

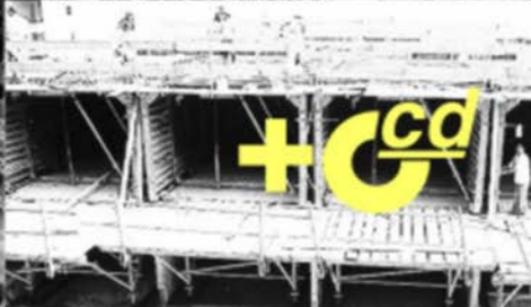
строительство
и архитектура

bhv

Г. М. Бадъин

Справочник технолога- строителя

2-е издание



+ GCD

Г. М. Бадьин

Справочник технолога- строителя

2-е издание

Санкт-Петербург

«БХВ-Петербург»

2010

УДК 693
ББК 30.1
Б15

Бадьин Г. М.

Б15 Справочник технолога-строителя. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 528 с.: ил. + CD-ROM — (Строительство и архитектура)

ISBN 978-5-9775-0528-4

В справочнике обобщена и систематизирована информация о современных строительных материалах, конструкциях, машинах, системах и технологиях, которые соответствуют российским нормам и международным стандартам, могут применяться для строительства и реконструкции зданий и сооружений различного назначения. Справочник выполнен в табличной форме, снабжен предметно-справочным указателем и компакт-диском, включающим нормативную базу, список терминов и определений по технологии строительного производства (более 1000 наименований). Во второе издание внесены уточнения и изменения в табличные данные, добавлены сведения об энергоэффективном строительстве и помещена дополнительная справочная информация на компакт-диск.

Для широкого круга специалистов строительной отрасли, студентов и учащихся строительных специальностей

УДК 693
ББК 30.1

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Б. И. Петраков, доктор технических наук, профессор, академик Академии технологических наук РФ и Петровской академии наук и искусств, заслуженный изобретатель РФ, почетный строитель России.

А. В. Лямкин, член-корреспондент Петровской академии наук и искусств, академический советник Российской инженерной академии, генеральный директор ПКЦ "Русь"

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 31.03.10.

Формат 60×90^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 33.

Тираж 2500 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию № 77.99.60.953.Д.005770.05.09 от 26.05.2009 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ГУП "Типография "Наука"
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

ISBN 978-5-9775-0528-4

© Бадьин Г. М., 2010
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2010

Оглавление

Предисловие.....	7
1. Общие справочные сведения.....	8
1.1. Площади и объемы фигур	8
1.2. Системы измерений	30
1.3. Коэффициенты трения скольжения.....	39
1.4. Теплопроводность материалов	45
2. Строительные материалы и изделия.....	47
2.1. Основные строительные материалы.....	47
2.2. Лесоматериалы и деревянные строительные изделия	50
2.3. Материалы для изготовления пластмассовых конструкций.....	62
2.4. Стекло и стеклянные изделия	67
2.5. Металлы и металлические изделия.....	76
2.6. Материалы для бетонных работ.....	92
2.6.1. Виды цементов.....	92
2.6.2. Виды бетонов	95
2.6.3. Строительные растворы	113
2.7. Каменные материалы и изделия	123
2.8. Теплоизоляционные материалы.....	130
2.9. Звукоизоляционные материалы	150
2.10. Огнезащитные материалы	155
3. Материалы для строительства и ремонта стен и перегородок.....	159
3.1. Материалы для стен.....	159
3.2. Конструкции и материалы перегородок.....	165
3.3. Комплексные системы стен (перегородок).....	173
3.4. Материалы для внутренней отделки стен и перегородок.....	177
4. Полы	180
4.1. Полы из штучных материалов	180

4.2. Устройство "теплого пола" с использованием гибких нагревательных проводов.....	186
4.2.1. Варианты устройства "теплого" пола	190
4.2.2. Наливные и монолитные полы	193
4.3. Самовыравнивающиеся цементные системы для устройства бетонных полов	194
5. Гидроизоляция конструкций и герметизация стыков.....	198
5.1. Методы защиты конструкций от увлажнения	198
5.2. Современные гидроизоляционные системы и технологии.....	201
5.2.1. Гидроизоляция проникающая.....	210
5.2.2. Дренажные системы и канализация дождевой воды	212
5.2.3. Деформационные швы	214
5.3. Герметизация стыков.....	215
6. Кровли и кровельные материалы.....	220
6.1. Кровельные материалы.....	220
6.2. Рулонные и мастичные кровельные материалы	221
6.2.1. Изоляционные работы	232
6.2.2. Схемы устройства кровельного покрытия.....	236
6.3. Черепица и волнистые кровельные материалы	241
6.4. Технические требования и конструктивные решения кровель	245
6.4.1. Инверсионные кровли	251
6.5. Устройство мансарды по технологии "сухого строительства"	253
6.5.1. Кабельная антиобледенительная система "Теплоскат"	254
7. Бетонные работы	258
7.1. Опалубочные работы	258
7.1.1. Стеновая опалубка	262
7.1.2. Смазка опалубки и форм при бетонировании	264
7.1.3. Подъемные опалубки.....	266
7.1.4. Балочные опалубки и столы для перекрытий.....	270
7.1.5. Опоры для перекрытия, опорные леса	270
7.1.6. Опалубка для колонн	272
7.1.7. Круглая опалубка	274
7.1.8. Опалубка типа NOE	275
7.1.9. Шарнирные запоры	285
7.2. Арматурные работы	286
7.3. Транспортирование бетонной смеси	292
7.3.1. Растворо- и бетоновозы, автобетоносмесители	296

