

**СБОРНИК ЗАДАЧ
ПО
СОПРОТИВЛЕНИЮ
МАТЕРИАЛОВ**

**ПОД РЕДАКЦИЕЙ
А. А. УМАНСКОГО**

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ

Под редакцией
А. А. УМАНСКОГО

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ

*Допущено Министерством
высшего и среднего специального образования СССР
в качестве учебного пособия
для студентов высших технических учебных заведений*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1973

605
С 23
УДК 620.10

Коллектив авторов:

А. М. АФАНАСЬЕВ, А. С. ВОЛЬМИР, Ю. П. ГРИГОРЬЕВ,
А. И. КОДАНЕВ, В. А. МАРЬИЦ, В. В. НОВИЦКИЙ,
А. А. УМАНСКИЙ

Сборник задач по сопротивлению материалов под редакцией А. А. Уманского, Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», М., 1973, 496 стр.

В сборнике представлены задачи на все основные разделы курса сопротивления материалов. Всего в сборнике 1059 задач. Все задачи снабжены ответами, более сложные (отмеченные звездочками) — решениями или указаниями. В конце приложены таблицы сортамента стальных и дюралевых профилей и некоторых функций.

© Издательство «Наука», 1973.

С $\frac{.0314-1822}{042(02)-73}$ 142-73

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие данные	5
Предисловие к третьему изданию	6
Задачи	7
<i>Глава 1. Растяжение и сжатие</i>	<i>7</i>
§ 1. Экспериментальное исследование растяжения и сжатия	7
§ 2. Вычисление напряжений и деформаций	9
§ 3. Подбор сечения и проверка напряжений	13
§ 4. Статически неопределимые задачи на растяжение — сжатие	15
§ 5. Температурные и монтажные напряжения. Болтовые соединения с предварительной затяжкой	25
§ 6. Учет собственного веса конструкции	31
§ 7. Определение несущей способности	33
§ 8. Линейное, плоское и объемное напряженные состояния	35
§ 9. Теории (критерии) прочности	41
§ 10. Гибкие нити и тонкостенные сосуды	42
§ 11. Концентрация напряжений, запас прочности, динамический коэффициент	45
§ 12. Нелинейные задачи	46
<i>Глава 2. Сдвиг и кручение</i>	<i>47</i>
§ 1. Напряжения и деформации при сдвиге	47
§ 2. Расчет заклепочных соединений	49
§ 3. Расчет сварных швов	53
§ 4. Соединения деревянных элементов	57
§ 5. Кручение валов круглого поперечного сечения	58
§ 6. Кручение брусев некруглого сечения	64
<i>Глава 3. Геометрические характеристики поперечных сечений брусев</i>	<i>71</i>
§ 1. Координаты центра тяжести	71
§ 2. Моменты инерции	73
<i>Глава 4. Расчет балок на прочность</i>	<i>87</i>
§ 1. Эпюры усилий в поперечных сечениях балок	87
§ 2. Эпюры усилий в шарнирных балках и рамах	101
§ 3. Напряжения при изгибе	104
§ 4. Подбор сечений	108
§ 5. Составные балки. Балки переменного сечения	111
§ 6. Тонкостенные профили. Центр изгиба	114
§ 7. Главные напряжения	120
§ 8. Балки из разнородных материалов	120

