строительство и архитектура

Г. М. Бадьин

Справочник технолога-строителя

2-е издание

+CD

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

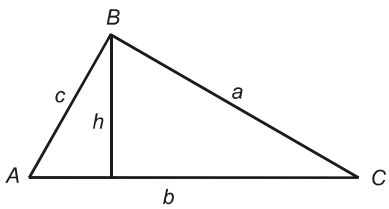
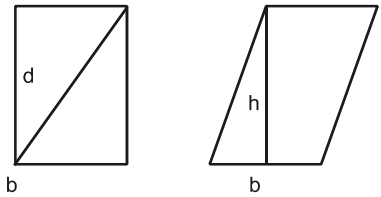
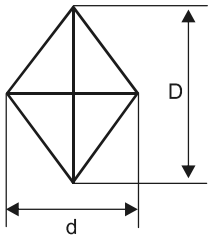
Название	Площадь
Треугольник 	$S = bh/2$ $S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$, где $p = abc/2$
Прямоугольник и параллелограмм 	$S = bh$ $d = \sqrt{h^2 + b^2}$
Ромб 	$S = Dd/2$

Таблица 1.1 *(окончание)*

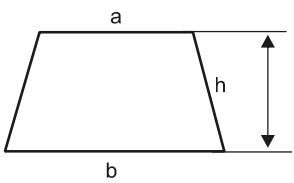
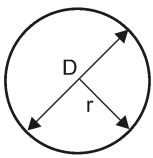
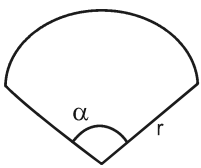
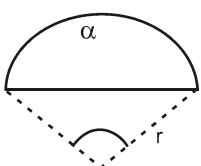
Название	Площадь
Трапеция  	$S = (a + b)h / 2$
Круг  	$S = \pi D^2 / 4 = 0,785D^2$ $L = 2\pi r = \pi D$
Круговой сектор  	$S = \pi r^2 \alpha / 360$
Круговой сегмент  	$S = \frac{r^2}{2}\left(\frac{\pi\alpha}{180} - \sin(\alpha)\right)$

Таблица 1.2. Объемы и поверхности геометрических тел

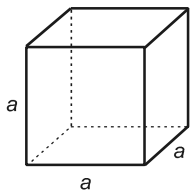
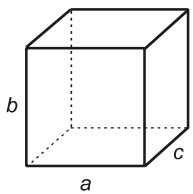
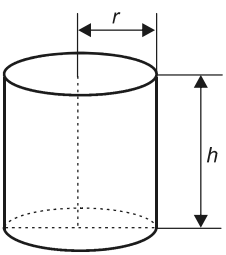
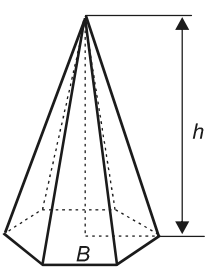
Название	Объем	Полная поверхность
Куб 	$V = a^3$	$S = 6a^2$
Прямоугольный параллелепипед 	$V = abc$	$S = 2(ab + bc + ac)$
Цилиндр 	$V = \pi r^2 h$	$S = 2\pi r(r + h)$
Пирамида 	$V = \frac{1}{3}BH$	—

Таблица 1.2 *(окончание)*

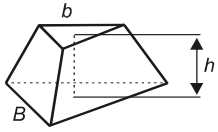
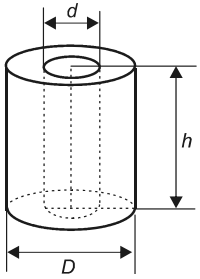
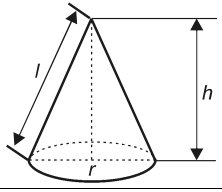
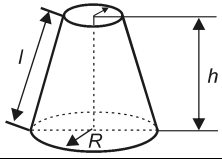
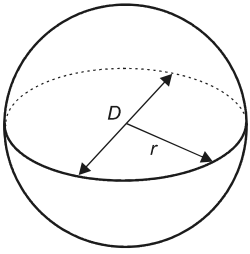
Название	Объем	Полная поверхность
Усеченная пирамида 	$V = \frac{1}{3}h\left(B + b + \sqrt{Bb}\right)$	—
Полый цилиндр 	$V = \frac{\pi}{4}h\left(D^2 + d^2\right)$	—
Конус 	$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$	$S = 4\pi(r + l)$
Усеченный конус 	$V = \frac{\pi}{3}h\left(R^2 + r^2 + Rr\right)$	$S = \pi\left(R^2 +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

Таблица 1.3. Площади и периметры плоских фигур

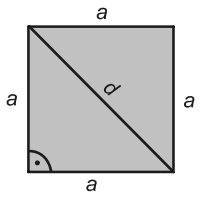
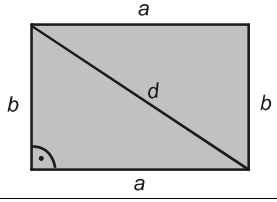
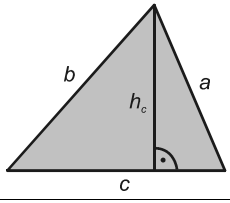
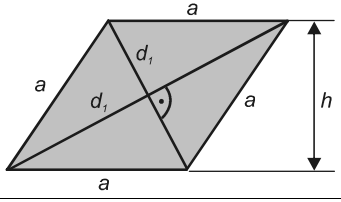
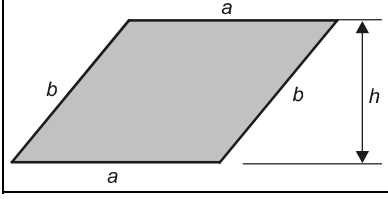
Название	Площадь	Периметр
Квадрат 	$S = a^2$ $d = \sqrt{2}a \approx 1{,}414a$	$p = 4a$
Прямоугольник 	$S = ab$ $d = \sqrt{a^2 + b^2}$	$p = 2(a + b)$
Треугольник 	$S = \frac{1}{2}ch_c$ $S = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ $s = \frac{1}{2}(a + b + c)$	$p = a + b + c = 2s$
Ромб 	$S = ah$ $S = \frac{1}{2}d_1d_2$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

Таблица 1.3 *(окончание)*

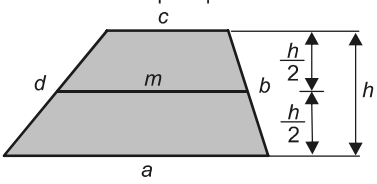
Название	Площадь	Периметр
Трапеция 	$S = mh = \frac{a+c}{2}h$ $m = \frac{a+c}{2}$	$p = a + b + c + d$

Таблица 1.4. Регулярные структуры многогранников

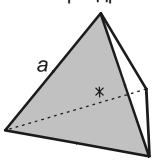
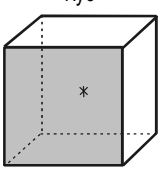
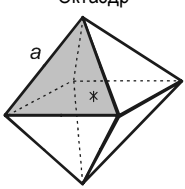
Название	Объем	Площадь поверхности	Количество		
			плоскостей (*f*)	ребер (*k*)	углов (*e*)
Тетраэдр 	$0{,}1179\ a^3$	$1{,}7321\ a^2$	4	6	4
Куб 	a^3	$6\ a^2$	6	12	8
Октаэдр 	$0{,}4714\ a^3$	$3{,}4641\ a^2$	8	12	6

Таблица 1.4 *(окончание)*

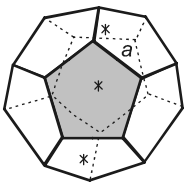
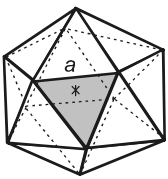
Название	Объем	Площадь поверхности	Количество		
			плоскостей (*f*)	ребер (*k*)	углов (*e*)
Додекаэдр 	7,6631 a^3	20,6457 a^2	12	30	20
Икосаэдр 	2,1817 a^3	8,6603 a^2	20	30	12
			$e + f - k = 2$		

Таблица 1.5. Площади поверхности фигур и объемы тел

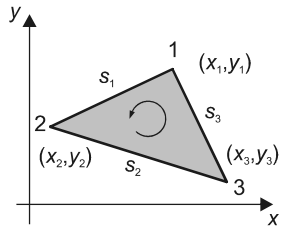
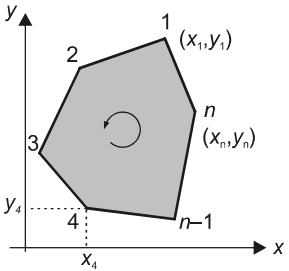
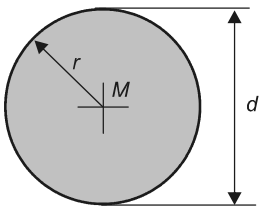
Изображение	Площадь	Периметр
	$S=\frac{1}{2}[(x_1y_2-x_2y_1)+$ $+(x_2y_3-x_3y_2)+$ $+(x_3y_1-x_1y_3)]$	$p=s_1+s_2+s_3$, где $s_1=\sqrt{(x_2-x_1)^2+(y_2-y_1)^2}$ $s_2=\sqrt{(x_3-x_2)^2+(y_3-y_2)^2}$ $s_3=\sqrt{(x_1-x_3)^2+(y_1-y_3)^2}$
	$S=\frac{1}{2}\sum y_i(x_{i-1}-x_{i+1})$ $S=\frac{1}{2}\sum x_i(y_{i+1}-y_{i-1})$	$p=s_1+s_2+\ldots+s_n$, где $s_i=\sqrt{(x_{i+1}-x_i)^2+(y_{i+1}-y_i)^2}$
	$S=\pi r^2=\frac{1}{4}\pi d^2$ $d=2r$	$p=2\pi r=\pi d$

Таблица 1.5 *(продолжение)*

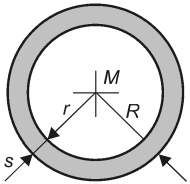
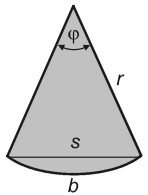
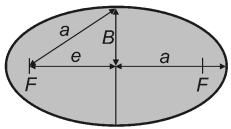
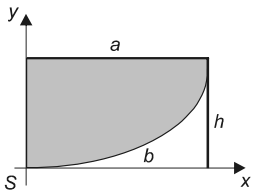
Изображение	Площадь	Периметр
	$S = S_r - S_R$ $S = (R^2 - r^2)\pi$ $s = r - R$	—
	$S = \frac{1}{2}br$ $b = \varphi r = \frac{\varphi^\circ}{180^\circ}\pi r$ $s = 2r\sin\frac{\varphi}{2}$ $\varphi^\circ = \frac{b \cdot 180^\circ}{\pi r}$	—
	$S = \pi ab$ $e = \sqrt{a^2 - b^2}$	$p \approx \pi(a+b)$
	$S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

Таблица 1.5 *(продолжение)*

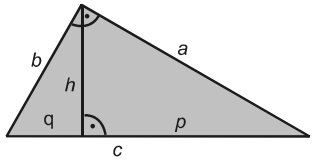
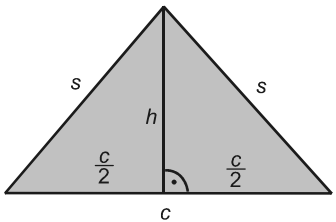
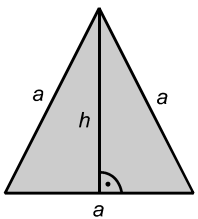
Изображение	Площадь	Периметр
	$S = \frac{1}{2}ab = \frac{1}{2}ch$ $a^2 + b^2 = c^2$ $a^2 = pc$ $b^2 = qc$	$p = a + b + c$
	$S = \frac{1}{2}ch$ $S = \frac{1}{4}c\sqrt{4s^2 - c^2}$ $h = \frac{1}{2}\sqrt{4s^2 - c^2}$	$p = 2s + c$
	$S = \frac{1}{2}ah = \frac{\sqrt{3}}{4}a^2 \approx 0,433a^2$ $h = \frac{\sqrt{3}}{2}a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

Таблица 1.5 *(продолжение)*

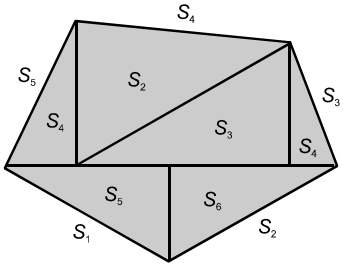
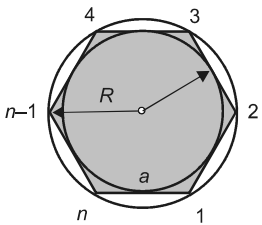
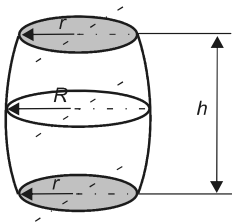
Изображение	Площадь	Периметр
	$S = S_1 + S_2 + \ldots + S_m$	$p = s_1 + s_2 + \ldots + s_n$
 	$S = \frac{1}{2}nar$ $R = \frac{1}{2}\sqrt{a^2+4r^2}$ $V \approx \frac{1}{6}\pi h(r^2 + 4R^2 + r^2)$ $V \approx \frac{1}{15}\pi h(8R^2 + 4Rr + 3r^2)$	$p = na$

Таблица 1.5 *(окончание)*

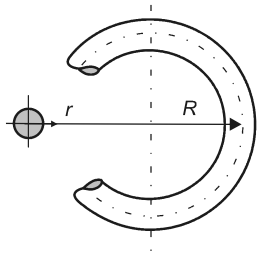
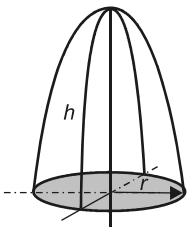
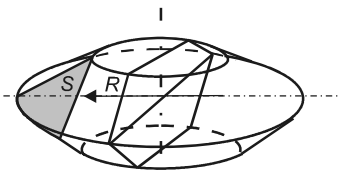
Изображение	Площадь	Периметр
	$S = 4\pi^2 Rr$ $V = 2\pi^2 Rr^2$	
	$V = \frac{1}{2}\pi r^2 h$	
	$V = 2\pi RS$ S — площадь сектора	

Таблица 1.6. Объемы тел

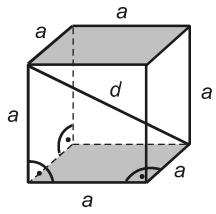
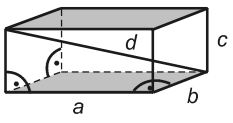
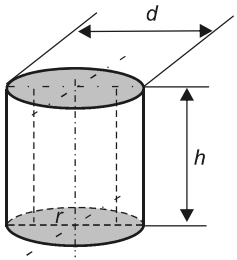
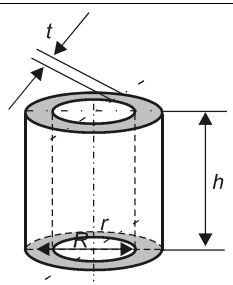
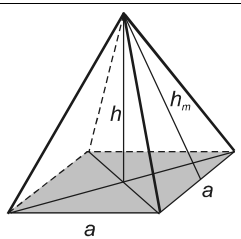
Тип	Объем
	$V = a^3$ $F = 6a^2$, где F — поверхность $d = \sqrt{3}a$ $d \approx 1{,}732a$
	$V = abc$ $F = 2(ab + bc + ca)$ $d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$
	$V = \pi r^2 h$ $F = 2\pi r(r + h)$ $d = 2r$
	$V = \pi h(R^2 - r^2)$ $V = \pi ht(R + r)$ $t = R - r$ $F = 2\pi h(R + r) + 2\pi(R^2 - r^2)$ $F = 2\pi(R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

Таблица 1.6 *(продолжение)*

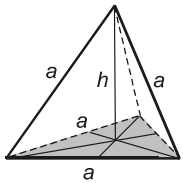
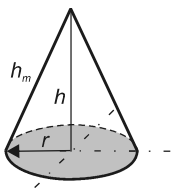
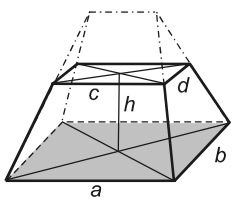
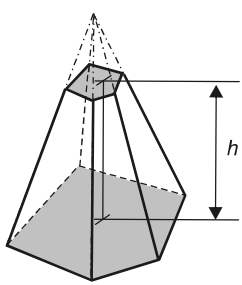
Тип	Объем
	$V = \frac{\sqrt{2}}{12}a^3 \approx 0{,}118a^3$ $F = \sqrt{3}a^2 \approx 1{,}732a^2$ $h = \frac{\sqrt{6}}{3}a \approx 0{,}816a$
	$V = \frac{\pi}{3}r^2h$ $F = \pi r(h_M + r)$ $h_M = \sqrt{r^2 + h^2}$ $h = \sqrt{h_M{}^2 - r^2}$
	$V = \frac{h}{6}\left[ab + cd + (a+c)(b+d)\right]$ $V = \frac{1}{6}hb(2a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

Таблица 1.6 *(продолжение)*

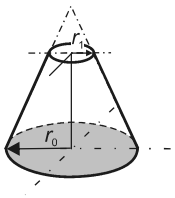
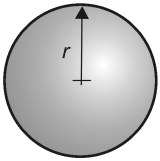
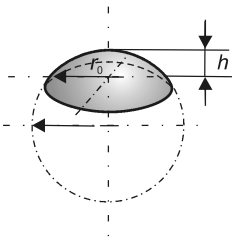
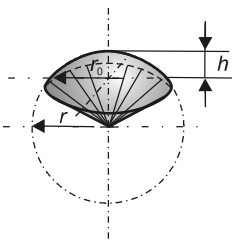
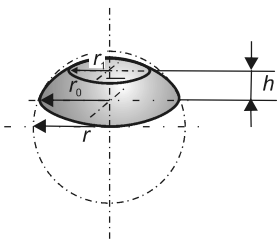
Тип	Объем
	$V = \frac{1}{3}\pi h(r_0^2 + r_0 r_1 + r_1^2)$ $h_м = \sqrt{(r_0 - r_1)^2 + h^2}$ $F = \pi(r_0^2 + r_1^2 + h_м r_0 + h_м r_1)$
	$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \approx 4{,}189 r^3$ $F = 4\pi r^2$ $d = 2r$
	$V = \frac{1}{3}\pi h^2(3r - h)$ $F = \pi(h^2 + 2r_0^2)$ $F = \pi(4rh - h^2)$ $r_0 = \sqrt{h(2r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