8. Строительно-монтажные работы	308
8.1. Кирпичная кладка	308
8.2. Кладка кирпичных стен в зимних условиях.....	320
8.3. Монтаж строительных конструкций, зданий и сооружений	323
8.3.1. Транспортно-монтажные средства комплектно-блочного строительства объектов	349
8.3.2. Полносборное строительство	353
8.4. Монтаж сборных элементов, панелей, блоков гражданских зданий ..	360
8.5. Монтажные краны.....	371
8.5.1. Способы транспортировки крана ДЭК-321	376
8.5.2. Мачтовые строительные платформы	377
9. Отделочные работы.....	383
9.1. Штукатурные работы.....	383
9.1.1. Материалы для приготовления сухих строительных смесей	385
9.1.2. Замедлители схватывания гипса.....	387
9.2. Отделка плиточными материалами	390
9.3. Технологии и механизмы для отделочных работ.....	391
9.3.1. Малярные работы	391
9.3.2. Механизация малярных работ	392
10. Ремонт и усиление подземной части зданий.....	399
10.1. Оценка дефектов и повреждений фундаментов, несущих конструкций.....	399
10.2. Усиление оснований и фундаментов.....	410
10.3. Усиление каменных и бетонных конструкций	429
11. Ремонт и усиление строительных конструкций	431
12. Энергосбережение и контроль эксплуатационных качеств сооружения	449
12.1. Энергосбережение и теплозащита зданий	449
12.2. Способы утепления	471
13. Энергоэффективный дом.....	489
13.1. Пассивный дом.....	493
13.1.1. Теплосбережение.....	494
13.1.2. Конструирование без "тепловых мостиков" или "мостиков холода"	495

13.1.3. Воздухонепроницаемость	496
13.1.4. Вентиляция с рекуперацией тепла	497
13.1.5. Теплые окна и наружные двери	498
13.2. Возобновляемые источники энергии для индивидуальных домов и небольших поселений	501
13.2.1. Автономные системы электроснабжения	501
13.2.2. Возобновляемые источники энергии	501

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Лазерные и оптические нивелиры	507
---	------------

Приложение 2. Подсчет площадей зданий	510
--	------------

Правила подсчета площади квартир в домах и общежитиях, жилой площади общежитий, площади жилых зданий, площади помещений, строительного объема, площади застройки и этажности жилых зданий (СНИП 2.08.01-89* "Жилые здания" Приложение 2)	510
Производственные здания. СНИП 31-03-2001	512

Приложение 3. Исходные данные для проектирования объектов в СПб	514
--	------------

Приложение 4. Нормативные и правовые документы	517
---	------------

Подготовка строительства	517
Контроль качества строительно-монтажных работ, строительных материалов и изделий	518
Тепловая защита зданий	520

Приложение 5. Уникальные сооружения различной высоты	522
---	------------

Приложение 6. Описание компакт-диска	525
---	------------

Предметный указатель	527
-----------------------------------	------------

Предисловие

Необходимость выпуска справочника продиктована дефицитом специальной литературы по ремонтно-строительным работам и технологии строительного производства.

В настоящее время образовался определенный разрыв между спросом и предложением на специальную справочную литературу по вопросам строительства, а также различного типа и назначения реконструкции зданий и сооружений.

Справочник технолога-строителя выполнен в таблично-справочной форме и включает сведения о строительных материалах, конструкциях, средствах механизации, методах и способах производства строительных работ. Даны прогрессивные технологии ремонтно-восстановительных работ.

Основная задача справочника — систематизация и обобщение передового отечественного и зарубежного опыта строительства, обзор прогрессивных технологических решений, позволяющих повысить эффективность, надежность и качество строительства.

Справочник предназначен для строительных мастеров, прорабов, бригадиров строительных бригад, рекомендуется для профессиональных рабочих, ИТР ремонтно-строительных и проектных организаций, а также для студентов вузов, техникумов, колледжей и училищ строительного профиля.

К справочнику прилагается компакт-диск, включающий нормативную базу, список терминов и определений по технологии строительного производства (более 1000 наименований).

1. Общие справочные сведения

1.1. Площади и объемы фигур

Таблица 1.1. Площади плоских фигур

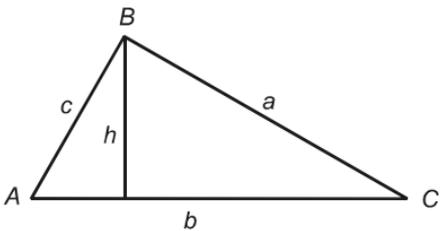
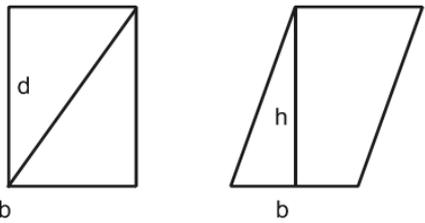
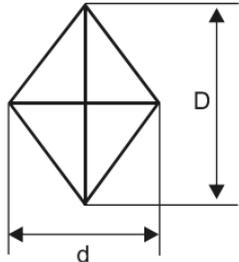
Название	Площадь
<p>Треугольник</p> 	$S = bh/2$ $S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)},$ <p>где $p = abc/2$</p>
<p>Прямоугольник и параллелограмм</p> 	$S = bh$ $d = \sqrt{h^2 + b^2}$
<p>Ромб</p> 	$S = Dd/2$

Таблица 1.1 (окончание)

