом сдвиге	91
6.8. Потенциальная энергия при чистом сдвиге. Зависимость между E , G и μ	92
6.9. Практические расчеты на срез и смятие	93
<i>Контрольные вопросы</i>	99
Глава 7. КРУЧЕНИЕ ПРЯМОГО БРУСА КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ	100
7.1. Крутящие моменты. Построение эпюры крутящих моментов	100
7.2. Напряжения и деформации при кручении бруса круглого поперечного сечения	102
7.3. Расчет на прочность и жесткость при кручении	106
<i>Контрольные вопросы</i>	108
Глава 8. ИЗГИБ ПРЯМОГО БРУСА	109
8.1. Основные понятия	109
8.2. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил при изгибе балки	111
8.3. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки	120
8.4. Нормальные напряжения при изгибе балки	126
8.5. Касательные напряжения при изгибе балки	132
8.6. Главные нормальные напряжения и максимальные касательные напряжения при изгибе балки	140
8.7. Понятие о теориях прочности	142
8.8. Расчет балок при изгибе на прочность	148
8.9. Перемещения линейные и угловые. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его решение	154
8.10. Расчет балок на жесткость при изгибе	159
<i>Контрольные вопросы</i>	161
Глава 9. КОСОЙ ИЗГИБ	163
9.1. Нормальные напряжения при косом изгибе	163
9.2. Расчет балок на прочность при косом изгибе	169
9.3. Прогибы при косом изгибе	170
<i>Контрольные вопросы</i>	173
Глава 10. ВНЕЦЕНТРЕННОЕ СЖАТИЕ (РАСТЯЖЕНИЕ)	174
10.1. Нормальные напряжения при внецентренном сжатии (растяжении)	174
10.2. Ядро сечения	179
<i>Контрольные вопросы</i>	183
Глава 11. УСТОЙЧИВОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ	184
11.1. Общие положения	184
11.2. Формула Эйлера	186
11.3. Влияние способа закрепления концов стержня на величину критической силы	189
11.4. Пределы применимости формулы Эйлера	190
11.5. Практическая формула для расчета стержней на устойчивость	193
<i>Контрольные вопросы</i>	197
Библиографический список	198