Таблица 1.6 *(продолжение)*

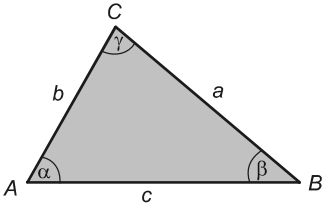
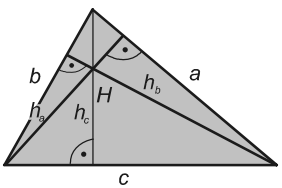
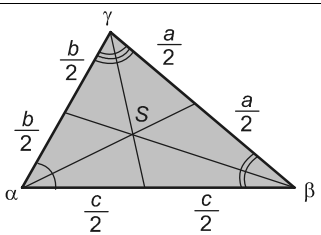
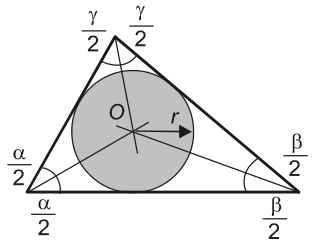
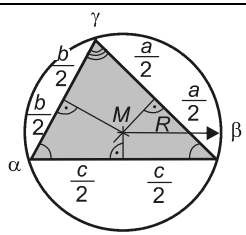
Тип	Объем
	$F=\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ $s=\frac{1}{2}(a+b+c)$ $F=\frac{1}{2}ab\sin\gamma$ $F=\frac{1}{2}a^2\frac{\sin\gamma\cdot\sin\beta}{\sin\alpha}$ $\frac{a}{\sin\alpha}=\frac{b}{\sin\beta}=\frac{c}{\sin\gamma}$ $a^2=b^2+c^2-2bc\cos\alpha$ $b^2=c^2+a^2-2ca\cos\beta$ $c^2=a^2+b^2-2ab\cos\gamma$
	$R=\frac{a}{2\sin\alpha}=\frac{b}{2\sin\beta}=\frac{c}{\sin\gamm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

Таблица 1.6 *(окончание)*

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

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

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

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

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

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

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

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

$\sin(90° - \alpha) = \cos\alpha$

$\cos(90° - \alpha) = \sin\alpha$

$tg(90° - \alpha) = ctg\alpha$

$ctg(90° - \alpha) = tg\alpha$

$\sin(180° - \alpha) = \sin\alpha$

$\cos(180° - \alpha) = -\cos\alpha$

$tg(180° - \alpha) = tg\alpha$

$ctg(180° - \alpha) = -ctg\alpha$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

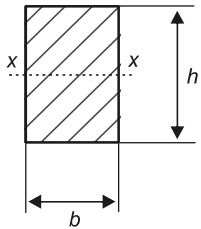
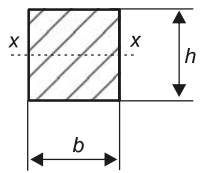
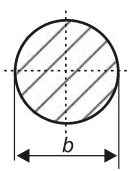
Форма сечения	Площадь сечения	Момент инерции	Момент сопротивления
	$F = bh$	$J_x = \frac{bh^3}{12}$	$W_x = \frac{bh^2}{6}$
	$F = a^2$	$J_x = \frac{a^4}{12}$	$W_x = \frac{a^3}{6}$
	$F = \frac{\pi D^2}{4}$	$J_x = \frac{\pi D^4}{64} = 0,0491D^4$	$W_x = \frac{\pi D^3}{32} \approx 0,1D^3$

Таблица 1.9 *(окончание)*

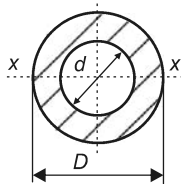
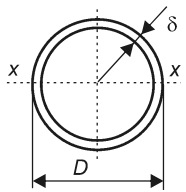
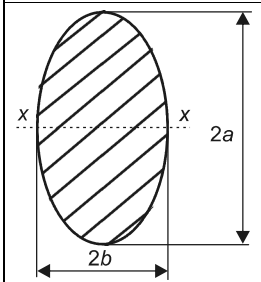
Форма сечения	Площадь сечения	Момент инерции	Момент сопротивления
	$F = \frac{\pi\left(D^2 - d^2\right)}{4}$	$J_x = \frac{\pi D^4}{64} \cdot \left(1 - \frac{d^4}{D4}\right) = \frac{\pi D^4}{64} \cdot \left(1 - a^4\right)$, где $a = \frac{d}{D}$	$W_x = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{\pi D^3}{32} \cdot \left(1 - a^4\right)$
	$F = \pi D\delta$ $\delta \le \frac{D}{10}$	$J_x = \frac{\pi D^3 \delta}{8} \approx 0{,}3926 D^3 \delta$	$W_x = \frac{\pi D^2 \delta}{4} \approx 0{,}7853 D^2 \delta$
	$F = \pi ab$	$J_x = \frac{\pi a^3 b}{4}$	$W_x = \frac{\pi a^2 b}{4}$

Таблица 1.10. Расчетные величины простых балок

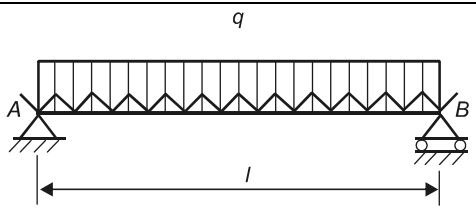
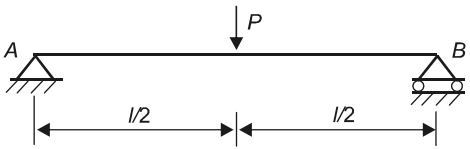
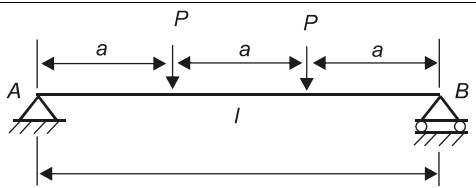
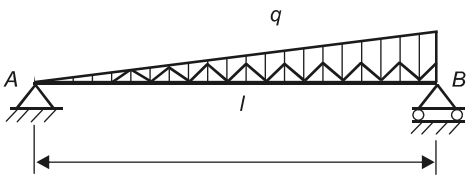
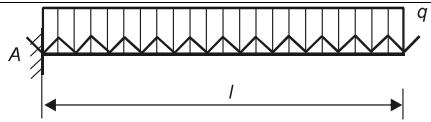
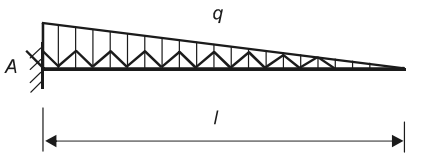
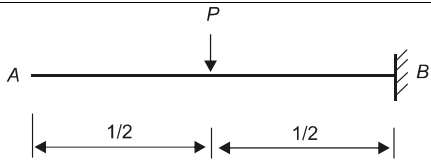
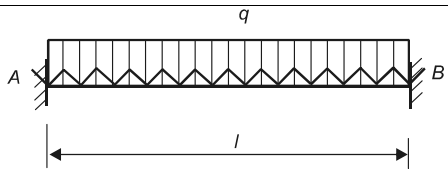
Схема балки и нагрузки	Опорные реакции	Максимальный момент	Стрела прогиба
	$A = B = \frac{ql}{2}$	$M_{max} = \frac{ql^2}{8}$	$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EI}$
	$A = B = \frac{P}{2}$	$M_{max} = \frac{Pl}{4}$	$f_{max} = \frac{Pl^3}{48EI}$
	$A = B = P$	$M_{max} = Pa$	$f_{max} = \frac{Pa}{24EI}\left(3l^2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

Таблица 1.10 *(окончание)*

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

1.2. Системы измерений

Метрическая система измерений

Линейные меры

1 километр (км) = 1000 метров

1 гектометр = 100 метров

1 декаметр = 10 метров

1 метр (м) = 1000 миллиметров

1 метр = 100 сантиметров

1 дециметр (дм) = 10 сантиметров

1 сантиметр (см) = 10 миллиметров

1 миллиметр (мм) = 0,1 сантиметра

1 миллиметр = 0,001 метра

Меры площади

1 кв. километр = 100 гектаров

1 гектар (га) = 10 000 $м^2$

1 кв. метр ($м^2$) = 10 000 $см^2$

1 кв. метр = 10^6 $мм^2$

1 кв. сантиметр ($см^2$) = 100 $мм^2$

1 кв. миллиметр ($мм^2$) = 0,01 $см^2$

Меры объема

1 куб. метр ($м^3$) = 1000 $дм^3$

1 куб. метр = 1 000 000 $см^3$

1 куб. сантиметр ($см^3$) = 1000 $мм^3$

1 куб. миллиметр ($мм^3$) = 0,001 $см^3$

Меры жидкостей

1 килолитр = 1000 литров

1 гектолитр = 100 литров

1 декалитр = 10 литров

1 литр (л) = 10 децилитров

1 литр = 100 сантилитров

1 литр = 1000 миллилитров

1 литр = 1000 $см^3$ = 1 $дм^3$

1 децилитр = 10 сантилитров

1 сантилитр = 10 миллилитров

1 миллилитр = 0,001 литр

1 миллилитр = 1 $см^3$ = 0,001 $дм^3$

Меры веса

1 тонна (т) = 1000 кг

1 килограмм (кг) = 1000 грамм

1 грамм (г) = 1000 миллиграмм

1 миллиграмм = 0,001 грамм

Скорость

Миль в час	Километров в час
0,62	= 1,00
1,00	= 1,61

Англо-американские меры для домашнего хозяйства

Меры объема

1 teaspoon (чайная ложка) = 4,9 миллилитров

1 tablespoon (столовая ложка) = 14,8 миллилитров

1 cup (чашка) = 236 миллилитров

1 pint (пинта) = 472 миллилитра

Перевод англо-американских единиц измерения в метрическую систему

Линейные меры

1 inch (дюйм) = 25,4 мм = 2,54 см = 0,0254 м

1 foot (фут) = 12 дюймов = 30,48 см = 0,3048 м

1 yard (ярд) = 3 фута = 36 дюймов = 0,9144 м

1 furlong (фарлонг) = 220 ярдов = 201,17 м

1 mile (миля) = 5280 футов = 1760 ярдов = 8 фарлонгов = 1,6093 км

1 naut. mile (морская миля) = 6080 футов = 1,832 км

1 inch (дюйм) = 12 линий = 72 точки

1 line (линия) = 6 точек = 1/12 дюйма = 21 мм

1 point (точка) = 1/72 дюйма = 0,3528 мм

1 миллиметр = 0,03937 дюйма

1 сантиметр = 0,3937 дюйма

1 метр = 39,37 дюйма = 3,2808 фута = 1,0936 ярда

1 километр = 3280,8 футов = 1093,6 ярдов = 0,62137 мили

Меры площади

1 square inch (кв. дюйм) = 645,16 $мм^2$ = 6,4516 $см^2$

1 square foot (кв. фут) = 929,03 $см^2$ = 0,092903 $м^2$

1 square yard (кв. ярд) = 0,83613 $м^2$

1 acre (акр) = 43,560 кв. футов = 0,4047 га

1 square mile (кв. миля) = 2,5900 $км^2$

1 $мм^2$ = 0,001550 кв. дюйма

1 $см^2$ = 0,1550 кв. дюйма

1 $дм^2$ = 0,10764 кв. фута

1 $м^2$ = 10,764 кв. футов = 1,1960 кв. ярда

1 гектар = 2,47 акра

1 $км^2$ = 0,38608 кв. мили

Меры объема

1 куб. дюйм = 16,387 $см^3$

1 куб. фут = 1728 куб. дюймов = 0,028317 $м^3$

1 куб. ярд = 27 куб. футов = 0,76455 $м^3$

1 куб. миля = 4,16818 $км^3$

1 $см^3$ = 0,061023 куб. дюймов

1 $м^3$ = 35,315 куб. футов = 1,3079 куб. ярдов

1 $км^3$ = 0,23990 куб. мили

Меры жидкостей

1 US fluid ounce (амер. жидкая унция) = 29,57 мл

1 Br fluid ounce (брит. жидкая унция) = 28,4 мл

1 US gill (амер. гилл) = 0,118 л

1 Br gill (брит. гилл) = 0,142 л

1 US pint (амер. пинта) = 16 ж.у. = 0,4732 л

1 Br pint (брит. пинта) = 20 ж.у. = 0,570 л

1 quart (кварта) = 2 пинты

1 US quart (амер. кварта) = 0,94635 л

1 Br quart (брит. кварта) = 1,140 л

1 gallon (галлон) = 4 кварты

1 US gallon (амер. галлон) = 3,7854 л

1 Br gallon (брит. галлон) = 4,546 л

1 US barrel (амер. баррель) = 119,24 л

1 Br barrel (брит. баррель) = 160,42 л

1 barrel of oil (баррель нефти) = 158,98 л

1 миллилитр = 0,03381 амер. унции

1 литр = 33,814 амер. унции

1 литр = 1,0567 амер. кварты

1 литр = 0,26417 амер. галлона

Меры сыпучих тел

1 quart (кварта) = 1,1012 литра

1 peck (pk) (пек) = 8,8098 литров

1 bushel (bu) (бушель) = 35,239 литров

1 литр = 0,90808 кварт

1 литр = 1,11375 пек

1 литр = 0,0284 бушель

Меры веса

Troy — тройская система мер для благородных металлов и драгоценных камней.

1 гран = 64,799 мг

1 карат = 3,086 грана = 200 мг

1 унция = 480 гранов = 31,103 г

1 фунт (lb) = 12 унций = 0,37324 кг

Avoirdupois — английская система мер и веса для всех товаров, кроме благородных металлов, драгоценных камней и лекарств.

1 унция (oz) = 28,350 г

1 фут = 0,4536 кг

1 стоун = 6,35 кг

1 центнер (брит.) = 50,6 кг

1 центнер (амер.) = 45,3 кг

1 центнер (рус.) = 100 кг

1 короткая тонна = 1016 кг

1 грамм = 15432 грана = 0,035274 унции

1 килограмм = 2,2046 фунта

1 тонна = 0,98421 длинной тонны

1 тонна = 1,1023 короткой тонны

Аптекарские меры

1 pound (фунт) = 12 унций = 576 гранов = 373,2 грамма

1 ounce (унция) = 8 драхм = 480 гранов

1 drachma (драхма) = 3 скрупула = 3,89 грамма

1 scruple (скрупул) = 20 гранов = 1,3 грамма

1 grain (гран) = 64,8 миллиграммов

Соотношение температурных шкал по Фаренгейту и Цельсию

Фаренгейт (Fahrenheit)	Цельсий (Celsius)
230	110
212	100
194	90
176	80
158	70
140	60
122	50
120	48,9
110	43,3
104	40
102	38,9
100	37,8
98,6	36,6
90	32,2
86	30
80	26,6
70	21,1
68	20
60	15,5
50	10
40	4,4
32	0
30	–1,1
20	–6,7
14	–10
10	–12,2
0	–17,8
–4	–20
–10	–23,3
–22	–30
–31	–35
–40	–40
–459,67	–273,15

Формулы перехода:

Цельсий = (Фаренгейт – 32) / 1,8

Фаренгейт = (Цельсий × 1,8) + 32

Старинные русские меры и веса

1 верста = 500 саженей = 1066,78 метров

1 сажень = 3 аршина = 2,13356 метров

1 аршин = 16 вершков = 0,71 метра

1 вершок = 0,0444 метра

1 пуд = 16,38 килограмма

1 килограмм = 0,06105 пуда

1 десятина = 109,254 акров

Единицы международной системы единиц (СИ)

Единицы физических величин, применяемые в России: наименования, обозначения, определения и правила применения этих единиц, установлены в соответствии с ГОСТ 8.417-2002. "Единицы величин" (введен в действие с 1 сентября 2003 г.).