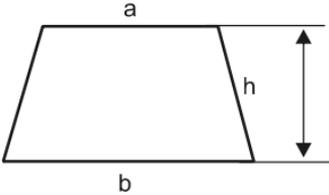
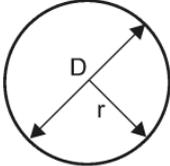
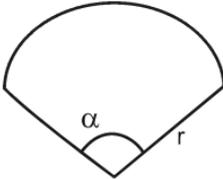
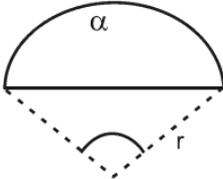
Название	Площадь
<p data-bbox="298 194 397 221">Трапеция</p> 	$S = (a + b)h / 2$
<p data-bbox="325 468 370 495">Круг</p> 	$S = \pi D^2 / 4 = 0,785 D^2$ $L = 2\pi r = \pi D$
<p data-bbox="267 719 428 746">Круговой сектор</p> 	$S = \pi r^2 \alpha / 360$
<p data-bbox="261 980 435 1008">Круговой сегмент</p> 	$S = \frac{r^2}{2} \left(\frac{\pi \alpha}{180} - \sin(\alpha) \right)$

Таблица 1.2. Объемы и поверхности геометрических тел

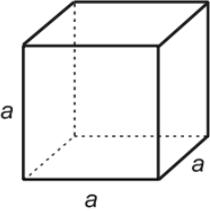
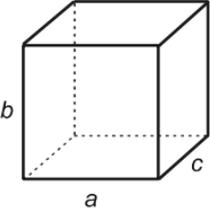
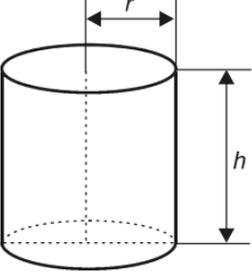
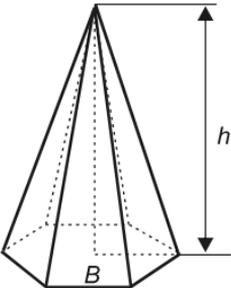
Название	Объем	Полная поверхность
<p data-bbox="236 197 277 223">Куб</p>  <p>The diagram shows a 3D representation of a cube. The front face is a square with side length 'a'. The depth is also labeled 'a'. Hidden edges are shown as dashed lines.</p>	$V = a^3$	$S = 6a^2$
<p data-bbox="91 489 425 515">Прямоугольный параллелепипед</p>  <p>The diagram shows a 3D representation of a rectangular prism. The front face is a rectangle with width 'a' and height 'b'. The depth is labeled 'c'. Hidden edges are shown as dashed lines.</p>	$V = abc$	$S = 2(ab + bc + ac)$
<p data-bbox="215 782 301 808">Цилиндр</p>  <p>The diagram shows a 3D representation of a cylinder. The radius of the circular base is labeled 'r'. The height of the cylinder is labeled 'h'. Hidden parts of the base are shown as dashed lines.</p>	$V = \pi r^2 h$	$S = 2\pi r(r + h)$
<p data-bbox="205 1136 308 1162">Пирамида</p>  <p>The diagram shows a 3D representation of a pyramid. The base is a polygon with area 'B'. The height of the pyramid is labeled 'h'. Hidden edges are shown as dashed lines.</p>	$V = \frac{1}{3}BH$	<p data-bbox="860 1295 881 1310">—</p>

Таблица 1.2 (окончание)

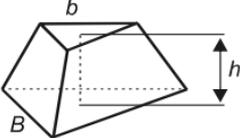
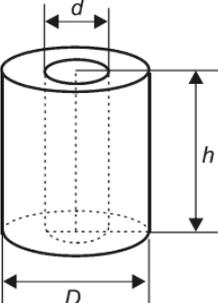
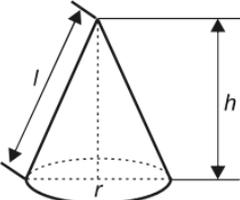
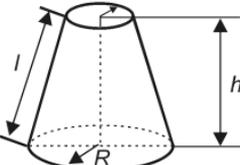
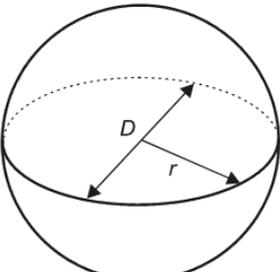
Название	Объем	Полная поверхность
<p>Усеченная пирамида</p> 	$V = \frac{1}{3}h(B + b + \sqrt{Bb})$	—
<p>Полый цилиндр</p> 	$V = \frac{\pi}{4}h(D^2 + d^2)$	—
<p>Конус</p> 	$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$	$S = 4\pi(r + l)$
<p>Усеченный конус</p> 	$V = \frac{\pi}{3}h(R^2 + r^2 + Rr)$	$S = \pi(R^2 + r^2 + l(R + r))$
<p>Шар</p> 	$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{1}{6}\pi D^3$	$S = 4\pi r^2$