§	9. Расчет по предельному состоянию с учетом пластических деформаций	121
Глава	5. Перемещения при изгибе. Статически неопределимые балки	123
§	1. Статически определимая балка постоянного сечения	123
§	2. Балки переменного сечения	133
§	3. Статически неопределимые балки	134
§	4. Предельная нагрузка	141
§	5. Балки на упругом основании	142
§	6. Стесненное кручение тонкостенных стержней открытого профиля	143
§	7. Пластинки и оболочки	144
§	8. Брусья малой жесткости	147
Глава	6. Сложное сопротивление	150
§	1. Косой изгиб	150
§	2. Растяжение или сжатие с изгибом	153
§	3. Предельное состояние бруса при совместном действии изгиба и растяжения	159
§	4. Изгиб с кручением	160
§	5. Общий случай сложного сопротивления	163
§	6. Брусья с криволинейной осью	166
§	7. Брус с ломаной осью	167
Глава	7. Приложение энергетических теорем к линейно деформируемым системам	170
§	1. Определение потенциальной энергии упругой деформации	170
§	2. Цилиндрические пружины	173
§	3. Определение перемещений и расчет статически неопределимых систем по методу сил	175
§	4. Балочный метод расчета плоских рам	180
§	5. Расчет одноконтурных рам по методу аналогий (методу упругого центра)	181
§	6. Расчет рам по методу перемещений	184
§	7. Брусья малой кривизны. Круговые кольца	184
§	8. Тонкостенные конструкции	188
Глава	8. Устойчивость упругих систем	192
§	1. Продольный изгиб стержней в пределах упругости	192
§	2. Продольный изгиб за пределами упругости	197
§	3. Расчет на продольный изгиб по нормам строительного проектирования	202
§	4. Применение приближенных методов к расчету на устойчивость стержней и стержневых систем	203
§	5. Продольно-поперечный изгиб	212
§	6. Устойчивость пластинок и оболочек	216
Глава	9. Брусья большой кривизны. Толстостенные цилиндры	219
§	1. Брусья большой кривизны	219
§	2. Толстостенные цилиндры	221
Глава	10. Задачи динамики	224
§	1. Напряжения и деформации в движущихся элементах конструкции	224
§	2. Свободные колебания упругих систем, приведенных к системам с одной степенью свободы	229
§	3. Вынужденные колебания упругих систем, приведенных к системам, с одной степенью свободы	236
§	4. Колебания систем с несколькими степенями свободы	238
§	5. Действие удара на конструкции	241

Глава 11. Выносливость и ползучесть	246
§ 1. Прочность при переменных напряжениях	246
§ 2. Ползучесть и релаксация	249
Решения и указания	252
Ответы	426
Приложение	477
Таблица 1. Значения функций η и η_1 для расчета балок на упругом основании	477
Таблица 2. Значения определенных интегралов, встречающихся при нахождении усилий и перемещений в стержнях и кольцах с круговой осью	478
Таблица 3. Коэффициенты φ уменьшения допускаемых напряжений при продольном изгибе	479
Таблица 4. Значения функций $\Phi(u)$, $\Psi(u)$, $X(u)$ для расчета балок на продольно-поперечный изгиб	479
Таблица 5. Коэффициенты μ приведения длины l для шарнирно опертого стержня переменной жесткости	481
Таблицы 6—9. Сталь прокатная по ГОСТу	481
Таблицы 10—12. Профили прессованные (дюраль)	491
Таблицы 13—15. К задачам на изгиб брусев малой жесткости	494

ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Если нет особых оговорок, деформация везде предполагается упругой и подчиняющейся закону Гука, концентрация напряжений не учитывается. Далее,

модуль упругости

стали	$E=2 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$,
дюралья (и алюминия)	$E=0,7 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$,
меди	$E=1 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$,
чугуна	$E=1,2 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$,
дерева	$E=10^5 \text{ кг/см}^2$;

модуль сдвига стали $G=8 \cdot 10^5 \text{ кг/см}^2$;

удельный вес стали $\gamma=7,8 \text{ Г/см}^3$;

коэффициент теплового линейного расширения

стали	$\alpha=1,25 \cdot 10^{-5}$,
дюралья	$\alpha=2,25 \cdot 10^{-5}$,
меди	$\alpha=1,65 \cdot 10^{-5}$;

коэффициент Пуассона $\mu=0,30$.

Обозначения: $[\sigma]$, $[\tau]$ — допускаемые напряжения на растяжение (сжатие) и сдвиг, $\sigma_{\text{пц}}$, $\sigma_{\text{т}}$, $\sigma_{\text{у}}$, $\sigma_{\text{в}}$ — пределы пропорциональности, текучести, упругости и прочности соответственно.