Таблица 1.11. Основные единицы СИ

Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			международное	русское
Длина	*L*	метр	m	м
Масса	*M*	килограмм	kg	кг
Время	*T*	секунда	s	с
Сила электрического тока	*I*	ампер	A	А
Термодинамическая температура	Θ	кельвин	K	К

Таблица 1.12. Производные единицы СИ

Наименование	Размерность	Обозначение	
		международное	русское
Площадь	L^2	m^2	$м^2$
Объем, вместимость	L^3	m^3	$м^3$
Скорость	LT^{-1}	m/s	м/с
Ускорение	LT^{-2}	m/s^2	$м/с^2$
Плотность	$L^{-3}M$	kg/m^3	$кг/м^3$

Таблица 1.13. Произвольные единицы СИ, имеющие специальные наименования обозначения

Наименование	Размерность	Наименование	Выражение через основные и производные единицы СИ	
			русское	Выражение через основные и производные единицы СИ
Плоский угол	1	радиан	рад	$m \cdot m^{-1}=1$
Частота	T^{-1}	герц	Гц	s^{-1}
Сила	LMT^{-2}	ньютон	Н	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Давление	$L^{-1}MT^{-2}$	паскаль	Па	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	L^2MT^{-2}	джоуль	Дж	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Мощность	L^2MT^{-3}	ватт	Вт	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Электрический заряд, количество электричества	TI	кулон	Кл	$s \cdot A$
Электрическое напряжение, электрический потенциал,	$L^2MT^{-3}I^{-1}$	вольт	В	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Электрическая емкость	$L^{-2}M^{-1}T^4I^2$	фарад	Ф	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
Электрическое сопротивление	$L^2MT^{-3}I^{-2}$	ом	Ом	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$

Таблица 1.13 *(окончание)*

Наименование	Размерность	Наименование	Выражение через основные и производные единицы СИ	
			русское	Выражение через основные и производные единицы СИ
Электрическая проводимость	$L^{-2}M^{-1}T^{3}I^{2}$	сименс	См	$m^{-2}\cdot kg^{-1}\cdot s^{3}\cdot A^{2}$
Поток магнитной индукции, магнитный поток	$L^{2}MT^{-2}I^{-1}$	вебер	Вб	$m^{2}\cdot kg\cdot s^{-2}\cdot A^{-1}$
Плотность магнитного потока, магнитная индукция	$MT^{-2}I^{-1}$	тесла	Тл	$kg\cdot s^{-2}\cdot A^{-1}$
Индуктивность	$L^{2}MT^{-2}I^{-2}$	генри	Гн	$m^{2}\cdot kg\cdot s^{-2}\cdot A^{-2}$
Температура Цельсия	Θ	градус Цельсия	°C	K
Световой поток	J	люмен	лм	cd·sr
Освещенность	$L^{-2}J$	люкс	лк	$m^{-2}\cdot cd\cdot sr$

Таблица 1.14. Примеры произвольных единиц СИ, наименования и обозначения которых образованы с использованием специальных наименований и обозначений

Наименование	Размерность	Наименование	Основные и производные единицы СИ	
			русское	Выражение через основные и производные единицы СИ
Момент силы	$L^{2}MT^{-2}$	ньютон-метр	Н·м	$m^{2}\cdot kg\cdot s^{-2}$
Поверхностное натяжение	MT^{-2}	ньютон на метр	Н/м	$kg\cdot s^{-2}$
Динамическая вязкость	$L^{-1}MT^{-1}$	паскаль-секунда	Па·с	$m^{-1}\cdot kg\cdot s^{-1}$
Электрическое смещение	$L^{-2}TI$	кулон на квадратный метр	Кл/м^2	$m^{-2}\cdot s\cdot A$

Таблица 1.14 *(окончание)*

Наименование	Размерность	Наименование	Основные и производные единицы СИ	
			русское	Выражение через основные и производные единицы СИ
Напряженность электрического поля	$LMT^{-3}I^{-1}$	вольт на метр	В/и	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Диэлектрическая проницаемость	$L^{-3}M^{-1}T^{4}I^{2}$	фарад на метр	Ф/м	$m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^{4} \cdot A^{2}$
Магнитная проницаемость	$LMT^{-2}I^{-2}$	генри на метр	Гн/м	$m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
Удельная энергия	$L^{2}T^{-2}$	джоуль на килограмм	Дж/кг	$m^{2} \cdot s^{-2}$
Теплоемкость системы, энтропия системы	$L^{2}MT^{-2}\Theta^{-1}$	джоуль на кельвин	Дж/К	$m^{2} \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
Удельная теплоемкость, удельная энтропия	$L^{2}T^{-2}\Theta^{-1}$	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг·К)	$m^{2} \cdot s^{-2} K^{-1}$
Поверхностная плотность потока энергии	MT^{-3}	ватт на квадратный метр	Вт/м^2	$kg \cdot s^{-3}$
Теплопроводность	$LMT^{-3}\Theta^{-1}$	ватт на метр-кельвин	Вт/(м·К)	$m \cdot kg \cdot s^{-3} K^{-1}$
Молярная внутренняя энергия	$L^{2}MT^{-2}N^{-1}$	джоуль на моль	Дж/моль	$m^{2} \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot mol^{-1}$
Молярная энтропия, молярная теплоемкость	$L^{2}MT^{-2}\Theta^{-1}N^{-1}$	джоуль на моль-кельвин	Дж/(моль·К)	$m^{2} \cdot kg \cdot s^{-2} K^{-1} \cdot mol^{-1}$
Угловая скорость	T^{-1}	радиан в секунду	рад/с	s^{-1}

Таблица 1.15. Шкала твердости минералов (по Моосу)

Материал	Показатель твердости	Характеристики твердости
Тальк, мел	1	Легко чертится ногтем
Каменная соль, гипс	2	Чертится ногтем
Известковый шпат	3	Легко чертится стальным ножом
Плавиковый шпат	4	Чертится стальным ножом при небольшом нажиме
Апатит	5	Чертится стальным ножом при большом нажиме. Стекло не чертит
Ортоклаз	6	Слегка царапает стекло
Кварц, Топаз	7 8	Легко чертят стекло
Корунд, Алмаз	9 10	Стальным ножом не чертятся

1.3. Коэффициенты трения скольжения

Металл по металлу ..... 0,15—0,20
Дерево по дереву ..... 0,20—0,50
Металл по металлу при смазке ..... 0,07—0,01
Полозья деревянные по льду 0,035
Полозья деревянные, обитые железом, по льду 0,02
Сталь по льду (коньки) 0,015
Лед по льду 0,028
Сталь по стали ..... 0,03—0,09
Шина по сухому асфальту ..... 0,50—0,70
Шина по мокрому асфальту ..... 0,35—0,45
Шина по сухой грунтовой дороге, сухому булыжнику ..... 0,4—0,50
Шина по мокрой грунтовой дороге, мокрому булыжнику ..... 0,30—0,40
Шина по гладкому льду ..... 0,15—0,20
Точильный камень по стали 0,94
Подшипник скольжения (при смазке) ..... 0,02—0,08

Таблица 1.16. Перевод скорости ветра в динамическое давление

Скорость ветра			Давление	
Шкала Бофорта	**км/ч**	**м/с**	**кгс/м²**	**Па**
4	30	8,3	4,3	42
5	35	9,7	5,9	58
	40	11,1	7,8	76
6	45	12,5	9,5	93
	50	13,9	12,0	118
7	55	15,3	14,5	142
	60	16,7	17,5	171
8	65	18,1	20,5	200
	70	19,4	23,5	230
	75	20,8	27,0	265
9	80	22,2	31,0	304
	85	23,6	35,0	343
	90	25,0	39,0	382
10	95	26,4	43,5	426
	100	27,8	48,0	470
	105	29,3	53,5	524
11	110	30,3	57,5	563
	115	31,9	63,6	623
12	120	33,3	69,0	676
	125	34,7	75,0	735
	130	36,1	81,0	793

Таблица 1.17. Шкала приближенного определения силы ветра (шкала Бофорта)

Балл	Скорость ветра, м/с	Наблюдаемое действие ветра
0	0—0,5	Дым поднимается отвесно. Листья неподвижны
1	0,6—1,7	Дым легко отклоняется в сторону
2	1,8—3,3	Дуновение чувствуется лицом. Листья шелестят
3	3,4—5,2	Листья и тонкие ветки деревьев колышутся
4	5,3—7,4	Поднимается пыль. Тонкие ветки деревьев колышутся
5	7,5—9,8	На воде волны с гребешками. Качаются ветки деревьев
6	9,9—12,4	Качаются толстые сучья деревьев. Гудят телефонные провода*
7	12,5—15,2	Качаются стволы деревьев. Гнутся большие ветки*
8	15,3—18,2	Ломаются тонкие ветки и сухие сучья деревьев*
9	18,3—21,5	Небольшие разрушения. Волны на море покрываются пеной*
10	21,6—25,1	Значительные разрушения. Деревья вырываются с корнем*
11	25,2—29	Большие разрушения*
12	Более 29	Катастрофические разрушения*

***** При скорости ветра более 6 баллов прекращаются все строительные работы.

Таблица 1.18. Значения модулей упругости, сдвига и коэффициента Пуассона

Материал	Модуль упругости $E \cdot 10^{-5}$, МПа	Модуль сдвига $G \cdot 10^{-5}$, МПа	Коэффициент Пуассона, μ
Чугун	1,2—1,6	0,45	0,23—0,27
Углеродистые стали	2—2,1	0,81	0,24—0,28
Алюминий	0,99	0,27	0,32—0,36
Стекло	0,56	0,22	0,25
Камень-известняк	0,42	—	—
Дерево вдоль волокон	0,11	0,006	—
То же поперек волокон	0,05—0,1	—	—
Бетон классов В10...В60	0,18—0,40	0,07—0,16	0,2
Кирпичная кладка	0,03	—	—

Таблица 1.19. Нормативная нагрузка от собственного веса строительных конструкций и материалов

Строительные конструкции и материалы	Толщина, мм	Вес, кН/м²
Покрытия		
Защитный слой из гравия по мастике	15—20	0,3—0,4
Кровля из рулонных материалов (3—4 слоя)	—	0,15—0,2
Асфальтовая или цементная стяжка	20	0,35
Утеплитель: пенобетон (ρ = 500 кг/м²) пенопласт (ρ = 50 кг/м²)	80—160 60—120	0,4—0,8 0,03—0,06
Пароизоляция обмазочная или из 1-го слоя рубероида	—	0,05
Профилированный стальной настил	0,8—1	0,13—0,16
Волнистые листы: асбестоцементные стальные	1 1,75	0,2 0,12—0,21
Плоский стальной настил	3—4	0,24—0,32
Полы		
Бетонный	20—30	0,48—0,72
То же при наличии бетонной стяжки	50—65	1,20—1,56
Асфальтобетонный	25—50	0,52—1,05
То же при наличии бетонной стяжки	55—65	1,25—1,90
Дощатый по деревянным лагам из брусков	110	0,35
То же со звукоизоляционным слоем из шлака	110	0,8
То же со звукоизоляционным слоем из песка	110	1,20

Таблица 1.20. Характеристики важнейших строительных материалов

Материал	Ед. изм.	Масса, кг	Предел прочности, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
Асбестовый картон	м³	900	—	0,17
Асбестоцементные плитки 400×400×4 мм	м²	8—10	24	0,34
Асбофанера волнистая обыкновенного профиля 1200×678 мм, толщиной 5,5 мм	м²	11	14	0,29—0,5
Бетон:				
с каменным заполнителем	м³	2200—2400	2,5—60	1,28
с кирпичным щебнем	м³	1800—2000	2,5—20	1,13
ячеистый термоизоляционный	м³	400—600	—	—
Брусья строительные	м³	600	—	Поперек волокон 0,19; вдоль — 0,38
Бут из твердых пород (обмер в штабелях)	м³	1600—1800	130—245	3,49
Вермикулит	м³	250—400	—	0,087—0,11
Винипласт	м³	1380—1400	40—80	0,15
Гипс	м³	1100—1250	8—12	0,5
Гипсовые плитки	шт.	9—11	9	0,29—0,35
Гипсовая сухая штукатурка в листах длиной 2,7—3,3 м, шириной 1,2 м, толщиной 8—10 мм	м²	10	9,5 (на изгиб)	0,29—0,26
Древесно-волокнистые плиты изоляционные	м³	до 400	0,8 (на изгиб)	0,055
Земля сухая (растительная)	м³	1200—1400	—	0,41
Камни шлакобетонные пустотелые (обмер в штабелях)	м³	1200—1300	2,5—10	0,47—0,81
Камышит	м³	250—400	—	0,09—0,13
Кирпич: глиняный обыкновенный, марок 150, 100, 75, 50	тыс. шт.	3500—3900	5—15	0,76—0,81
полусухого прессования	тыс. шт.	3500—4000	5—15	0,76—0,81
силикатный, марок 150, 100, 75	тыс. шт.	3500—3700	7,5—15	0,76—0,87

Таблица 1.20 *(продолжение)*

Материал	Ед. изм.	Масса, кг	Предел прочности, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
Лес: круглый хвойный сырой	м³	750	—	—
то же полусухой	м³	650—700	—	—
пиленый хвойный полусухой	м³	600—750	На изгиб 75, при сжатии поперек волокон — 2, вдоль — 40	Поперек волокон — 0,17, вдоль — 0,38
то же дубовый при нормальной влажности	м³	850	На изгиб 77—130, при сжатии вдоль волокон 42,5—65, поперек — 65	Поперек волокон — 0,23
Мел молотый	м³	950—1200	—	0,069
Микропорит	м³	400—900	2,5—10	0,09—0,23
Минеральная вата в плитах	м³	300—500	На изгиб 0,1—0,2	0,076—0,10
Мусор строительный	м³	1200—1400	—	0,41
Пенобетон: автоклавный	м³	300—1005	0,4—7,5	0,09—0,26
обыкновенный	м³	400—500	0,4—0,7	0,11—0,13
Пеногипс	м³	500—600	—	0,09—0,13
Пеносиликат	м³	400—1000	0,7—0,75	0,11—0,26
Песок: горный	м³	1500—1600	—	0,87
речной	м³	1550—1800	—	0,30—0,87
Плиты древесно-стружечные экструзивные	м³	300—400	—	0,045—0,007
Растворы на обыкновенном песке	м³	1800—2000	0,2—10	1,05—1,163
Торфоизоляционные плиты ГОСТ 4861-49	м³	170—275	При изгибе 0,3—0,4	0,06—0,07
Фанера	м³	700	—	—
Фибролит	м³	250—600	0,3—1,0	0,09—0,17

Таблица 1.20 *(окончание)*

Материал	Ед. изм.	Масса, кг	Предел прочности, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
Шевелин	м³	100—150	—	0,04—0,05
Шлак котельный	м³	750—1000	—	0,21—0,29
Шлаковая вата	м³	200—300	—	0,06—0,08

1.4. Теплопроводность материалов

Теплопроводность материалов λ_R показывает количество тепла в ваттах, проходящее через 1 м^2 слоя толщиной 1 м при перепаде температуры в направлении потока тепла 1 К [Вт/м·К].

Зависимость теплопроводности λ_R от плотности материала D

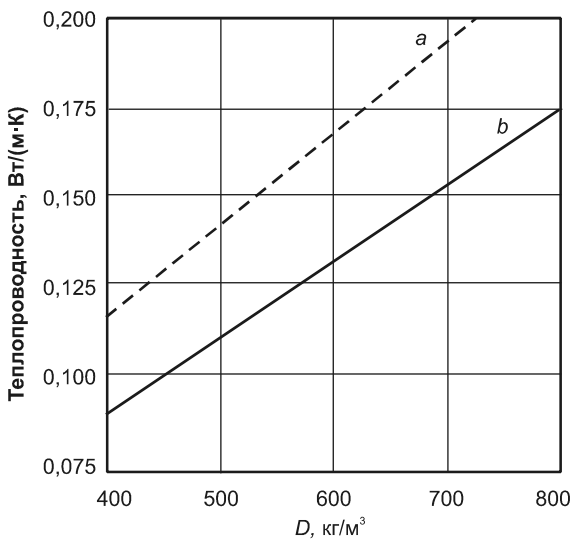


Рис. 1.1. График зависимости теплопроводности λ_R от плотности материала D:
a **—** теплопроводность с учетом практического содержания влаги;
b **—** теплопроводность в сухом состоянии

Зависимость теплопроводности λ_R от вида материалов, конструкции, толщины

Теплопроводность, λ_R	0,12	0,14	Измерение Вт/(м·К)
Толщина стены, d	≈30	≈60	см
Сопротивление теплопередачи (термическое сопротивление), $1/\lambda_R$	2,50	2,50	м²·К/Вт
Коэффициент теплоусвоения, К	0,37	0,37	Вт/м²·К

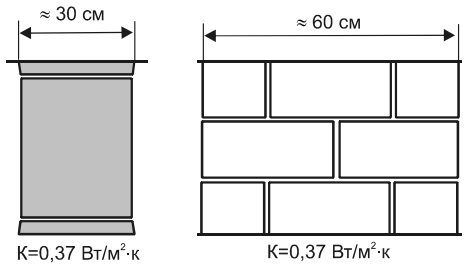


Рис. 1.2. Эквивалентное сравнение различных конструкций по теплопроводности (ячеистый бетон ~30 см, кирпич ~60 см); К — коэффициент теплоусвоения

Примечание

В таблицах справочника коэффициент теплопроводности λ указывается в следующих адекватных размерностях:

Вт/мК — Международные стандарты DIN EN ISO 7345 и DIN 4108;

Вт/м°С — СНиП П 3-79 и СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий".