Таблица 1.3. Площади и периметры плоских фигур

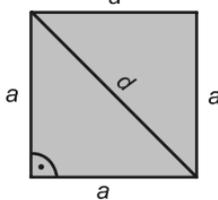
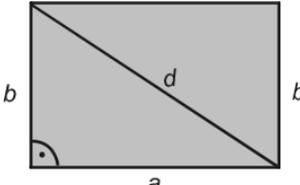
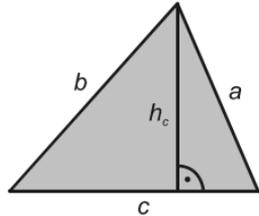
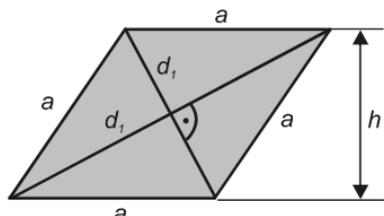
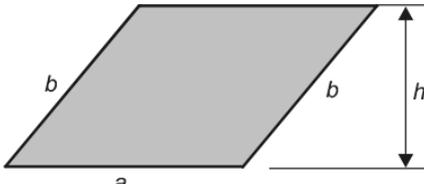
Название	Площадь	Периметр
<p>Квадрат</p> 	$S = a^2$ $d = \sqrt{2}a \approx 1,414a$	$p = 4a$
<p>Прямоугольник</p> 	$S = ab$ $d = \sqrt{a^2 + b^2}$	$p = 2(a + b)$
<p>Треугольник</p> 	$S = \frac{1}{2}ch_c$ $S = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ $s = \frac{1}{2}(a + b + c)$	$p = a + b + c = 2s$
<p>Ромб</p> 	$S = ah$ $S = \frac{1}{2}d_1d_2$ $a = \frac{1}{2}\sqrt{d_1^2 + d_2^2}$	$p = 4a = 2\sqrt{d_1^2 + d_2^2}$
<p>Параллелограмм</p> 	$S = ah$	$p = 2(a + b)$

Таблица 1.3 (окончание)

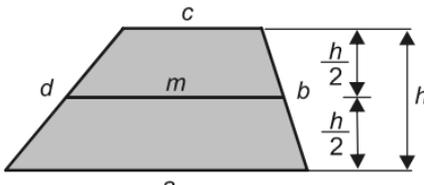
Название	Площадь	Периметр
<p>Трапеция</p> 	$S = mh = \frac{a+c}{2} h$ $m = \frac{a+c}{2}$	$p = a + b + c + d$

Таблица 1.4. Регулярные структуры многогранников

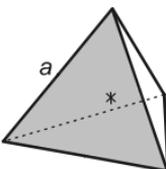
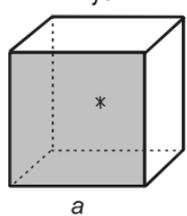
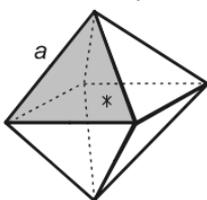
Название	Объем	Площадь поверхности	Количество		
			плоскостей (f)	ребер (k)	углов (e)
<p>Тетраэдр</p> 	$0,1179 a^3$	$1,7321 a^2$	4	6	4
<p>Куб</p> 	a^3	$6 a^2$	6	12	8
<p>Октаэдр</p> 	$0,4714 a^3$	$3,4641 a^2$	8	12	6

Таблица 1.4 (окончание)

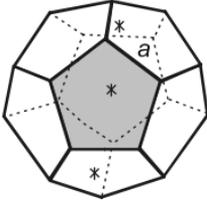
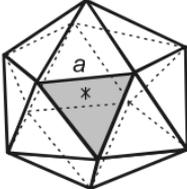
Название	Объем	Площадь поверхности	Количество		
			плоскостей (f)	ребер (k)	углов (e)
Додекаэдр 	$7,6631 a^3$	$20,6457 a^2$	12	30	20
Икосаэдр 	$2,1817 a^3$	$8,6603 a^2$	20	30	12
			$e + f - k = 2$		

Таблица 1.5. Площади поверхности фигур и объемы тел

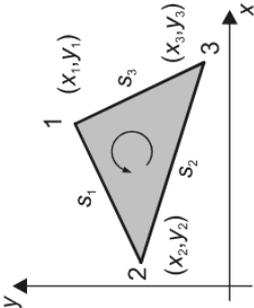
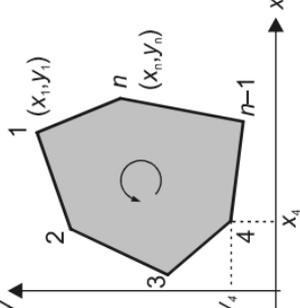
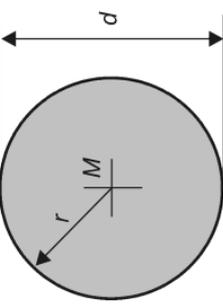
Изображение	Площадь	Периметр
	$S = \frac{1}{2} [(x_1 y_2 - x_2 y_1) + (x_2 y_3 - x_3 y_2) + (x_3 y_1 - x_1 y_3)]$	$\rho = s_1 + s_2 + s_3,$ <p>где</p> $s_1 = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$ $s_2 = \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2}$ $s_3 = \sqrt{(x_1 - x_3)^2 + (y_1 - y_3)^2}$
	$S = \frac{1}{2} \sum y_i (x_{i-1} - x_{i+1})$ $S = \frac{1}{2} \sum x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$	$\rho = s_1 + s_2 + \dots + s_n,$ <p>где $s_i = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$</p>
	$S = \pi r^2 = \frac{1}{4} \pi d^2$ $d = 2r$	$\rho = 2\pi r = \pi d$

Таблица 1.5 (продолжение)