2. Строительные материалы и изделия

2.1. Основные строительные материалы

Таблица 2.1. Материалы для строительных работ

Материал	Единица измерения	Масса, кг
Алебастр	м^2	2300—2800
	м^3	1000—1400
Асбофанера:		
жесткая	м^2	1700
мягкая	м^2	1400
волокнистая:		
обыкновенного профиля 1200×678×5 мм	м^2	11
усиленного профиля 2800×994×5 мм	м^2	16
Асбестоцементные облицовочные листы размером 1200×800×6 мм	м^3	11
Балласт:		
гравийный	м^3	1800
песчаный	м^3	1650
щебеночный	м^3	1500
Борулин гидроизоляционный	м^2	3
Войлок строительный:		
в кипах	м^2	300
листовой	м^2	1,74

Таблица 2.1 *(продолжение)*

Материал	Единица измерения	Масса, кг
Гидроизол (длина 20 м)	рулон	16
Глина:		
обыкновенная	м^3	1500
огнеупорная	м^3	1650
Гранит в блоках	м^3	2700
Земля растительная сухая	м^3	1200
Кирпич:		
керамический	тыс. шт.	3750
силикатный	тыс. шт.	3700
дырчатый	тыс. шт.	3560
огнеупорный	тыс. шт.	3300
Линолеум толщиной 2,5 мм	м^3	2,9
Линкруст	м^3	1
Минераловатные маты на связке из смол	м^3	160—200
Мрамор	м^3	2600
Мох	м^3	140
Горбыль	м^3	700
Опилки древесные	м^3	200
Паркет дубовый толщиной 17 мм	м^2	22
Пергамин П-350	м^2	0,65
Плиты и блоки гипсолитовые	м^3	950
Плиты древесно-волокнистые:		
изоляционные мягкие толщиной 12,5—25 мм	м^3	500
отделочные толщиной 8 мм	м^3	7
полутвердые толщиной 4 мм	м^3	5
Плиты:		
пробковые	м^3	250
совелитовые толщиной 20—50 мм	м^3	400
из сухой штукатурки толщиной 20—50 мм	м^3	10
шлакоалебастровые	м^3	1250
Фанера клееная	м^3	700

Таблица 2.1 *(продолжение)*

Материал	Единица измерения	Масса, кг
Фибролит	$м^3$	400
Цемент (навалом)	$м^3$	1000—1400
Шлак котельный	$м^3$	750
Щебень:		
гранитный	$м^3$	1750
известковый	$м^3$	1600
кирпичный	$м^3$	1600
Плитки керамические:		
для полов	$м^3$	25
для внутренней облицовки	$м^2$	18
Рубероид	$м^2$	0,45
Сетка проволочная	$м^2$	1,9—2,35
Стекло:		
оконное толщиной 2 мм	$м^2$	5,5
то же толщиной 3 мм	$м^2$	7,7
армированное	$м^3$	12
Толь	$м^3$	1,4—2
Бетоны, растворы, бетонные и железобетонные детали и изделия		
Бетон товарный:		
тяжелый	$м^3$	2300
то же	$м^3$	2400
легкий (шлакобетон)	$м^3$	1600
Раствор товарный:		
тяжелый	$м^3$	2200
легкий	$м^3$	1800
Сборные детали и изделия из тяжелого бетона:		
без арматуры	$м^3$	2400
с арматурой	$м^3$	2500
Сборные детали и изделия из легкого бетона (шлакобетона)	$м^3$	1600

Таблица 2.1 *(окончание)*

Материал	Единица измерения	Масса, кг
Плиты из ячеистого бетона (пенобетона) и пеносиликата:		
без арматуры М-10-25	$м^3$	750
с арматурой	$м^3$	800
Камни шлакобетонные с пустотностью 50—59%	$м^3$	700
Полимерные материалы (пластмассы)		
Винипласт (листы, трубы)	$м^3$	60
Пенопласт (поливинилхлорид)	$м^3$	60
Полистирол (плитка)	$м^3$	1050
Стекло органическое	$м^3$	1800
Стеклопластики на фенолформальдегидных смолах	$м^3$	1700—1800

2.2. Лесоматериалы и деревянные строительные изделия

Таблица 2.2. Плотность древесины различных пород, $кг/м^3$

Породы	При эксплуатационной влажности	
	до 75%	более 75%
Хвойные		
Лиственница	650	800
Сосна, ель, кедр, пихта	500	600
Лиственные		
Дуб, береза, бук, ясень, клен, граб, акация, вяз, ильм	700	800
Осина, тополь, ольха, липа	500	600

Таблица 2.3. Сортамент пиломатериалов (ГОСТ 24454-80)

Толщина, мм	Ширина, мм								
16	75	100	125	150	—	—	—	—	—
19	75	100	125	150	175	—	—	—	—
22	75	100	125	150	175	200	—	—	—
25	75	100	125	150	175	200	225	250	—
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100	—	100	125	150	175	200	225	250	275
125	—	—	125	150	175	200	225	250	—
150	—	—	—	150	175	200	225	250	—
175	—	—	—	—	175	200	225	250	—
200	—	—	—	—	—	200	225	250	—
250	—	—	—	—	—	—	—	250	—

Примечание. Длина пиломатериалов от 1 до 6,5 м с градацией 0,25 м.

Таблица 2.4. Объем 10 пог. м брусков и заготовок брусьев из хвойных пород, м^3

Ширина, мм	Толщина, мм							
	50	60	75	100	130	150	180	200
Бруски и заготовки								
25	0,0125	0,015	0,0188	—	—	—	—	—
30	0,015	0,018	0,0225	—	—	—	—	—
35	0,0175	0,021	0,0263	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—
45	0,0225	0,027	0,0338					

Таблица 2.4 *(окончание)*

Ширина, мм	Толщина, мм							
	50	60	75	100	130	150	180	200
50	0,025	—	—	—	—	—	—	—
55	0,0276	0,033	0,0413	—	—	—	—	—
60	0,03	0,036	—	—	—	—	—	—
65	0,0325	0,039	—	—	—	—	—	—
70	0,035	0,042	—	—	—	—	—	—
75	0,0375	0,045	0,0563	—	—	—	—	—
80	0,04	0,048	0,06	0,08	—	—	—	—
90	0,045	0,054	0,0675	0,09	—	—	—	—
100	0,05	0,06	0,075	0,1	—	—	—	—
110	0,055	0,066	0,0825	—	—	—	—	—
Брусья								
130	0,065	0,078	0,0975	0,13	0,169	—	—	—
150	0,075	1,09	0,0113	0,15	0,196	0,225	—	—
180	0,09	0,108	0,0135	0,18	0,234	0,27	0,324	—
200	0,1	0,12	0,015	0,02	0,26	0,3	—	0,4

Таблица 2.5. Объем одного бревна, м^3

Диаметр бревен в верхнем отрубе, см	Длина, мм										
	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9
12	0,053	0,063	0,073	0,084	0,093	0,103	0,114	0,125	0,138	0,15	0,166
13	0,062	0,074	0,085	0,097	0,108	0,12	0,132	0,144	0,158	0,173	0,19
14	0,073	0,084	0,097	0,11	0,123	0,135	0,15	0,164	0,179	0,195	0,212
15	0,084	0,097	0,11	0,125	0,14	0,154	0,169	0,185	0,2	0,22	0,24
16	0,095	0,11	0,124	0,14	0,155	0,172	0,189	0,2	0,22	0,24	0,26
18	0,12	0,138	0,156	0,175	0,194	0,21	0,23	0,25	0,28	0,3	0,32
20	0,147	0,17	0,19	0,21	0,23	0,26	0,28	0,3	0,33	0,36	0,39
22	0,178	0,2	0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,4	0,43	0,46
24	0,21	0,24	0,27	0,3	0,33	0,36	0,40	0,43	0,47	0,5	0,55
26	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,43	0,46	0,5	0,51	0,58	0,63
28	0,29	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,58	0,63	0,67	0,72
30	0,33	0,38	0,42	0,47	0,52	0,56	0,61	0,66	0,72	0,78	0,83

Таблица 2.6. Физико-механические свойства древесины

Порода	Средняя плотность, кг/м³	Параметры прочности, МПа				
		Вдоль волокон				Поперек волокон
		растяжение	сжатие	статический изгиб	скалывание (радиальное)	статический изгиб
Сосна	500	110	48	85	7,5	86
Ель	450	120	44	80	6,8	79,5
Пихта	370	70	40	70	6,5	68,5
Лиственница	660	125	62	105	11	111,5
Дуб	700	130	58	106	10	107,5
Бук	670	130	56	105	12	108,5
Береза	630	125	55	110	9,2	109
Осина	480	120	42	78	6,2	78

Примечание. Прочность древесины дана при стандартной влажности 12%.
С увеличением влажности прочность снижается.

Допускаемая влажность древесины и деревянных изделий, %:

Пиломатериалы лиственных пород ..... 25±3

Пиломатериалы хвойных пород ..... 22±3

Пиломатериалы и заготовки для пролетных строений мостов и других конструкций 25

Несущие конструкции труднопроветриваемые 20

Клеевые конструкции 15

Мелкие ответственные детали (шпоки, мергели, вкладыши и др.) 15

Пиленые заготовки ..... 18—20

Балки и черепные бруски 23

Древесина в коробках окон и балконных дверей ..... 12—18

Древесина в оконных переплетах, балконных фрамугах и форточках 12

Коробки внутренних дверей и фрамуг 12

Щитовые двери и реечные щиты 10
Погонажные изделия 15
Готовые паркетные изделия ..... 8±2
Детали для чистых полов. 12

Таблица 2.7. Расчетные сопротивления древесины (сосны и ели)

Напряженное состояние и характеристика элементов	Расчетные сопротивления, МПа, для сортов древесины		
	1	2	3
Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон:			
а) элементы прямоугольного сечения высотой до 50 см	14	13	8,5
б) то же шириной свыше 11 до 13 см при высоте сечения свыше 11 до 50 см	15	14	10
в) то же шириной свыше 13 см при высоте сечения свыше 13 до 50 см	16	15	11
г) элементы из круглых лесоматериалов без врезок в расчетном сечении	—	16	10
Растяжение вдоль волокон:			
а) неклееные элементы	10	7	—
б) клееные элементы	12	9	—
Сжатие и смятие по всей площади поперек волокон	1,8	1,8	1,8
Смятие поперек волокон местное:			
а) в опорных частях конструкций, лобовых врубках и узловых примыканиях элементов	3	3	3
б) под шайбами при углах смятия от 90 до 60°	4	4	4
Скалывание вдоль волокон:			
а) при изгибе неклееных элементов	1,8	1,6	1,6
б) при изгибе клееных элементов	1,6	1,5	1,5
в) в лобовых врубках для максимального напряжения	2,4	2,1	2,1
г) местное в клеевых соединениях для максимального напряжения	2,1	2,1	2,1

Таблица 2.7 *(окончание)*

Напряженное состояние и характеристика элементов	Расчетные сопротивления, МПа, для сортов древесины		
	1	2	3
Скалывание поперек волокон:			
а) в соединениях неклееных элементов	1	0,8	0,6
б) в соединениях клееных элементов	0,7	0,7	0,6
Растяжение поперек волокон элементов из клееной древесины	0,35	0,3	0,25

Таблица 2.8. Средние показатели твердости древесины

Порода	Относительная твердость, %	Твердость по Бринеллю, кПа/мм²
Каштан	36	2,7—3,1
Сосна	42	То же
Береза	67	2,1—3,6
Дымчатая береза	67	То же
Вишня	85	2,8—3,3
Сайма	95	То же
Красный дуб	96	2,9—3,8
Бук	97	2,7—4,2
Дуб	100	2,5—4,2
Ясень	105	3,0—4,7
Дымчатый бук	118	То же
Клен	123	2,6—4,9
Мербау	144	3,7—4,9

Таблица 2.9. Расчетные сопротивления строительной фанеры

Вид фанеры	Расчетные сопротивления, МПа				
	растяжению в плоскости листа $R_{ф.р}$	сжатию в плоскости листа $R_{ф.с}$	изгибу из плоскости листа $R_{ф.и}$	скалыванию в плоскости листа $R_{ф.ск}$	срезу $R_{ф.ср}$
Клееная березовая марки ФСФ сортов В/ВВ, В/С, ВВ/с:					
а) семислойная толщиной 8 мм и более:	14	12	16	0,8	6
вдоль волокон наружных слоев	9	8,5	6,5	0,8	6
поперек волокон наружных слоев	4,5	7	—	0,8	9
под углом 45° к волокнам					
б) пятислойная толщиной 5—7 мм:					
вдоль волокон наружных слоев	14	13	18	0,8	5
поперек волокон наружных слоев	6	7	3	0,8	5
под углом 45° к волокнам	4	6	—	0,8	9
Бакелизированная марки ФБС толщиной 7 мм и более:	32	28	33	1,8	11
вдоль волокон наружных слоев	24	23	25	1,8	12
поперек волокон наружных слоев	16,5	21	—	1,8	16
под углом 45° к волокнам					

Таблица 2.10. Технические характеристики древесных плит

Показатель	Ед. изм.	Значения показателей для				
		ДВПс	ДСПк, ДСПф			ЦСП
			II-1	II-2	II-3	
Плотность	кг/м^3	Более 850	750—850	700—850	900—1200	1200—1300
Длина	мм	2750—3600	1830, 3660	1830, 3660	3600	2600—3600
Ширина	мм	1200—1830	1200, 1830	2200, 1830	1220	1200

Таблица 2.10 *(окончание)*

Показатель	Ед. изм.	Значения показателей для				
		ДВПс	ДСПк, ДСПф			ЦСП
			II-1	II-2	II-3	
Предел прочности:						
а) при изгибе при толщине:						
10—14 мм	МПа	35—50	19,61	15,69	—	—
15—19 мм			17,65	14,71	24,51	—
20 мм и более			16,67	13,37	24,51	—
б) при растяжении перпендикулярно плоскости плиты			0,343	0,295	0,392	—

Примечание. ДВП — древесно-волокнистые плиты, ДСП — древесно-стружечные плиты, ЦСП — цементно-стружечные плиты.

Таблица 2.11. Физико-механические свойства ЦСП

Показатель	Значения для плит марок	
	ЦСП-1	ЦСП-2
Плотность, кг/м^3	1100—1400	1100—1400
Влажность, %	9±3	9±3
Предел прочности при изгибе, МПа, не менее, для толщины, мм:		
8—16	12	9
18—24	10	8
26—40	9	7
Предел прочности при растяжении, МПа	0,4	0,35
Модуль упругости при изгибе, МПа	3500	3000
Твердость, МПа	45—65	45—65
Удельное сопротивление выдергиванию шурупов из пластин, Н/м	4—7	4—7
Разбухание по толщине за 24 ч, %, не более	2	2
Водопоглощение за 24 ч, %, не более	16	16
Теплопроводность, Вт/(м•°С)	0,26	0,26

Таблица 2.12. Плиты древесно-стружечные

Марка	Размеры, мм			Область применения
	Длина	Ширина	Толщина	
ПТ-1	1800—3000	1220; 1500	10; 13; 16; 19	Конструкционный и отделочный материал
ПС-1 ПТ-3 ПС-3	3500; 3660	1750; 1830	22; 25	
ПТП-3	3500; 3600	1500; 1750; 1830	19	Для покрытия полов и неответственных строительных деталей
ЭС	1525; 1830	1220; 1250	15; 18; 21; 24	Для строительных изделий (щитовые двери, перегородки и др.)
ЭМ	1525; 1830	1220; 1250	27; 32; 37; 42; 52	

Таблица 2.13. Плиты древесно-волокнистые (ГОСТ 4598-86)

Величина	Марки плит				
	М-4	М-12	М-20	ПТ-100	Т-350 Т-400 СТ-500
Длина номинальная, мм (±0,5)	3000 2700	2500	1600 1600 1200	3600 3000 550	2700; 2500 2350; 2050 1200
Ширина номинальная, мм (+0,3)	1700	1220	1200	2140 1630 1700	1200
Толщина номинальная, мм	12;16; 25	12; 16; 25	6; 12	6; 8; 12	2,5; 3,2; 4,5; 6
Предельное отклонение по толщине, мм	±1	±1	±0,7	±0,7	±0,3
Плотность, кг/м^3	Не более 800		400—800	Не менее 800	Не менее 950
Набухание по толщине за 24 ч, %	Не нормируется		Не более 20	Не более 20	Не более 12

Примечание. Вид плит: М — мягкие, ПТ — полутвердые, Т — твердые, СТ — сверхтвердые; цифры — предел прочности плит при изгибе.

Таблица 2.14. Размеры материалов на основе полимеров, применяемых в строительных конструкциях

Наименование	Длина	Ширина	Толщина
	мм		
Стеклопластики I группы:			
СВАМ	До 1000	До 500	1—30
Стеклопластики II группы:			
плоские листы	1000—6000	До 1500	2—2,5
волнистые	1000—6000	До 1500	1—2,5
Стеклопластики III группы	3000—6000	До 1200	2—4
Стеклопластики:			
КАСТ	2200—2400	650—1000	0,5—0,8
КАСТ	2200—2400	650—1000	1,2
КАСТВ:			
в листах	2400	700—1000	0,5—8
в плитах	2400	700—1000	9—35
Стекло органическое:			
авиационное	500—1600	400—1400	0,8—24
поделочное	100—1350	100—1250	2—23
Винипласт жесткий листовой марок А и Б	1300—1500	500—650	2—20
Сотопласты	1000—1500	500—650	300—350
Пенопласты:			
ПС-1	Не менее 500	Не менее 500	50
ПС-4	То же	То же	60
ПСБ	800—3000	800—1800	50—100
ПХВ-1	Не менее 500	Не менее 500	40—60
ПУ-101	450—550	450—550	45—55

Таблица 2.15. Характеристики конструкции из слоеной древесины Kerto-S (Финляндия)

$b \times h$, мм × мм	W, см^3 (10^{-6}м^3)	I, см^4 (10^{-8}м^3)	$M_{доп}$, кН·м	$V_{доп}$, кН
27×200	180	1800	3,24	6,12
39×200	260	2600	4,68	8,84
45×200	300	3000	5,40	10,20
63×200	420	4200	7,56	14,28
75×200	500	5000	9,00	17,00
75×260	845	10985	15,21	22,10
51×400	1360	27200	23,71	23,12
63×400	1680	33600	29,29	28,56
75×400	2000	40000	34,87	34,00
63×450	2126	47841	36,59	32,13
75×450	2531	56953	43,56	38,25
63×500	2625	65625	44,64	35,70
75×500	3125	78125	53,15	42,50
75×600	4500	135000	75,00	51,00
75×900	10125	455625	161,31	76,50

Примечание.
$b \times h$ — поперечное сечение; W — сопротивление изгибу;
I — момент инерции; $M_{доп}$ — допустимый момент изгиба;
$V_{доп}$ — допустимая перерезывающая сила.

Таблица 2.15.1. Характеристики балки из слоеной древесины Kerto-S

Показатели	Удельное значение, МН/м^2	Допустимое значение, МН/м^2
Прочность на изгиб:		
на ребре	37*	8*
плашмя	37	18

Таблица 2.15.1 *(окончание)*

Показатели	Удельное значение, МН/м²	Допустимое значение, МН/м²
Растяжение:		
в направлении волокон	32	15,5
поперек волокон	0,7	0,35
Сжатие:		
в направлении волокон	30	14,5
поперек волокон	7	3,5
Срез:		
на ребре	3,5	1,7
плашмя	2,1	1,0
Модуль упругости	8900	8900
Модуль сдвига	340	340
При расчете деформаций		
Модуль упругости	10000	10000
Модуль сдвига	450	450

Таблица 2.15.2. Прочностные характеристики каркасного столба Kerto-T (финские нормы)

Показатели	Удельное значение, МН/м²	Допустимое значение, МН/м²
Прочность на изгиб:		
на ребре	23	11,1
плашмя	23	11,1
Сжатие:		
в направлении волокон	20	9,6
на ребре поперек волокон	5,0	2,4
плашмя, поперек волокон	2,5	1,2
Растяжение в направлении волокон	20	9,6
Срез на ребре	2,5	1,2

Таблица 2.15.2 *(окончание)*

Показатели	Удельное значение, МН/м²	Допустимое значение, МН/м²
При расчете деформаций		
Модуль упругости	7000	7000
Модуль сдвига	300	300

2.3. Материалы для изготовления пластмассовых конструкций

Стеклопластики — материалы, связующими в которых являются смолы (эпоксидная, фенольная, полиэфирная и др.), а наполнителями — стекловолокна (в СВАМ), стеклянные нити (в АГ-4С, АГ-4В), стеклоткани (в КАСТ), рубленое стекловолокно (в полиэфирном прозрачном и окрашенном стеклопластиках). Стеклопластики выпускаются в виде плоских и волнистых листов длиной до 6 м, шириной до 1,5 м при толщине 1—2,5 мм, АГ-4С и АГ-4В — в виде брикетов.

Стеклопластики используются в обшивках трехслойных панелей для сооружений с агрессивной средой, в покрытиях и стенах светопрозрачных помещений, для устройства световых фонарей, в радиопрозрачных и немагнитных сооружениях специального назначения.

Оргстекло (полиметилметакрилат) изготовляется из метилового эфира метакриловой кислоты в виде прозрачных листов длиной до 1,5 м, шириной от 400 до 600 мм при толщине 0,8—24 мм. Применяется в светопрозрачных покрытиях и стенах теплиц, парников, оранжерей, в световых фонарях и др.

Винипласт получают на основе поливинилхлоридной смолы. Выпускается листами размерами до 1500×650 мм, толщиной 2—20 мм. Основным его свойством является высокая стойкость по отношению к кислотам, щелочам, растворам солей. Эти качества обусловили его наиболее частое применение в качестве антикоррозийного конструкционного материала.

Пленки и ткани. В строительстве применяются полиамидные и полиэфирные пленки, армированные капроновыми сетками. Пленки могут быть прозрачными, полупрозрачными и непрозрачными. Выпускаются в рулонах длиной до 40 м, шириной 1000 и 1800 мм, толщиной 0,5—0,71мм.

Ткани делаются на основе капронового текстиля, иногда хлопкового и льняного, покрытых тонким слоем резины или смолы (для воздухонепроницаемости). Ткани могут быть однослойными и многослойными. Выпускаются длиной до 20 м, шириной 85—90 см и толщиной 0,47—0,71 мм.

Пленки и ткани применяются в пневматических конструкциях.

Пенопласты (полистирольный, полихлорвиниловый, фенольный, полиуретановый) получают вспениванием соответствующих полимеров. Выпускаются блоками размерами до 1800×3000 мм, толщиной до 100 мм.

Сотопласты имеют вид пчелиных сот, изготовляются из хлопчатобумажных тканей, крафт-бумаги, изоляционной бумаги, пропитанных синтетическими смолами и антипиренами. Размеры сотопластов: длина 1000—1500 мм, ширина 550—650 мм, толщина до 350 мм.

Пено- и сотопласты используются в среднем слое трехслойных панелей.

Листовой асбестоцемент применяется в обшивках трехслойных панелей.

Таблица 2.16. Физико-механические свойства полимерных листовых материалов

Свойства	Полиизобутиленовые			Поливинилхлоридные		Полиэтиленовые	
	ПСГ	ПТА	УП-50	Винипласт	Пластикат	ПВП	ПНП
Плотность, г/см^3	1,35—1,42	2,43	1,3	1,38—1,4	1,35—1,38	0,95	0,92—0,9
Прочность при разрыве, МПа	5,5	3,2	1	40—60	7—10	22—28	11—12
Растяжимость, %	500	35	200	10—15	100—150	800	450

Таблица 2.16 *(окончание)*

Свойства	Полиизобутиленовые			Поливинилхлоридные		Полиэтиленовые	
	ПСГ	ПТА	УП-50	Винипласт	Пластикат	ПВП	ПНП
Остаточное удлинение, %	200	2	100	До 5	25—50	25	75
Температура размягчения, °С	120	—	100	65	120	130	120
Температура хрупкости, °С	–24	–20	–50	–10	–15	–65	–70
Водопоглощение за 24 ч, %	0,5	0,1	0,3	0,5	0,3	0,01	0,01

Таблица 2.17. Физико-механические свойства стеклопластиков

Стеклопластики	Плотность, г/см²	Предел прочности, МПа			Удельная ударная вязкость	Водопоглощение за 24 ч	Светопропускаемость, %
		При растяжении	При сжатии	При изгибе			
Стеклотекстолиты	1,85	230—280	—	—	60—115	1,5—3	Непрозрачны
КАСТ и КАСТ-В	—	110—170	—	—	45—85	—	
СВАМ	1,9	200	130	200	—	—	
Стеклоэфиропласты	1,4	65	75	100	—	—	До 85

В конструкциях оконных и дверных блоков применяют полиэфирные стеклопластики, стеклонаполненные термореактивные материалы на основе полиэфирных смол, которые обладают теплопроводностью дерева, прочностью и долговечностью металла, биологической стойкостью, влаго- и атмосферостойкостью полимера (табл. 2.18).

Таблица 2.18. Сравнительные характеристики стеклопакетов с другими материалами

Физико-механические характеристики	Стекло-пластик	Стекло	ПВХ	Сталь	Алюми-ний	Древесина (сосна)
Плотность, т/м^3	1,6—2	2,2	1,4	7,8	2,7	0,46—0,53
Разрушающее напряжение при сжатии (растяжении), мН/м^2 (мПа)	410—1180	35	41—48	410—430	80—430	40—80
Разрушающее напряжение при изгибе, мН/м^2 (мПа)	690—1240	25—50	80	400	275	80
Модуль упругости при растяжении, гПа	21—40	50—85	2,8	210	70	11
Модуль упругости при изгибе, гПа	27—41	50—85	2,8	21—0	70	10
Коэффициент линейного расширения, ×10 °С	5—14	3,2—11	57—75	11—14	22—23	5,4—34
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,3—0,35	0,45	0,15—0,35	46	140—190	0,04—0,1

Таблица 2.19. Расчетные характеристики конструкционных пластмасс

Материалы	Расчетные сопротивления, МПа				Модули, МПа		Коэффициенты	
	растяжению R_o	изгибу R_u	сжатию R_c	срезу R_{cp}	упругости E	сдвига G	Пуассона γ	линейного расширения $\alpha \cdot 10^{-6}$
Стеклопластики:								
СВАМ	160	250	140	50	24000	—	0,13	10
АГ-4В	36	54	60	—	—	—	0,13	10
АГ-4С	220	110	90	—	15000	5700	0,13	10
Полиэфирный	15	15	15	9	3000	—	0,13	25

Таблица 2.19 *(окончание)*

Материалы	Расчетные сопротивления, МПа				Модули, МПа		Коэффициенты	
	растяжению R_o	изгибу R_u	сжатию R_c	срезу R_{cp}	упругости E	сдвига G	Пуассона γ	линейного расширения $\alpha \cdot 10^{-6}$
Термопласты:								
оргстекло	15	25	20	14	1,4	—	—	—
винипласт листовой марки ВН (непрозрачный)	14	20	14	8,5	1,6	—	—	—
то же, марки ВП (прозрачный)	13	18	14	8,6	1,6	—	—	—
Пенопласты полистирольные:								
марки ПСБ плотностью, кгс/м^3:								
20	0,015	—	0,015	0,015	0,002	0,001	0,13	—
30	0,03	—	0,03	0,02	0,004	0,001	0,13	—
марки ПСБ-Т плотностью, кгс/м^3:								
20	0,015	—	0,015	0,015	0,002	0,002	0,13	—
40	0,04	—	0,04	0,03	0,005	0,005	—	—
60	0,06	—	0,06	0,05	0,008	0,011	—	—
марки ПС-1 плотностью 100 кгс/м^3	0,34	—	0,16	0,18	0,02	0,004	—	—
марки ПС-4 плотностью 40 кгс/м^3	0,08	—	0,05	0,05	0,004	0,011	—	—
полихлорвиниловые марки ПХВ-1 плотностью 100 кгс/м^3	0,3	—	0,15	0,14	0,02	0,011	—	—
фенольные марки ФРП-1, ФЛ-1 плотностью 60 кгс/м^3	0,02	—	0,03	0,02	0,004	0,03	—	—
Сотопласты на основе:								
крафт-бумаги	—	—	0,16	0,1	0,036	0,011	—	—
хлопчатобумажной ткани	—	—	0,7	0,31	0,08	0,036	—	—
пропитанной бумаги	—	—	0,05	0,012	0,013	0,009	—	—

Таблица 2.20. Коэффициенты для материалов конструкций, эксплуатируемых при повышенных влажности и температуре

Материал	m_b		m_t — при температуре, °С			
			40		60	
	при длительном увлажнении	при длительном пребывании при влажности W=90%	к расчетным сопротивлениям	к модулям упругости и сдвига	к расчетным сопротивлениям	к модулям упругости и сдвига
Стеклопластик:						
СВАМ, АГ-4, КАСТ	0,7	0,85	0,85	0,85	0,65	0,65
полиэфирный:						
при сжатии и растяжении	0,5	0,75	0,6	0,6	—	—
при изгибе	0,5	0,75	0,4	0,4	—	—
Оргстекло	0,8	0,95	0,7	0,75	0,4	0,6
Винипласт листовой	0,9	1	0,5	0,65	0,3	0,45
Пенопласты:						
полистирольный марок ПСБ, ПСБ-Т, ПС-1, ПС-4	—	—	0,8	0,8	0,6	0,6
	—	—	0,8	0,8	0,5	0,4
поливинилхлоридный ПХВ-1	—	—	0,85	0,85	0,7	0,7
фенольный марок ФРП-1, ФЛ-1						
Сотопласты на основе крафт-бумаги:						
для расчетных сопротивлений	—	0,5	—	—	—	—
для модулей упругости	—	0,6	—	—	—	—

Примечание. Эксплуатация винипласта при температуре ниже –10 ºС не рекомендуется.

2.4. Стекло и стеклянные изделия

Оконное неполированное бесцветное стекло изготовляется способом вытягивания. По качеству разделяется на три сорта; не должно иметь неровностей, пузырьков воздуха, матового налета, царапин и различных вкраплений.

Полированное стекло получается путем специальной обработки листового стекла, в процессе которой с его поверхности удаляются все дефекты. Полированное стекло не должно давать заметных оптических искажений изображения предмета при просмотре через него.

Витринные стекла выпускаются полированными и неполированными, гнутыми и плоскими. Их устанавливают в деревянные, металлические и железобетонные переплеты витрин.

Армированное неполированное стекло изготовляется с запрессовкой во время проката металлической сетки из проволоки диаметром 0,45—0,5 мм. Разбиваясь, такое стекло не дает осколков. Предназначено главным образом для остекления стеновых фонарей, лифтовых шахт и ограждений лестничных клеток.

Закаленное стекло **"Сталинит"** обладает повышенной механической прочностью и термической стойкостью. Применяется при остеклении окон, перегородок, ограждения лестничных клеток и лифтовых кабин.

Матированное тянутое или прокатное стекло, одна или обе поверхности которого обработаны пескоструйным аппаратом сплошь или в виде рисунка, обеспечивает светорассеивание и исключает (или ухудшает) видимость предметов сквозь него. Имеет ровную матовую поверхность. Применяется, когда необходимо полностью или частично исключить видимость, но сохранить светопропускание.

Стекло "Мороз" по физико-механическим свойствам напоминает оконное стекло с нанесенным на него рисунком, имитирующим морозные узоры. Применяется в тех же случаях, что и матированное.

Теплозащитное стекло препятствует перегреву помещения от солнечной радиации путем поглощения лучей инфракрасной части спектра.

Стекло строительное профильное должно храниться в закрытых помещениях или под навесом стопами. Количество рядов в стопе не должно превышать четырех для коробчатого и швеллерного стекла и десяти — для ребристого. **Коробчатое и швеллерное стекло** хранят уложенным на боковую поверхность, а ребристое — плаш-

мя, с перекладкой каждого ряда деревянными планками, расположенными на расстоянии 1/4 длины стекла от его торцов, и дополнительно одной планкой посередине при длине стекла свыше 4200 мм.

Энергоэффективные стекла. Электрохромные стекла имеют напыление в магнетронных установках. При подаче на стекла напряжения 2—10 В они изменяют интенсивность пропускания света и тепла от 100 до 4% и длительно сохраняют свойства электрохромного эффекта.

Принцип действия **греющихся стекол** состоит в нагреве наружного стекла за счет подведения напряжения к токопроводящим пленкам, нанесенным на внутреннюю поверхность стекла.

Стекла-солнечные коллекторы являются аккумулятором получения электроэнергии с огромных остекленных поверхностей зданий.

Гидрофобные стекла, на наружную поверхность которых нанесены специальные покрытия, снижающие возможность загрязнения.

Стекла с наливными теплоотражающими покрытиями. После обработки стекла специальным составом с помощью распыления, стекло с теплоотражающим покрытием приобретает новые теплозащитные свойства.

Стеклопакеты. Вакуумные стекла имеют теплоотражающее покрытие — прослойку 0,2 мм с низкой теплопроводностью. Пространство между стеклами вакуумировано. Сопротивление теплопередаче таких пакетов 1,5—1,75 $м^2$ К/Вт. Вакуумный стеклопакет с еще одним теплоотражающим стеклом имеет сопротивление теплопередаче 2,3 $м^2$ К/Вт.

Таблица 2.21. Параметры основных типов стекла

Тип	Толщина, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Масса 1 $м^2$, кг
Оконное	2	750	1300	5,0
	2,5	750	1550	6,25
	3	1200	1800	7,5
	4	1300	2200	10,0
	5	1600	2200	12,5
	6	1600	2200	15

Таблица 2.21 *(окончание)*

Тип	Толщина, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Масса 1 м², кг
Витринное полированное	3	1000	1800	7,5
	4	1200	2200	10,0
	5	1600	2200	12,5
	6	1600	2200	15,0

Кроме того, стекло витринное полированное выпускается при толщине 6,5 и 8,0 мм следующих размеров, мм: 4430×2950; 3950×2950; 2950×2350; 2950×2050; 2950×1950; 2950×750; 2650×1950; 2350×1950; 2200×1950; 2000×1380; 1950×1750; 1940×1450; 1940×1400; 1450×1340; 1380×1340.

Блоки стеклянные пустотелые (ГОСТ 9272-81) предназначены для заполнения световых проемов, устройства перегородок и т. п. Изготовляются квадратной формы размерами 244×244×98 и 194×194×98 мм, при этом масса блоков не должна превышать 4,3 и 2,8 кг соответственно.

Таблица 2.22. Основные размеры профилированных листов

Тип	Марка	Ширина, мм	Высота, мм	Длина, мм	Масса 1 м², кг
Швеллерное	ШП-300	294	50		7,5
	ШП-300	294	35	3600	5,3
	ШП-250	294	35		4,2
Коробчатое:					
с одним швом	КП-1-350	294	50	4200	9,5
	КП-1-250	244			8,1
с двумя швами	КП-2-300	294	55	4200	10,0
	КП-2-250	244			8,6
Ребристое	РП-600	594	50	360	10,6

Таблица 2.23. Параметры профилированных листов

Марка	Вид	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Высота волны, мм	Масса листа, кг
ВО	Волнистое обыкновенного профиля	1200	678	5,5	28	9
ВУ	То же усиленного профиля	2800	994	8	50	43
		2300				35
		1750				27
		2000				31
		2500				39
УВ-6	То же унифицированного профиля	1750	1125	6	54	24
		2500				34
УВ-7,5	То же	1750	1125	7,5	54	30
		2000				34
		2500				42
		3300				56
ВП	Волнистое с переменной толщиной	1750	1150	8/6,8	54	24
		2000				27
		3306				45
ВПС	То же	1750	1150	8/6	32	34
ПВП	Полуволнистое с переменной толщиной	1750	1095	8/6	50	23
		2000				25

Таблица 2.24. Размеры и область применения стеклянных изделий

Наименование	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Область применения
Блоки пустотные:				Заполнение стеновых проемов, устройство светопрозрачных ограждений и перегородок
квадратные	194	194	98	
то же	194	194	60	
прямоугольные	194	94	98	
угольные	194	209	98	
Стеклопакеты:				Заполнение оконных проемов жилых и общественных зданий. Остекление световых проемов торговых и общественных зданий
оконные	800—2000	300—1400	По проекту	
витринные	До 4200	До 2900	То же	
Полотна дверные	До 2500	До 1000	10—15	Устройство наружных и внутренних дверей
Панели:				
многослойные стеновые	До 3000	До 1500	4—5	Заполнение стен каркасных зданий.
электрообогреваемые	До 3000	До 1500	4—5	В качестве отопительных элементов в лечебных и общественных зданиях
Доски подоконные	900—3000	190—350	15; 20; 25	В жилых и общественных зданиях
Детали профилированные строительные	До 5000	До 300	5—7	Светопрозрачные ограждения, перегородки и фонари верхнего света
Плитки:				Облицовка санитарных узлов и душевых
эмалированные	150	150	4—9	
облицовочные	150	75	4—9	
Плитка коврово-мозаичная	20; 25; 30	20; 25; 15	4—9	Наружная отделка панелей стен
Ручки	Различные размеры			Двери и окна