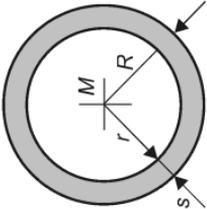
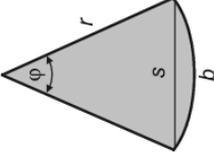
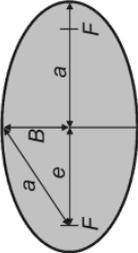
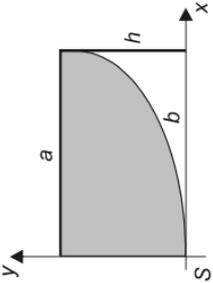
Изображение	Площадь	Периметр
	$S = S_r - S_R$ $S = (R^2 - r^2)\pi$ $s = R - R$	—
	$S = \frac{1}{2}br$ $b = \varphi r = \frac{\varphi^\circ}{180^\circ} \pi r$ $s = 2r \sin \frac{\varphi}{2}$ $\varphi^\circ = \frac{b \cdot 180^\circ}{\pi r}$	—
	$S = \pi ab$ $e = \sqrt{a^2 - b^2}$	$p \approx \pi(a + b)$
	$S = \frac{2}{3}ah$ $b = \frac{1}{2} \left[\sqrt{a^2 + 4h^2} + a \ln \left(\lambda + \frac{1}{\lambda} \sqrt{1 + \lambda^2} \right) \right]$ $\lambda = \frac{2h}{a}$	—

Таблица 1.5 (продолжение)

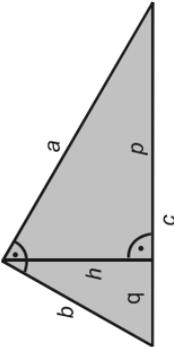
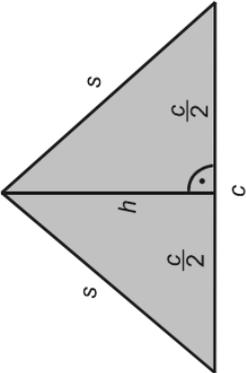
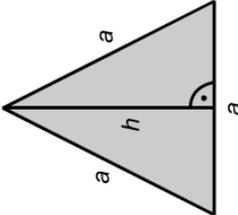
Изображение	Площадь	Периметр
	$S = \frac{1}{2} ab = \frac{1}{2} ch$ $a^2 + b^2 = c^2$ $a^2 = pc$ $b^2 = qc$	$p = a + b + c$
	$S = \frac{1}{2} ch$ $S = \frac{1}{4} c \sqrt{4s^2 - c^2}$ $h = \frac{1}{2} \sqrt{4s^2 - c^2}$	$p = 2s + c$
	$S = \frac{1}{2} ah = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2 \approx 0,433a^2$ $h = \frac{\sqrt{3}}{2} a \approx 0,866a$	$p = 3a$

Таблица 1.5 (продолжение)

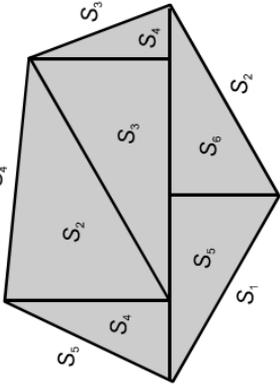
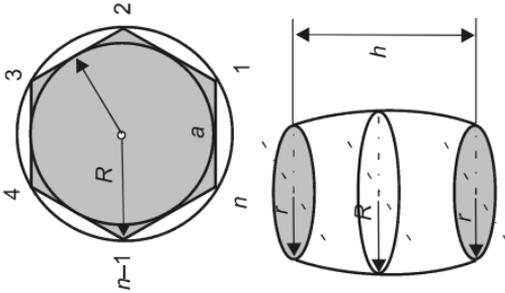
Изображение	Площадь	Периметр
	$S = S_1 + S_2 + \dots + S_m$	$\rho = s_1 + s_2 + \dots + s_n$
	$S = \frac{1}{2} nar$ $R = \frac{1}{2} \sqrt{a^2 + 4r^2}$ $V \approx \frac{1}{6} \pi h (r^2 + 4R^2 + r^2)$ $V \approx \frac{1}{15} \pi h (8R^2 + 4Rr + 3r^2)$	$\rho = na$

Таблица 1.5 (окончание)

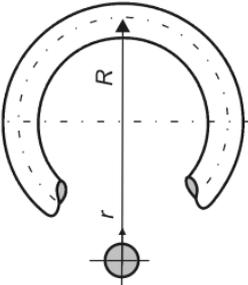
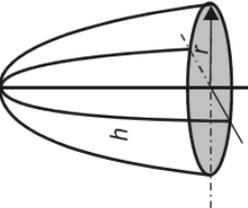
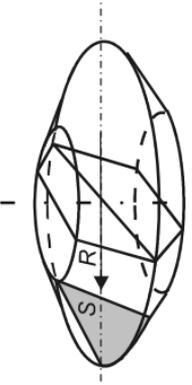
Изображение	Площадь	Периметр
 <p>The diagram shows a circular sector. A small circle with radius r is shown to the left. The main sector has a radius R and an arc length R.</p>	$S = 4\pi^2 Rr$ $V = 2\pi^2 Rr^2$	
 <p>The diagram shows a spherical cap with height h and radius r.</p>	$V = \frac{1}{2}\pi r^2 h$	
 <p>The diagram shows a spherical cap with surface area S and radius R.</p>	$V = 2\pi RS$ <p>S — площадь сектора</p>	