Таблица 2.25. Основные характеристики однокамерных стеклопакетов

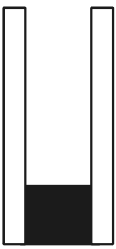
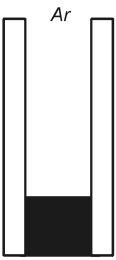
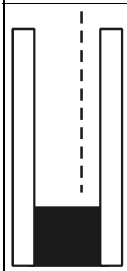
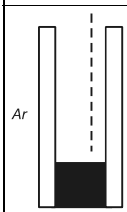
Эскиз	Марка стекла	Ширина, мм	Коэффициент теплопроводности , Вт/(м·К)	Сопротивление теплопередаче, м·К/Вт	Температура стекла, °С	
					улица	комната
	М1+2	10	2,77	0,36	–26	4,7
		12	2,71	0,37	–26	5,1
		14	2,69	0,37	–26	5,1
		16	2,7	0,37	–26	5,1
	М1х2	10	2,56	0,39	–26	5,9
		12	2,53	0,395	–26	6,1
		14	2,53	0,395	–26	6,1
		16	2,54	0,393	–26	6
	М1+iplus	10	1,77	0,565	–26	12,4
		12	1,71	0,585	–26	12,6
		14	1,72	0,581	–26	12,7
		10	1,75	0,571	–26	12,6
	М1+iplus	10	1,4	0,714	–26	14
		12	1,39	0,72	–26	14,8
		14	1,41	0,709	–26	14,7
		16	1,44	0,694	–26	14,5

Таблица 2.26. Рекомендуемый коэффициент шумоизоляции окон

Местоположение квартиры, дома (шумонагрузка около 60 дБ)	Вид деятельности человека	Рекомендуемый максимальный уровень шума, дБ	Рекомендуемый уровень шумоизоляции, дБ	Класс звуко-изоляции
Жилая местность	Сон	25—30	33	2
	Проживание	30—35	27	1
	Работа	35—50	15	0
Центр города	Сон	25—30	43	4
	Проживание	30—35	37	3
	Работа	35—50	25	1
Промышленный район	Сон	25—30	47	5
	Проживание	30—35	43	4
	Работа	35—50	30	2

Таблица 2.27. Технические характеристики окон

Типы окон	1	2	3	4	5	6
Стандартные внешние размеры, мм	548	778	778	778	1138	1138
Оконные коробки, мм	778	978	1178	1398	1178	1398
Площадь остекления, м^2	0,22	0,44	0,56	0,69	0,89	1,11
Площадь оконной рамы, м^2	0,37	0,67	0,81	0,97	1,21	1,45
Рекомендуемое расстояние между стропилами, мм	532	758	758	758	1118	1118
Толщина стеклопакета, мм						
наружное стекло	3	3	3	3	3	4
воздушная прослойка	9	9	9	9	9	8
внутреннее стекло	3	3	3	3	3	4
Коэффициент теплопередачи	2,8					
Шумопонижение, дБ	29					
Чистая масса, кг	14	25	30	32	38	49
Общая масса, кг	18	31	33	38	44	56

Таблица 2.28. Оконные блоки

Характеристики	Стеклопластик	Поливинил-хлорид	Алюминий
Плотность, кг/м^3	1600—2000	1400	2700
Разрушающие напряжения при сжатии (растяжении), МПа	410—1180	41—48	80—430
Разрушающие напряжения при изгибе, МПа	690—1240	80—110	275
Модуль упругости при растяжении, МПа	21—41	2,8	70
Модуль упругости при изгибе, МПа	27—41	2,8	70
Коэффициент линейного расширения, 10^{-6}·К	5—14	57—75	140—190
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,3—0,35	0,15—0,16	140—190

В табл. 2.28 приведены сравнительные физико-механические характеристики материалов, применяемых для производства оконных блоков.

Поликарбонат применяется в строительстве более 20 лет. Пластики и композиты постепенно вытесняют традиционные строительные материалы: металл, дерево, камень. Причины этого просты: дешевое производство, простота обработки, легкость, но при этом высокая прочность, широкие возможности моделирования. Ассортимент пластиков достаточно широк: ПВХ, поликарбонат, акриловые пластмассы.

Стеклопластик имеет низкое значение коэффициента теплопроводности ($\lambda = 0{,}3$ Вт/м·К), благодаря чему конструкции из этого материала отличаются высоким сопротивлением теплопередаче. По показателям прочности стеклопластик близок к алюминию. Благодаря высокой прочности профилей из стеклопластика в них не требуется установка усиливающих стальных элементов. Испытания показали, что различные конструкции окон из стеклопластика имеют среднее значение сопротивления теплопередаче $R_n = 0{,}68$ м^2 ·К/Вт.

Таблица 2.29. Остекление фасадов

Конструкция	Толщина, мм	Кол-во воздушных слоев, шт.	Масса, кг/м²	Коэффициент теплопередачи, Вт/м²·К	Светопроницаемость, %	Затухание акустического сигнала, дБ	Минимальный радиус изгиба, мм
Полные листы с канальной структурой	4	1	0,9	80	3,9	14	600
	6	1	1,3	80	3,6	16	900
	8	1	1,5	80	3,4	16	1200
	10	1	1,7	78	3,1	17	1500
	16	2	2,8	70	2,3	21	2800
	20	2	3,2	70	2	22	3500
	25	4	3,4	70	1,6	25	4000
Стеклопакет	10	1	20,5	90	3	50	—
	20	1	22,0	90	2,1	60	—

2.5. Металлы и металлические изделия

Удельный вес металлов, применяемых в строительстве, т/м^3:

сталь и стальные отливки. 7,8
алюминиевые сплавы 2,7
отливки из чугуна. 7,2
цинковые отливки 7,2
свинцовые отливки 11,4

Стальные профили подразделяются на угловые, двутавровые, швеллерные; листовую, рулонную, полосовую, квадратную, прямоугольную, круглую сталь и трубы для строительных конструкций.

Профили из алюминиевых сплавов подразделяются на угловые, тавры, двутавры, швеллеры, зеты, трубы круглого, квадратного,

прямоугольного сечения; листы прокатные, прутки и проволоку. Сталь делится на класс и обозначается следующими буквами: стержневая арматура — А, проволока — В и канаты — К.

Концы арматуры окрашиваются масляной краской:

Ат-IIIС — белой и синей;
А-IV — красной;
Ат-IV — зеленой;
Ат-IVК — зеленой и красной;
А-V — красной и зеленой;
Ат-V — синей;
А-VК — синей и красной;
Ат-VI — красной и синей;
Ат-VIК — желтой и красной;
А-VII — черной.

Арматурную проволоку диаметром от 3 до 8 мм подразделяют по форме поперечного сечения на гладкую и периодического профиля. В условных обозначениях: В — гладкая проволока, Вр — проволока периодического профиля.

Таблица 2.30. Характеристики стержневой арматурной стали

Класс арматурной стали	Предел текучести физический или условный σ, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение после разрыва
			Полное, не менее δ, %
А-1	235	375	25
А-II	295	490	19
Ас-II	295	440	25
А-III	390	590	14
Ат-IIIС	440	590	14—15
А-IV	590	885	6
Ат-IV	590	780	11
Ат-IVС	590	780	11
Ат-IVК	590	780	11
А-V	785	1030	7
Ат-V	785	980	7—8
Ат-VК	785	980	7—8
А-VI	980	1230	6

Таблица 2.30 *(окончание)*

Класс арматурной стали	Предел текучести физический или условный σ, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение после разрыва
			Полное, не менее δ, %
Ат-VI	980	1180—1230	6—7
Ат-VIK	980	1180—1230	6—7
Ат-VII	1175	1370—1420	5—6

Таблица 2.31. Арматурная сталь

Наименование	Класс	Марка	Номинальный диаметр профиля, мм	Временное сопротивление разрыву, МПа	Относительное удлинение после разрыва, %	Цветомаркировка концов стержней
Горячекатаная сталь гладкого периодического профиля (ГОСТ 5781-82*)	A-I	Ст3кп3	6—40	373	25	—
		Ст3пс3				
		Ст3мп3				
		Вст3кп2				
		Вст3пс2				
		Вст3сп2				
		Вст3Гпс2	6—8	373	25	—
	A-II	Вст5сп2	10—40	490	19	—
		18Г2С	40—80	490	19	—
	Ас-II	10ГТ	10—32 (36—40)	441	25	—
	A-III	35ГС	6—40	590	14	—
		25Г2С	—			
		32Г2Рпс	6—22			
	A-IV	80С	10—18 (6—8)	590	14	Красная
		20ХГ2СР	10—32 (36—40)	583	6	То же

Таблица 2.31 *(окончание)*

Наименование	Класс	Марка	Номинальный диаметр профиля, мм	Временное сопротивление разрыву, МПа	Относительное удлинение после разрыва, %	Цветомаркировка концов стержней
Горячекатаная круглая сталь гладкого и периодического профиля (ГОСТ 5781-82*)	А-V	23Х212Т	(6—8) 10—32 (36—40)	1030	7	Красная и зеленая
	Ат-VI	22ХГ2АЮ	10—22	1230	6	Красная и синяя
		22Х2Г2Р				
		20Х2Г2СР				
Термомеханически и термически упрочненная сталь периодического профиля (ГОСТ 10884-81)	Ат-IIIС	Бст5пс	10—18	590	15	Белая и синяя
		Кст5сп				
	Ат-IVС	25Г2С	10—28	715	10	Белая и желтая
	Ат-1VК	10ГС2	10—28	785	10	Зеленая
		0872С				
	Аг-V	2ХГС2	10—28	785	8	Синяя
		20ГС				
	Ат-УСК	10ГС2	10—28	785	8	Белая и зеленая
	Ат-V1	20ХГС2		1230	7	Желтая
	Ат-VIК	20ГС	10—32	1370	5	Зеленая и черная
		20ГС2				
		20ХС2				
	Ат-VII	20ХГС2	10—32	1370	5	Черная

Таблица 2.32. Стержневая арматура (ГОСТ 5781-82)

Диаметр стержня, мм	Теоретическая масса 1 м, кг	Диаметр стержня, мм	Теоретическая масса 1 м, кг
6	0,222	28	4,83
7	0,302	32	6,31
8	0,395	36	7,99
10	0,617	40	9,87
12	0,888	45	12,48
14	1,21	50	15,41
16	1,58	55	18,65
18	2	60	22,19
20	2,47	70	30,21
22	2,98	80	39,46
25	3,85	—	—

Таблица 2.33. Характеристики арматурных канатов

Класс канатов	Диаметр, мм	Площадь сечения проволоки, мм^2	Разрывное усилие, кН	Масса 1 м длины, кг
К-7	6	23	40,6	0,184
	9	53	93,5	0,419
	12	93	164	0,736
	15	139	232	1,099
К-19	14	128,7	236,9	1,02
К-2Х7	18	101,8	169,7	0,8
	25	181,6	303,1	1,43
К-3Х7	10	38,1	74,8	0,3
	13	67,8	126,4	0,58
	16,5	106,2	187,4	0,83
	20	152,7	269,7	1,21
К-3Х19	16,5	108,1	202,1	0,85
	20	180,9	337,5	1,42

Таблица 2.34. Арматурная проволока (ГОСТ 7348-81)

Диаметр стержня, мм	Теоретическая масса 1 м, кг	Диаметр стержня, мм	Теоретическая масса 1 м, кг
3	0,0555	6	0,222
4	0,0987	7	0,302
5	0,1540	8	0,392

Таблица 2.35. Уголки стальные равнополочные (ГОСТ 8509-86)

Номер уголка	Размеры, мм		Масса, кг	Номер уголка	Размеры, мм		Масса, кг
	b	*l*			*b*	*l*	
2	20	3 4	0,89	7	70	4,5 5 6	4,87 5,38 6,39 7,39 8,37
2,5	25	3 4	1,115				
2,8	28	3	1,27				
3,2	32	3 4	1,46 1,91	7,5	75	5 6 7 8 9	5,8 6,89 7,96 9,02 10,07
3,5	35	3	1,62 2,10				
4	40	3 4	1,85 2,42				
4,5	45	3 4	2,08 2,73	8	80	5,5 6 7 8	6,78 7,36 8,51 9,65
5	50	3 4 5	2,32 3,05 3,77				
5,6	56	4 5	3,25 4,25	8	80	5,5 6 7 8	6,78 7,36 8,51 9,65
6,3	63	4 5 6	3,90 4,81 5,72				

Таблица 2.35 *(окончание)*

Номер уголка	Размеры, мм		Масса, кг
	b	*l*	
9	90	6	8,33
		7	9,64
		8	10,93
		9	12,20
10	100	6,5	10,06
		7	10,79
		8	12,25
		10	17,90
		12	17,90
		14	20,63
		16	23,3
11	110	7	11,89
		8	13,50
12,5	125	8	15,46
		9	17,30
		10	19,10
		12	22,68
		14	26,20
		16	29,65
14	140	9	19,41
		10	21,45
		12	27,00
16	160	10	24,67
		11	27,00
		12	28,35
		14	33,35
		16	38,52
		18	43,01
		20	47,44
18	180	11	30,47
		12	33,12
30	200	12	36,97
		13	39,92
		14	42,8
		16	48,65
		20	60,08
		25	74,02
		30	87,56
22	220	14	47,4
		16	53,8
25	240	16	61,5
		18	68,9
		20	76,1
		22	83,3
		25	94,0
		28	104,5
		30	111,4

Таблица 2.36. Уголки стальные неравнополочные (ГОСТ 8509-86)

Номер уголка	Размеры, мм			Масса 1 м, кг
	B	*b*	*l*	
2,5/1,6	25	16	3	0,91
3,2/2	32	20	3	1,17
			4	1,52
4/2,5	40	25	3	1,48
			4	1,94
4,5/2,8	45	28	3	1,68
			4	2,2
5/32	50	32	3	1,9
			4	2,44
56/3,6	56	36	4	2,81
			5	3,46
6,3/4	63	40	4	3,17
			5	3,91
			6	4,63
			8	6,03
7/4,5	70	45	5	4,39
7,5/5	75	60	5	4,79
			6	5,59
			8	7,43
8/5; 9/5,6	80	50	5	4,99
			6	5,92
10/6,3	90	56	5,5	6,17
			6	6,7
			8	8,77
10/6,3	100	63	6	7,653
			7	8,7
			8	9,87
			10	12,14

Таблица 2.36 *(окончание)*

Номер уголка	Размеры, мм			Масса 1 м, кг
	B	*b*	*l*	
11/7	110	70	6,5	8,98
12,5/8	125	80	8	10,93
			7	11,04
			8	12,58
			10	15,47
			12	18,34
14/9	140	89	8	14,13
			10	17,46
16/10	160	100	9	17,96
			10	19,85
			12	23,58
			14	27,26
18/11	180	110	10	22,2
			12	26,4
20/12	200	125	11	27,37
			12	29,74
			14	34,43
			16	39,07

Таблица 2.37. Балки двутавровые (ГОСТ 8239-72)

Номер балки	Масса 1 м, кг	Номер балки	Масса 1 м, кг	Номер балки	Масса 1 м, кг
10	9,46	22	24	33	42,2
12	11,5	22a	25,8	36	48,6
14	13,7	24	27,3	40	57
16	15,9	24a	29,4	45	66,5
18	18,4	27	31,5	50	78
18a	19,9	27a	33,9	55	92,6
20	21	30	36,5	60	108
20a	2,7	30a	39,2		

Таблица 2.38. Швеллеры (ГОСТ 8240-72)

Номер профиля	Масса 1 м, кг	Номер профиля	Масса 1 м, кг	Номер профиля	Масса 1 м, кг
5	4,84	16а	15,3	24	24
6,5	5,9	18	16,3	24а	25,8
8	7,05	18а	17,4	27	27,7
10	8,59	20	18,4	30	31,8
12	10,4	20а	19,8	33	36,5
14	12,3	22	21	36	41,9
14а	13,3	22а	22,6	40	48,3
16	14,2				

Таблица 2.39. Сталь квадратная (ГОСТ 2591-88)

Сторона квадрата, мм	Масса 1 м профиля, кг	Сторона квадрата, мм	Масса 1 м профиля, кг
6	0,283	32	8,04
7	0,385	34	9,07
8	0,502	35	9,62
9	0,636	36	10,17
10	0,785	38	11,24
11	0,950	40	12,56
12	1,13	45	15,90
13	1,33	46	16,61
14	1,54	48	18,09
15	1,77	50	19,62
16	2,01	52	21,23
17	2,27	55	23,75
18	2,54	58	26,40
19	2,82	60	28,26
20	3,14	63	31,16
21	3,46	65	33,17
22	3,80	70	38,47
24	4,52	75	44,16
25	4,91	80	50,24
26	5,30	85	56,72
27	5,72	90	63,58
28	6,15	93	67,90
29	6,60	95	70,85
30	7,06	100	78,50

Таблица 2.40. Сталь круглая (ГОСТ 2590-88)

Диаметр, мм	Масса 1 м, кг	Диаметр, мм	Масса 1 м, кг
5	0,154	45	12,48
5,5	0,186	48	14,20
6	0,222	50	15,42
6,3	0,245	53	17,32
6,5	0,260	56	19,33
8	0,395	60	22,19
9	0,499	63	24,47
10	0,616	65	26,05
11	0,746	70	30,21
12	0,888	75	34,68
13	1,040	80	39,46
14	1,210	85	44,55
15	1,390	90	49,94
16	1,580	95	55,64
17	1,78	100	61,65
18	2,00	110	74,60
19	2,23	120	88,78
20	2,47	125	96,33
21	2,72	130	104,20
22	2,98	140	120,84
24	3,55	150	138,72
25	3,85	160	157,83
26	4,17	170	178,18
28	4,83	180	199,76
30	5,55	190	222,57
34	7,13	200	246,62
36	7,99	210	271,89
38	8,90	220	298,40
40	9,87	240	355,13
42	10,88	250	385,34

Таблица 2.41. Типы сечений стальных профилированных листов (ГОСТ 24045-94)