Таблица 1.6. Объемы тел

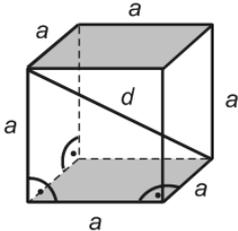
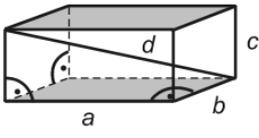
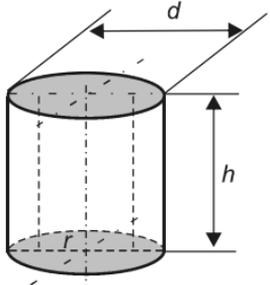
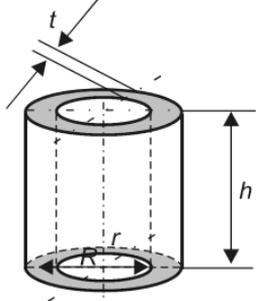
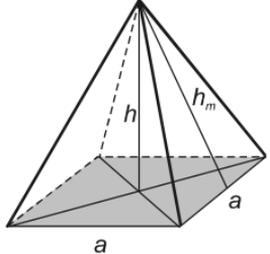
Тип	Объем
	$V = a^3$ $F = 6a^2,$ <p>где F — поверхность</p> $d = \sqrt{3}a$ $d \approx 1,732a$
	$V = abc$ $F = 2(ab + bc + ca)$ $d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$
	$V = \pi r^2 h$ $F = 2\pi r(r + h)$ $d = 2r$
	$V = \pi h(R^2 - r^2)$ $V = \pi ht(R + r)$ $t = R - r$ $F = 2\pi h(R + r) + 2\pi(R^2 - r^2)$ $F = 2\pi(R + r)(h + t)$
	$V = \frac{1}{3}a^2 h$ $F = 2ah_M + a^2$

Таблица 1.6 (продолжение)

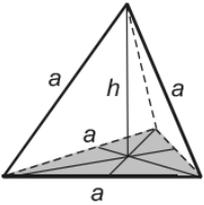
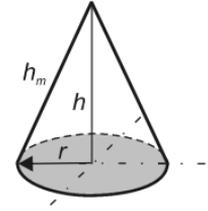
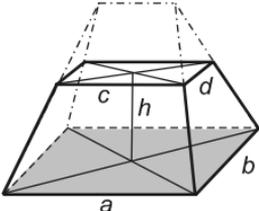
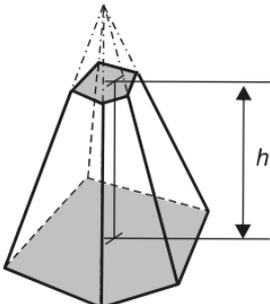
Тип	Объем
	$V = \frac{\sqrt{2}}{12} a^3 \approx 0,118a^3$ $F = \sqrt{3}a^2 \approx 1,732a^2$ $h = \frac{\sqrt{6}}{3} a \approx 0,816a$
	$V = \frac{\pi}{3} r^2 h$ $F = \pi r(h_M + r)$ $h_M = \sqrt{r^2 + h^2}$ $h = \sqrt{h_M^2 - r^2}$
	$V = \frac{h}{6} [ab + cd + (a+c)(b+d)]$ $V = \frac{1}{6} hb(2a + c)$
	$V = \frac{h}{3} [A_0 + A_1 + \sqrt{A_0 A_1}]$ $V = \frac{h}{2} (A_0 + A_1)$ <p>A_0, A_1 — площади сечений</p>

Таблица 1.6 (продолжение)

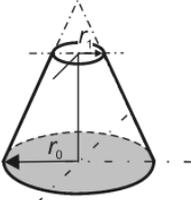
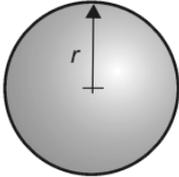
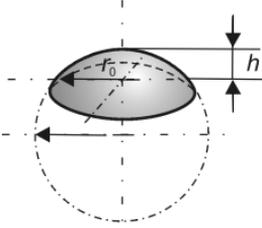
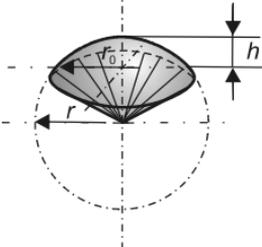
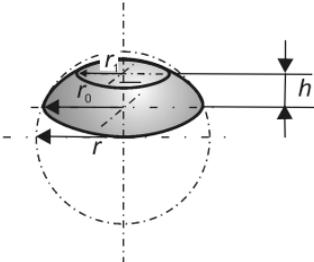
Тип	Объем
	$V = \frac{1}{3} \pi h (r_0^2 + r_0 r_1 + r_1^2)$ $h_M = \sqrt{(r_0 - r_1)^2 + h^2}$ $F = \pi (r_0^2 + r_1^2 + h_M r_0 + h_M r_1)$
	$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \approx 4,189 r^3$ $F = 4 \pi r^2$ $d = 2r$
	$V = \frac{1}{3} \pi h^2 (3r - h)$ $F = \pi (h^2 + 2r_0^2)$ $F = \pi (4rh - h^2)$ $r_0 = \sqrt{h(2r - h)}$
	$V = \frac{2}{3} \pi r^2 h$ $F = \pi r (2h + r_0)$ $r_0 = \sqrt{h(2r - h)}$
	$V = \frac{1}{6} \pi h (3r_0^2 + 3r_1^2 + h^2)$ $F = \pi (2rh + r_0^2 + r_1^2)$ $r = \frac{1}{2h} \sqrt{4h^2 r_0^2 + (r_0^2 - r_1^2 - h^2)^2}$

Таблица 1.6 (продолжение)

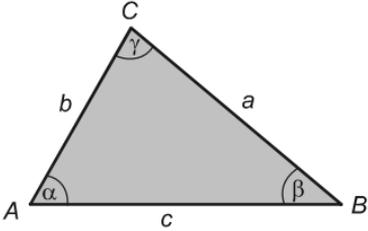
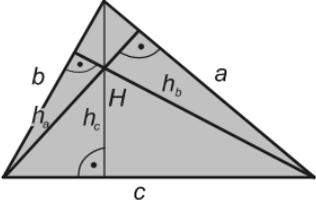
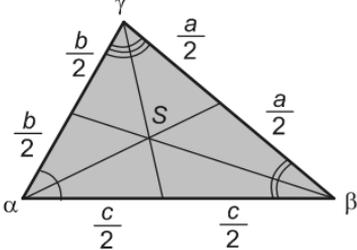
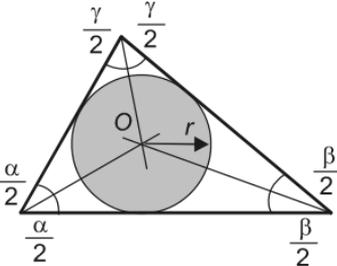
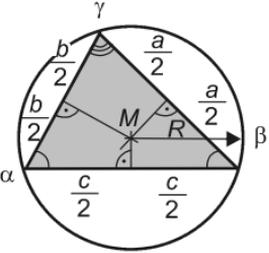
Тип	Объем
	$F = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ $s = \frac{1}{2}(a+b+c)$ $F = \frac{1}{2}ab \sin \gamma$ $F = \frac{1}{2}a^2 \frac{\sin \gamma \cdot \sin \beta}{\sin \alpha}$ $\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$ $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$ $b^2 = c^2 + a^2 - 2ca \cos \beta$ $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$
	$R = \frac{a}{2 \sin \alpha} = \frac{b}{2 \sin \beta} = \frac{c}{2 \sin \gamma}$ $r = \frac{2A}{a+b+c} = \frac{abc}{2R(a+b+c)}$
	$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \Rightarrow \alpha$ $\cos \beta = \frac{c^2 + a^2 - b^2}{2ca} \Rightarrow \beta$ $\cos \gamma = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} \Rightarrow \gamma$
	$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma}$ $\sin \alpha = \frac{a}{c} \sin \gamma$ $\sin \beta = \frac{b}{c} \sin \gamma$ $F = \frac{1}{2}ab \sin \gamma$

Таблица 1.6 (окончание)

Тип	Объем
	$\sin \beta = \frac{b}{a} \sin \alpha$ $\gamma = 180^\circ - \alpha - \beta$ $c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \sin \gamma}$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$\sin^2 \alpha = (\sin \alpha)^2$$

$$\cos^2 \alpha = (\cos \alpha)^2$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha = (\operatorname{tg} \alpha)^2$$

$$\operatorname{ctg}^2 \alpha = (\operatorname{ctg} \alpha)^2$$

$$\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$$

$$\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$$

$$\operatorname{tg}(90^\circ - \alpha) = \operatorname{ctg} \alpha$$

$$\operatorname{ctg}(90^\circ - \alpha) = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\sin(180^\circ - \alpha) = \sin \alpha$$

$$\cos(180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$$

$$\operatorname{tg}(180^\circ - \alpha) = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\operatorname{ctg}(180^\circ - \alpha) = -\operatorname{ctg} \alpha$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta - \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta + \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\operatorname{tg}(\alpha + \beta) = \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta}$$

$$\operatorname{tg}(\alpha - \beta) = \frac{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}{1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta}$$

$$\operatorname{ctg}(\alpha + \beta) = \frac{\operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \beta - 1}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}$$

$$\operatorname{ctg}(\alpha - \beta) = \frac{\operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \beta + 1}{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta}$$

Таблица 1.7. Тригонометрические функции

	sin	cos	tg	ctg
sin α	—	$\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$	$\frac{tg \alpha}{\sqrt{1 + tg^2 \alpha}}$	$\frac{1}{\sqrt{1 + ctg^2 \alpha}}$
cos α	$\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$	—	$\frac{1}{\sqrt{1 + tg^2 \alpha}}$	$\frac{ctg \alpha}{\sqrt{1 + ctg^2 \alpha}}$
tg α	$\frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$	$\frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha}$	—	$\frac{1}{ctg \alpha}$
ctg α	$\frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha}$	$\frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}$	$\frac{1}{tg \alpha}$	—

Таблица 1.8. Значения тригонометрических функций α°

α	30°	45°	60°
sin α	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$
cos α	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$
tg α	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$
ctg α	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$

Таблица 1.9. Моменты инерции и сопротивления сечения

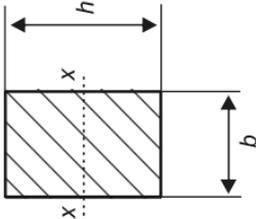
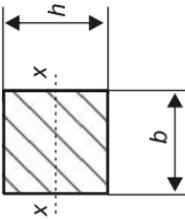
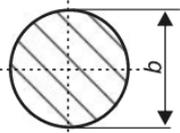
Форма сечения	Площадь сечения	Момент инерции	Момент сопротивления
	$F = bh$	$J_x = \frac{bh^3}{12}$	$W_x = \frac{bh^2}{6}$
	$F = a^2$	$J_x = \frac{a^4}{12}$	$W_x = \frac{a^3}{6}$
	$F = \frac{\pi D^2}{4}$	$J_x = \frac{\pi D^4}{64} = 0,0491D^4$	$W_x = \frac{\pi D^3}{32} \approx 0,1D^3$

Таблица 1.9 (окончание)