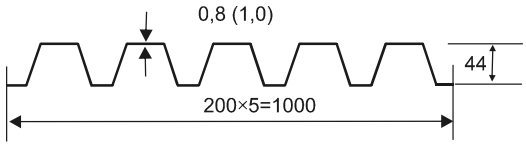
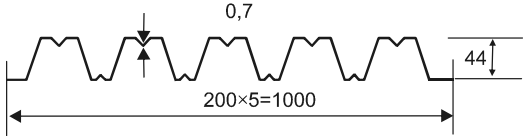
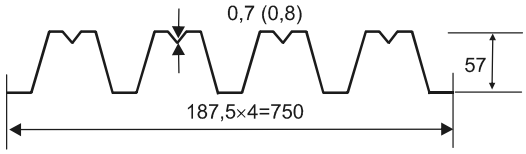
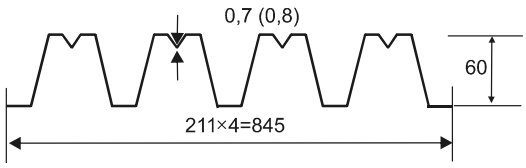
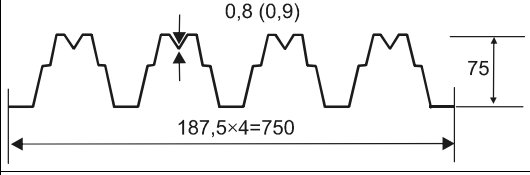
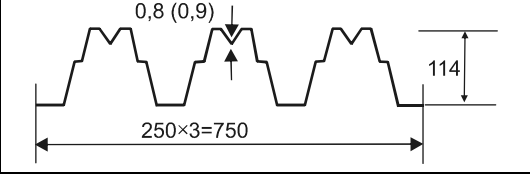
Марка листов	Эскиз	Масса 1 м², кг
С44-1000-0,8 С44-1000-1,0		8,5 10,4
С44-1000-0,7		8,3
Н57-750-0,7 Н57-750-0,8		8,7 9,8
Н60-845-0,7 Н60-845-0,8		8,7 9,9
Н75-750-0,8 Н75-750-0,9		11,2 12,5
Н114-750-0,8 Н114-750-0,9		12,5 14,0

Таблица 2.42. Несущая способность монолитных железобетонных плит в опалубке из стального профлиста

Схема работы плиты	Арматура		$M_{прм}$, кН•м		Полезная расчетная нагрузка, кН/м², при шаге прогонов						Максимальный шаг прогонов, м	Максимальная расчетная нагрузка, кН/м²
	в пролете в каждой гофре	над опорой на 1 м длины	$M_{опор}$	$M_{пролет}$	2,0	2,25	2,4	2,5	2,62	3,0		
При использовании профлиста Н75-750-0,9 в качестве внешней арматуры												
Многопролетная	16AIII	8 шт. 10AIII	16,8	13,6	30,9	23,9	20,7	18,8	16,8	12,3	2,95	12,8
Однопролетная		—	—		24,5	18,8	16,2	14,7	13,1	9,4	2,75	11,7
Без использования профлиста Н75-750-0,9 в качестве внешней арматуры												
Многопролетная	14AIII	10 шт 14AIII	29,1	25,6	55,5	43,3	37,3	34,5	31,1	23,2	2,70 2,65	29,2
Однопролетная		—	—		48,6	37,9	33,0	30,0	27,0	20,1	2,65	26,5
Многопролетная	12AIII	10 шт. 12AIII	20,0	20,0	47,1	36,7	31,9	29,2	26,3	19,5	2,70	24,6
Однопролетная		—	—		37,3	28,9	25,1	22,9	20,5	15,0	2,65	20,1
Многопролетная	10AIII	7 шт. 12AIII	14,6	14,6	34,4	26,7	23,2	21,2	19,1	14,1	2,70	17,9
Однопролетная		—	—		26,5	20,4	17,6	18,0	14,3	10,3	2,65	14,0
Многопролетная	8AIII	5 шт. 10AIII	9,2	9,2	19,6	15,0	12,8	11,6	10,3	7,2	2,70	9,6
Однопролетная		—	—		15,8	12,0	10,0	9,2	8,0	5,5	2,65	7,9

Примечание. Расход бетона — 0,096 м³ на 1 м² плиты, расход профлиста — 12,5 кг на 1 м² плиты.

Таблица 2.43. Сталь полосовая (ГОСТ 103-76)

Ширина полосы, мм	Масса 1 м полосы, кг, при толщине *a*, мм									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
20	0,63	0,78	0,94	1,10	1,26	1,21	1,57	1,73	1,88	2,20
22	0,69	0,86	1,04	1,21	1,38	1,55	1,73	1,90	2,07	2,42
25	0,78	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	2,16	2,36	2,75
28	0,88	1,10	1,32	1,54	1,76	1,98	2,20	2,42	2,64	3,08
30	0,94	1,18	1,41	1,65	1,88	2,12	2,36	2,59	2,83	3,30
32	1,00	1,26	1,51	1,76	2,01	2,26	2,51	2,76	3,01	3,52
36	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83	3,11	3,39	3,96
40	1,26	1,57	1,88	2,20	2,51	2,83	3,14	3,45	3,77	4,40
45	1,41	1,77	2,12	2,47	2,83	3,18	3,53	3,89	4,24	4,95
50	1,57	1,96	2,36	2,75	3,14	3,53	3,92	4,32	4,71	5,50
60	1,88	2,36	2,83	3,30	3,77	4,24	4,71	5,18	5,65	6,59
70	2,20	2,75	3,30	3,85	4,40	4,95	5,50	6,04	6,59	7,69
80	2,51	3,14	3,77	4,40	5,02	5,65	6,28	6,91	7,54	8,79
100	3,14	3,02	4,71	5,50	6,28	7,06	6,85	8,65	9,42	10,99

Таблица 2.44. Трубы стальные бесшовные горячекатаные (ГОСТ 8732-78)

Наружный диаметр, мм	Вес 1 м, кг, при толщине стенки, мм									
	2,5	2,8	3	3,5	4,0	4,5	5	5,5	6,0	7,0
25	1,39	1,53	1,63	1,86	2,07	9,28	2,47	2,64	2,81	3,11
28	1,57	1,74	1,85	2,11	2,37	2,61	2,84	3,05	3,26	3,63
32	1,76	2,02	2,15	2,46	2,76	3,05	3,33	3,59	3,85	4,32
38	2,19	2,43	2,59	2,98	3,35	3,72	4,07	4,41	4,74	5,35
42	2,44	2,7	2,89	3,32	3,75	4,16	4,56	4,95	5,33	6,04
45	2,62	2,91	3,11	3,58	4,04	4,49	4,93	5,36	5,77	6,56
50	2,93	3,25	3,48	4,01	4,54	5,05	5,55	6,04	6,51	7,42
54	—	—	3,77	4,36	4,93	5,49	6,04	6,58	7,1	8,11
57	—	—	4	4,62	5,23	5,83	6,41	6,99	7,55	8,63
60	—	—	4,22	4,88	5,52	6,16	6,78	7,39	7,99	9,15
63,5	—	—	4,48	5,18	5,87	6,55	7,21	7,87	8,51	9,75
68	—	—	4,81	5,57	6,31	7,05	7,77	8,48	9,17	10,53
70	—	—	4,96	5,74	6,51	7,27	8,01	8,75	9,47	10,88
73	—	—	5,18	6	6,81	7,6	8,38	9,16	9,91	11,39
76	—	—	5,4	6,26	7,1	7,93	8,75	9,5	10,36	11,91
83	—	—	—	6,86	7,79	8,71	9,62	10,51	11,36	13,12
89	—	—	—	7,38	8,38	9,38	10,36	11,33	12,28	14,16
95	—	—	—	7,9	8,98	10,04	11,10	12,14	13,17	15,19

Таблица 2.45. Трубы стальные водогазопроводные (газовые) ГОСТ 3262-75

Условный проход, мм	Легкие		Обыкновенные		Усиленные	
	Толщина стенки, мм	Вес 1 м, кг	Толщина стенки, мм	Вес 1 м, кг	Толщина стенки, мм	Вес 1 м, кг
6	1,8	0,37	2,0	0,40	2,5	0,47
8	2,0	0,57	2,2	0,61	2,8	0,74
10	2,0	0,74	2,2	0,80	2,8	0,98
15	2,5	1,16	2,8	1,28	3,2	1,43
20	2,5	1,50	2,8	1,66	3,2	1,86
25	2,8	2,12	3,2	2,39	4,0	2,91
32	2,8	2,73	3,2	3,09	4,0	3,78
40	3,0	3,33	3,5	3,84	4,0	4,34
50	3,0	4,22	3,5	4,88	4,5	6,16
70	3,2	5,71	4,0	7,05	4,5	7,88
80	3,5	7,34	4,0	8,34	4,5	9,32
90	3,5	8,44	4,0	9,60	4,5	10,74
100	4,0	10,85	4,5	12,15	5,0	13,44
125	4,0	13,42	4,5	15,04	5,5	18,24
150	4,0	15,88	4,5	17,81	5,5	21,63

Трубопроводные системы

Таблица 2.46. Сравнение труб из различных материалов

Свойства	Материал							
	Сталь СТ	Медь CU	Полиэтилен PE	Полипропилен PP	Полибутилен PB	Поливинилхлорид PVC	Металлполимер PEX-AL-PEX	Стеклопластик
Плотность материала, г/см^3	7,85	8,89	0,94	0,094	0,93	1,55	0,94	1,6—2,2
Коэффициент теплопроводности, Вт/м°С	42—53	407,1	0,41	0,24	0,22	0,14	0,45	
Коэффициент линейного расширения, мм/°С м	0,012	0,018	0,20	0,18	0,13	0,08	0,025	0,018—0,03
Диапазон температур применения, °С	–200 +200	–190 +205	–50 +60	–10 +80	–40 +90	–40 +40	–40 +95	
Внутренняя шероховатость, мм	0,5	0,1	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	

Таблица 2.47. Способы соединения труб

Материал труб	Способ соединения
Сталь	Сварка на муфтах
Медь	Пайка или на муфтах
PE	Сварка стыковая, сварка муфтовая, запрессовка с помощью подвижной гильзы
PP	Сварка на специальном оборудовании
PB	Сварка на специальном оборудовании
PVC	Склеивание клеем
PEX-AL-PEX	Сборка при помощи комплектного соединения со стандартной трубной резьбой

2.6. Материалы для бетонных работ

2.6.1. Виды цементов

Таблица 2.48. Характеристики цементов

Вид цемента	Марка	Прочность на сжатие, МПа	Сроки схватывания (начало/конец)
Портландцемент	300 400 500 600	30 40 50 58	45 мин/10 ч
Пластифицированный портландцемент	200 400 500	30 40 50	То же
Белый, цветной портландцемент	400 500	40 50	45 мин/12 ч
Глиноземистый цемент	400 500 600	40 50 60	30 мин/12 ч
Расширяющийся портландцемент	400 500	40 50	45 мин/10 ч
Пуццолановый портландцемент (гидрофобный шлакопортландцемент)	300 400 500	30 40 50	То же

Таблица 2.49. Требования к физико-химическим характеристикам основных видов цемента в соответствии с ГОСТ

Вид цемента	ГОСТ	Тонкость помола по остатку на сите № 008, %	Сроки схватывания		Марка цемента	Предел прочности (МПа) через сутки, не менее			
						при сжатии		при изгибе	
			Начало	Конец		3	28	3	28
Портландцемент и портландцемент с минеральными добавками	10178-85	Не более 15	Не ранее 45 мин	Не позднее 10 ч	300	—	30	—	4,5
					400	—	40	—	5,5
					500	—	50	—	6
					550	—	55	—	6,2
					600	—	60	—	6,5
Сульфатостойкий портландцемент	22266-77	То же	То же	То же	400	—	40	—	5,5
Шлакопортландцемент	10178-85	”	”	”	300	—	30	—	4,5
					400	—	40	—	5,5
					500	—	50	—	6
Сульфатостойкий портландцемент с минеральными добавками	22266-77	”	”	”	400	—	40	—	5,5
					500	—	50	—	6
Сульфатостойкий шлакопортландцемент	22266-77	”	”	”	300	—	30	—	4,5
					400	—	40	—	5,5

Таблица 2.49 *(окончание)*

Вид цемента	ГОСТ	Тонкость помола по остатку на сите № 008, %	Сроки схватывания		Марка цемента	Предел прочности (МПа) через сутки, не менее			
						при сжатии		при изгибе	
			Начало	Конец		3	28	3	28
Пуццолановый портландцемент	22266-77	То же	То же	То же	300	—	30	—	4,5
					400	—	40	—	5,5
					400	25	40	4	5,5
Быстротвердеющий портландцемент	10178-85	”	”	”	500	28	50	4,5	6
Быстротвердеющий шлакопортландцемент	10178-85	”	”	”	400	20	40	3,5	5,5
Портландцемент белый	965-78	Не более 12	”	”	300	—	30	—	4,5
					400	—	40	—	5,5
					500	—	50	—	6
То же цветной	15825-80	То же	Не ранее 45 мин	Не позднее 10 ч	300	—	30	—	4,5
					400	—	40	—	5,5
					500	—	50	—	6
Цемент глиноземистый	969-77	Не более 10	То же	Не позднее 12 ч	400	40	—	5,5	—
					500	50	—	6	—
					600	60	—	7,5	—

Таблица 2.50. Рекомендуемая марка цемента для бетонов с различной отпускной прочностью

Проектная марка, кгс/см²	Класс бетона по СТ СЭВ 1406—78, МПа	Твердение в нормальных условиях		Твердение в условиях тепловой обработки при отпускной прочности бетона, равной			
		Марка бетона		70% от проектной и менее		85 и 100% от проектной	
		Рекомендуемая	Допускаемая	Рекомендуемая	Допускаемая	Рекомендуемая	Допускаемая
100	В 7,5	300	200	300	200	—	—
150	В 12,5	300	200, 500	300	200, 400	400	300, 500
200	В 15	400	300, 500	400	300, 500	400	500
250	В 20	400	300, 500	400	300, 500	400	500
300	В 25	400	500	400	500	500	400
400	В 30	500	600	500	600	500	600
450	В 35	500	600	500	600	600	500
500	В 40	600	600	600	500	600	500
600 и выше	В 45	600	600	600	600	600	600

2.6.2. Виды бетонов

Таблица 2.51. Класс бетона по СТ СЭВ 1406-78

Показатель	Вид бетона	Класс бетона
Прочность на сжатие *B*, МПа	Тяжелый	B1; B1,5; B2; B 2,5, B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B22,5; B25; B27,5; B30; B35; B40; B45; B55; B60
	Легкий	B1; B1,5; B2,5; B3,5; B5; B7; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40
	В том числе мелкозернистые бетоны группы: А — естественного твердения или подвергнутые тепловой обработке при атмосферном давлении, на песке с модулем 2,1 и более	B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30

Таблица 2.51 *(окончание)*

Показатель	Вид бетона	Класс бетона
	Б — естественного твердения или подвергнутые тепловой обработке при атмосферном давлении, на песке с модулем менее 2,1	В3,5: В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30
	В — подвергнутые автоклавной обработке, на песке с модулем крупности не менее 1	В15; В20; В22; В25; В27,5; В30; В35; В40; В45; В55; В60
	Ячеистые бетоны:	
	автоклавные	В1; В1,5; В2; В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15
	неавтоклавные	В1; В1,5: В2; В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5
Прочность на растяжение B_t, МПа	Тяжелые, мелкозернистые и легкие	B_t 0,8; B_t 1,2; B_t 1,6; B_t 2,2; B_t 2,4; B_t 2,8; B_t 3,2
Морозостойкость F, число циклов	Тяжелые и мелкозернистые	F50; F75; F100; F200; F300; F400; F500
	Легкие	F25; F35; F50; F75; F100; F150, F200; F300; F400; F500
Водонепроницаемость, МПа	Ячеистые и поризованные	F15;F25;F35; F50; F75; F100
	Тяжелые, мелкозернистые и легкие	W2; W4; W6; W8; W10; W12
Марки со средней плотностью $Д$, кг/м	Тяжелые	Д2300; Д2400; Д2500
	Мелкозернистые	Д1800; Д1900; Д2000; Д2100; Д2200; Д2300; Д2400
	Легкие	Д800; Д900; Д1000; Д1100; Д1200; Д1300; Д1400; Д1500; Д1600; Д1700; Д1800; Д1900; Д2000; Д2100
	Ячеистые	Д500; Д600; Д700; Д800; Д900; Д1000; Д1100; Д1200
	Поризованные	Д800; Д900: Д1000; Д1100; Д1200; Д1300; Д1400
Марки по самонапряжению S_p, МПа	Бетоны на напрягающем цементе	S_p0,6; S_p0,8; S_p1,2; S_p1,5; S_p2; S_p3; S_p4

Таблица 2.52. Соотношение между марками и классами бетона (раствора) по прочности на сжатие

Класс бетона по прочности (СНиП 2.03.01-84)	Марка бетона в возрасте 28 суток $R_{сж}$, кгс/см²
B1	M-15
B2	M-25
B2,5	M-35
B3,5	M-50
B5	M-75
B7,5	M-100
B12,5	M-150
B15	M-200
B20	M-250
B22,5	M-300
B27,5	M-400
B35	M-450
B40	M-500
B45	M-600
B55	M-700
B60	M-800

Таблица 2.53. Соотношение между классами и марками тяжелого бетона по прочности на сжатие и растяжение

Класс бетона	Средняя прочность бетона данного класса, кг/см²	Марка бетона	Отклонение средней прочности бетона данного класса от марки, %
Сжатие			
B3,5	46	M50	–9,1
B5	65	M75	–14,5
B7,5	98	M100	–1,8
B10	131	M150	–14,5
B12,5	164	M150	+8,4
B15	196	M200	–1,8