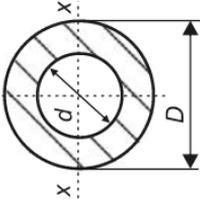
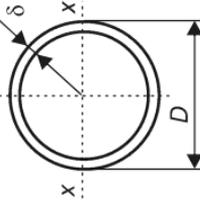
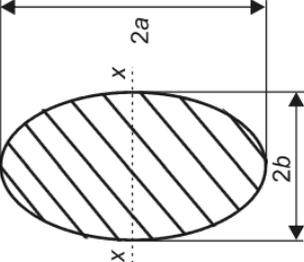
Форма сечения	Площадь сечения	Момент инерции	Момент сопротивления
	$F = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$	$J_x = \frac{\pi D^4}{64} \cdot \left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right) = \frac{\pi D^4}{64} \cdot (1 - a^4),$ <p style="text-align: center;">где $a = \frac{d}{D}$</p>	$W_x = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{\pi D^3}{32} \cdot (1 - a^4)$
	$F = \pi D \delta$ $\delta \leq \frac{10}{10}$	$J_x = \frac{\pi D^3 \delta}{8} \approx 0,3926 D^3 \delta$	$W_x = \frac{\pi D^2 \delta}{4} \approx 0,7853 D^2 \delta$
	$F = \pi ab$	$J_x = \frac{\pi a^3 b}{4}$	$W_x = \frac{\pi a^2 b}{4}$

Таблица 1.10. Расчетные величины простых балок

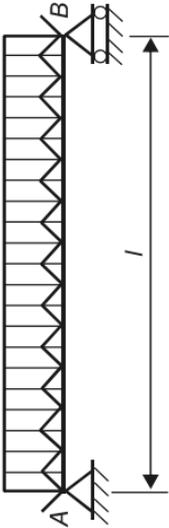
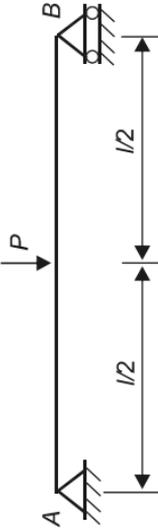
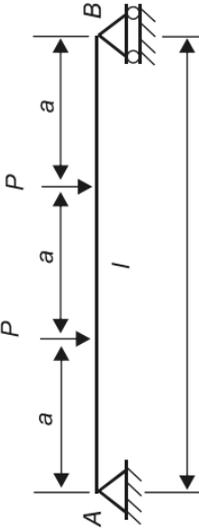
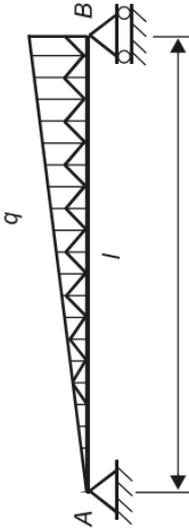
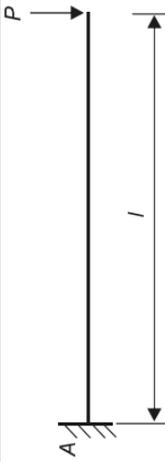
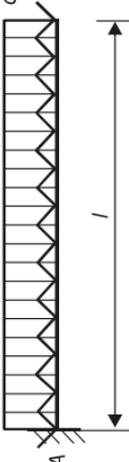
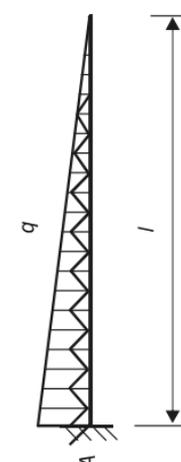
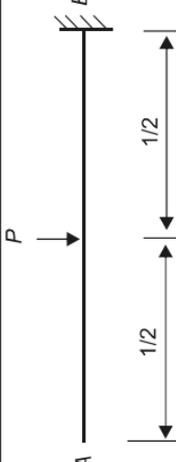
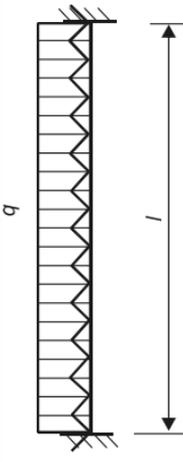
Схема балки и нагрузки	Опорные реакции	Максимальный момент	Стрела прогиба
	$A = B = \frac{ql}{2}$	$M_{\max} = \frac{ql^2}{8}$	$f_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EI}$
	$A = B = \frac{P}{2}$	$M_{\max} = \frac{Pl}{4}$	$f_{\max} = \frac{Pl^3}{48EI}$
	$A = B = P$	$M_{\max} = Pa$	$f_{\max} = \frac{Pa}{24EI} (3l^2 - 4a^2)$
	$A = \frac{ql}{6}; B = \frac{ql}{3}$	$M_{\max} = \frac{ql^2}{9\sqrt{3}}$	$f_{\max} = \frac{0,01304}{EI} \cdot \frac{ql^4}{2}$

Таблица 1.10 (окончание)

Схема балки и нагрузки	Опорные реакции	Максимальный момент	Стрела прогиба
	$A = P$	$M_{\max} = Pl$	$f_{\max} = \frac{Pl^3}{3EI}$
	$A = ql$	$M_{\max} = -\frac{ql^2}{2}$	$f_{\max} = \frac{ql^4}{8EI}$
	$A = \frac{ql}{2}$	$M_{\max} = -\frac{ql^2}{6}$	$f_{\max} = \frac{ql^4}{30EI}$
	$A = B = \frac{P}{2}$	$M_{\max} = \frac{ql}{8}$	$f_{\max} = \frac{Pl^3}{192EI}$
	$A = B = \frac{ql}{2}$	$M_{\max} = -\frac{ql^2}{12}$	$f_{\max} = \frac{ql^4}{384EI}$