Таблица 2.53 *(окончание)*

Класс бетона	Средняя прочность бетона данного класса, кг/см²	Марка бетона	Отклонение средней прочности бетона данного класса от марки, %
B20	262	M250	+4,5
B25	327	M350	–6,9
B30	393	M400	–1,8
B35	434	M450	+1,8
B40	524	M550	–5,1
B45	589	M600	–1,8
B50	655	M700	–6,9
B55	720	M700	+2,8
B60	786	M800	–1,8
Растяжение			
B0,8	10,5	P10	+4,6
B1,2	15,7	P15	+4,5
B1,6	21,0	P20	+4,5
B2,0	26,2	P25	+4,5
B2,4	31,4	P30	+4,5
B2,8	36,7	P35	+4,6
B3,2	41,9	P40	+4,6

Таблица 2.54. Добавки к вяжущим материалам

Назначение добавок	Вид добавок
Активные минеральные добавки для повышения плотности, водо- и солестойкости бетонов и растворов	К природным активным минеральным добавкам относятся породы осадочного происхождения: диатомиты, трепелы, опоки, глиежи; породы вулканического происхождения: пеплы, туфы, пемзы, витрофиры, трасы. К искусственным активным минеральным добавкам относятся доменные, гранулированные шлаки (ГОСТ 3476-74) — кислые и основные, белитовый (нефелиновый) шлам, кислые золы уноса, золы горючих сланцев, цемянки, искусственные кремнеземистые материалы, горелые породы

Таблица 2.54 *(окончание)*

Назначение добавок	Вид добавок
Добавки пено- и газообразователи	К пенообразователям, применяемым для изготовления ячеистых бетонов, относятся клееканифольные, смоло-сапониновые, алюмосульфонафтеновые и пенообразователь ГК. К газобетонообразователям, применяемым при изготовлении газобетонов, относится алюминиевая пудра ПАК-3, ПАК-4 и др.
Добавки, ускоряющие схватывание и твердение	Хлористый кальций, хлористый натрий, нитронит кальция, поташ, сернокислый глинозем, хлорное железо, строительный гипс
Добавки, замедляющие схватывание	Гипс, сернокислое окисное железо и поверхностно-активные вещества (кератиновый замедлитель, животный клей, ССБ, мылонафт и др.)
Добавки для кислотостойких бетонов и растворов	Тонкомолотые андезит, базальт, диабаз, гранит, кварц, фарфор и каменное литье
Добавки-наполнители для снижения расхода цемента и повышения плотности бетона	Природные добавки-наполнители: известняки, изверженные горные породы, пески, тины и т. п. Искусственные добавки-наполнители, получаемые из промышленных отходов: доменные шлаки, топливные золы и шлаки и т. п.
Щелочестойкие добавки	Известняки, доломиты
Добавки для жаростойких бетонов и растворов должны удовлетворять требованиям СНиП 2.03.04 – 84, бетонов на клинкерном портландцементе и жидком стекле; бетонов на жидком стекле с кремнефтористым натрием	Активные минеральные добавки: тонкомолотый хромит, магнезит, полукислые добавки. Шамот, полукислые добавки. Андезит, диабаз, магнезитовый порошок
Поверхностно-активные добавки для уменьшения водопотребности и расхода вяжущих при одновременном сохранении или повышении их пластичности, а также для повышения морозостойкости бетонов и растворов	Добавки поверхностно-активные подразделяются на гидрофильно-пластифицирующие, гидрофобно-пластифицирующие и микропенообразующие. К гидрофильно-пластифицирующим добавкам относятся концентраты сульфитно-спиртовой барды: жидкие (КБЖ), твердые (КБТ), порошкообразные (КБП). К гидрофобно-пластифицирующим добавкам относятся: мылонафт, асидол, асидолмылонафт, окисленный петролатум, кремнийорганические жидкости (ГКЖ-10, ГКЖ-11, ГКЖ-94). К микрообразующим добавкам относятся абиетат натрия, омыленный древесный пек-паста, микропенообразователи БС и ОС и др.

Таблица 2.55. Показатели удобоукладываемости бетонной смеси, применяемой для изготовления бетонных и железобетонных конструкций

Показатель жесткости, с	Осадка конуса, см	Вид конструкции и методы изготовления
80—100	0	Кольца канализационные, трубы, блоки, формуемые с немедленной распалубкой
60—80	0	Стеновые панели, пустотелые перекрытия, формуемые в горизонтальном положении с вибропригрузом
45—60	0	Колонны, ригели, прогоны, блоки, плиты, формуемые на виброплощадке без пригруза
15—30	0—2	Плоские или ребристые плиты покрытий стеновых блоков, формуемые на одночастотных виброплощадках
50—60	0	То же, на 2-частотных виброплощадках
15 и менее	2—6	Тонкостенные конструкции, сильнонасыщенные арматурой, формуемые на виброплощадках

Таблица 2.56. Классификация бетонных смесей по показателям жесткости и подвижности

Вид смеси	Жесткость, с	Осадка стандартного конуса, см
Особо жесткая	Более 200	0
Жесткая	50—150	0
Малоподвижная z	45—15	1—2
Подвижная	10 и менее	3—8
Литая	—	—

Таблица 2.57. Расход цемента для тяжелого бетона на портландцементе и его разновидностях

Класс (марка) бетона	Удобоукладываемость бетонной смеси		Расход цемента, кг/м³, марки			
	Осадка конуса, см	Жесткость, с	400	500	550	600
В10 (М150)	5—9	—	225	—	—	—
	1—4	—	210	—	—	—
	—	5—10	220	—	—	—
815 (М200)	5—9	—	265	235	—	—
	1—4	—	245	210	—	—
	—	5—10	235	200	—	—
В20	5—9	—	310	275	—	—
(М250)	1—4	—	285	250	—	—
	—	5—10	270	235	—	—
В22,5	5—9 1—4	—	355	315	—	—
(М300)	—	—	325	290	—	—
		5—10	305	270	—	—
В25	5—9	—	400	360	—	—
(М350)	1—4	—	365	325	—	—
	—	5—10	345	310	—	—
В30	5—9	—	—	405	390	365
(М400)	1—4	—	—	365	350	330
	—	5—10	—	340	330	310
В35	5—9	—	—	440	420	405
(М450)	1—4	—	—	400	385	365
	—	4—10	—	375	360	340
В40	5—9 1—4	—	—	495	470	445
(М500)	—	—	—	450	425	400
		5—10	—	420	400	375
В45	5—9	—	—	—	600	555
(М600)	1—4	—	—	—	540	495
	—	5—10	—	—	500	455

Таблица 2.58. Расход цемента для конструкционного легкого бетона

Класс (марка) бетона	Удобоукладываемость бетонной смеси		Расход цемента, кг/м³, марки				
	Осадка конуса, см	Жесткость, с	300	400	500	550	600
B10	5—9	—	340	300	265	—	—
(M150)	1—4	—	310	275	245	—	—
	—	5—10	295	260	230	—	—
B15	5—9	—	425	370	325	—	—
(M200)	1—4	—	360	340	300	—	—
	—	5—10	370	320	285	—	—
B20	5—9	—	—	425	380	355	—
(M250)	1—4	—	—	400	350	330	—
	—	5—10	—	370	330	310	—
B22,5	5—9	—	—	500	420	390	375
(M300)	1—4	—	—	465	385	360	340
	—	5—10	—	430	365	340	325
B25	5—9	—	—	—	440	420	400
(M350)	1—4	—	—	—	410	390	370
	—	5—10	—	—	385	365	340
B30	5—9	—	—	—	490	455	415
(M400)	1—4	—	—	—	455	420	390
	—	5—10	—	—	430	400	375
B35	5—9	—	—	—	580	530	475
(M450)	1—4	—	—	—	550	500	440
	—	5—10	—	—	510	460	415
B40	1—4	—	—	—	—	600	560
(M500)	—	5—10	—	—	—	550	510

Таблица 2.59. Сравнительные данные физико-механических свойств стеклофибробетона и тяжелого бетона

Наименование показателя	Значение показателя для СФБ	Значение показателя для тяжелого бетона
Прочность на растяжение при изгибе	15—25 МПа	3—5 МПа
Водонепроницаемость	W 16 (среднее значение) до W 20	W 16 достигается только при применении специальных технологических приемов
Морозостойкость	F 300 в солях (среднее значение)	F 300 в солях достигается только в высокопрочных бетонах с применением специальных добавок
Ударная вязкость	1,1—2,5 кг·мм/мл^2	В 20—25 раз ниже, чем у СФБ
Огнестойкость	Выше огнестойкости тяжелого бетона в 1,5—2 раза (1,5—2,0 ч)	1 ч

Стеклофибробетон (СФБ) — это композиционный материал, состоящий из цементно-песчаной матрицы, армированной отрезками (фибрами) щелочестойкого стекловолокна.

Позволяет применять конструкции толщиной в 2—3 раза меньше при сохранении эксплуатационных характеристик сборного железобетона, что резко снижает вес и материалоемкость возводимых сооружений.

Таблица 2.60. Расход заполнителей на 1м^3 бетона

Наибольшая крупность зерен заполнителя, мм	Расход цемента, кг	Расход крупных заполнителей, л	В том числе расход отдельных фракций заполнителя, л						Общий расход заполнителя (крупного)
			Песка фракции, мм		Общий расход песка	Пористого гравия фракции, мм			
			До 1,2	1,2—5		5—10	10—20	20—40	
10	250	1240	320	390	710	530	—	—	530
	350	1180	290	340	650	530	—	—	530
	450	1130	270	330	600	530	—	—	530
	550	1090	250	310	560	530	—	—	530
20	250	1360	290	350	650	290	430		720
	350	1300	260	320	580	290	430	—	720
	450	1250	240	290	530	290	430	—	720
	550	1210	210	260	490	290	430	—	720
40	250	1390	250	300	550	170	250	420	840
	350	1330	220	270	490	170	250	420	840
	450	1210	195	245	440	170	250	420	840
	550	1240	180	220	400	170	250	420	840

Таблица 2.61. Ориентировочный расход воды на 1 м^3 бетонной смеси на плотных заполнителях при температуре смеси 20 ºС

Смесь	Жесткость по ГОСТ 10181.1—81, с	Подвижность ОК, см	Расход воды, л/м^3, при крупности, мм							
			гравия				щебня			
			10	20	40	70	10	20	40	70
Ж4	31 и более	—	150	135	125	120	160	150	135	130
Ж3	21—30	—	160	145	130	125	170	160	145	140
Ж2	11—20	—	165	150	135	130	175	165	150	155
Ж1	5—10	—	175	160	145	140	185	175	160	155
П1	1—4	4	190	175	160	155	200	190	175	170
П2	—	5—9	200	185	170	165	210	200	185	180
П3	—	10—15	215	205	190	180	225	205	200	190
П4	—	16 и более	225	220	205	195	235	230	215	205

Таблица 2.62. Расход заполнителей для легкого конструкционно-теплоизоляционного бетона

Удобоукладываемость бетонной смеси		Содержание крупного заполнителя, м^3/м^3, не более, при избыточности, % (Днаиб=20 мм)		
Подвижность, см	Жесткость, с	40	50	60
5—9	—	0,84	0,81	0,78
1—4	—	0,80	0,83	0,8
	21—30	0,93	0,91	0,89
	31 и более	0,95	0,93	0,91
Крупнопористый бетон		1,1	1,15	1,25
Поризованный бетон		0,9	1	1,1

Заполнители для бетонов и растворов

Таблица 2.63. Марки бетона по морозостойкости и водонепроницаемости для конструкций зданий и сооружений

Условия работы конструкции		Марка бетона, не ниже					
Характеристика режима	Расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С	по морозостойкости			по водонепроницаемости		
		для конструкций (кроме наружных стен отапливаемых зданий) зданий и сооружений класса по степени ответственности					
		I	II	III	I	II	III
В условиях эпизодического водонасыщения (например, надземные конструкции, постоянно подвергающиеся атмосферным воздействиям)	Ниже –40	F200	F150	F100	W4	W2	Не нормируется
	Ниже –20 до –40 включительно	F100	F75	F50	W2	Не нормируется	"
	Ниже –5 до –20 включительно	F75	F50	F35*	Не нормируется	"	"
	–5 и выше	F50	F30	F25*	"	"	"
В условиях воздушно-влажностного состояния (конструкции, постоянно подвергающиеся воздействию окружающего воздуха, но защищенные от воздействия атмосферных осадков)	Ниже –40	F 150	F100	F75	W4	W2	Не нормируется
	Ниже –20 до –40 включительно	F 75	F 50	F 35	Не нормируется	Не нормируется	"
	Ниже –5 до –20 включительно	F 50	F 35	F 25	"	"	—
	–5 и выше	F 35	F 15	F 15	—	—	—
Возможно эпизодическое воздействие температуры ниже 0 °С	Ниже –40	F 150	F 100	F 75	—	—	—
	Ниже –20 до –40 включительно	F 75	F 50	F 35	—	—	—

Таблица 2.64. Марки легких бетонов по плотности

Класс легкого бетона по прочности на сжатие	Марки средней плотности для				
	керамзитобетона, шунгизитобетона	шлакобетона, шлакопемзобетона	перлитобетона	бетона на природных пористых заполнителях	аглопоритобетона
В2,5	Д800—Д1000	Д1000—Д1400	Д800—Д900	Д800—Д1200	Д1000—Д1200
В3,5	Д600—Д1000	Д1100—Д1600	Д800—Д1000	Д900—Д1300	Д1100—Д1300
В5	Д800—Д1200	Д1200—Д1600	Д800—Д1100	Д1000—Д1400	Д1200—Д1400
В7,5	Д900—Д1300	Д1300—Д1700	Д900—Д1200	Д1100—Д1500	Д1300—Д1500
В10	Д1000—Д1400	Д1400—Д1800	Д1000—Д1300	Д1200—Д1600	Д1400—Д1600
В12,5	Д1000—Д1400	Д1400—Д1800	Д1000—Д1400	Д1200—Д1600	Д1400—Д1600
В15	Д1200—Д1700	Д1600—Д1800	Д1300—Д1600	Д1500—Д1700	Д1600—Д1800
В20	Д1300—Д1800	Д1700—Д1000	—	Д1600—Д1800	Д1700—Д1900
В25	Д1300—Д1800	Д1800—Д1900	—	Д1700—Д1900	Д1700—Д1900
В27,5	Д1400—Д1800	Д1900—Д2000	—	Д1800—Д2000	Д1800—Д2000
В30	Д1500—Д1800	—	—	Д1900—Д2000	Д1900—Д2000
В35	Д1600—Д1900	—	—	—	—
В40	Д1700—Д1900	—	—	—	—

Таблица 2.65. Марки бетона по морозостойкости для наружных стен

Условия работы конструкций		Минимальная марка бетона по морозостойкости наружных стен отапливаемых зданий из бетона					
Относительная влажность воздуха помещения, %	Расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С	легкого поризованного			тяжелого мелкозернистого		
		для зданий класса по степени ответственности					
		I	II	III	I	II	III
$\varphi > 75$	Ниже –40	F 100	F 75	F 50	F 200	F 150	F 100
	От –20 до –40 включительно	F 75	F 50	F 35	F 100	F 75	F 50
	От –5 до –20 включительно	F 50	F 35	F 25	F 75	F 50	Не нормируется
	–5 и выше	F 35	F 25	F 15	F 50	Не нормируется	Не нормируется
$60 < \varphi \leq 75$	Ниже –40	F75	F50	F35	F 100	D75	D50
	От –20 до –40 включительно	F50	F35	F25	F50	Не нормируется	Не нормируется
$\varphi \leq 60$	От –5 до –20 включительно	F35	F25	F15	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
	–5 и выше	F25	—	—	То же	То же	
	Ниже –40	F50	F15	F25	F75	F50	
	От –20 до –40 включительно	F35	F35	F15	Не нормируется	Не нормируется	
	От –5 до –20 включительно	F25	F25	—	То же	То же	
	–5 и выше	F15	F15	—	То же	То же	

Таблица 2.66. Основные требования к легким бетонам на искусственных пористых заполнителях

Назначение	Плотность, кг/м³, не более (в высушенном состоянии)	Класс по прочности при сжатии	Количество выдерживаемых циклов замораживания	Коэффициент морозостойкости
Теплоизоляционные конструкции	500	До В2	—	—
Наружные стеновые панели	1200	В2,5—В7,5	15—25	0,75
Несущие армированные конструкции	1800	В5—В15	не менее 25	0,75

Таблица 2.67. Основные требования к легким бетонам по области применения

Назначение	Класс и марки		
	по прочности на сжатие	по морозостойкости	по плотности, кг/м³
Теплоизоляционный	В 2,5	—	500 и менее
Конструктивно-теплоизоляционный	Не менее В2,5	—	500—1400
Конструктивный	Не менее В5	Не менее 15	1400—1800

Таблица 2.68. Основные требования к ячеистым бетонам

Назначение	Класс	Плотность, кг/м²
Теплоизоляционный	В2	500 и менее
Конструктивно-теплоизоляционный (для ограждающих конструкций)	В2,5—В7,5	500—900
Конструктивный	В7,5—В12,5	900—1200

Таблица 2.69. Основные комплексные добавки

Вид добавок	Условное обозначение комплексных добавок	Количество добавок в составе комплексных в расчете на сухое вещество, % массы цемента
Пластифицирующие	С-3 + ЛСТ	(0,3—0,5) + (0,15—0,25)
Пластифицирующие и пластифицирующе-воздухововлекающие	С-3 + (ЩСПК, ЩСПКм, СПД-м, ЧСЩ)	(0,35—0,45) + (0,15—0,25)
	ЛСТ + (ЩСПК, ЩСПКм, СПД-м, ЧСЩ)	(0,1—0,3) + (0,05—0,1)
Пластифицирующие и воздухововлекающие	С-3 + (СНВ, КТП)	(0,5—0,7) + (0,002—0,01)
	ЛСТ + (СНВ, КТП, С, ОП)	(0,1—0,25) + (0,002—0,01)
	ВРП-1 + С	(0,005—0,02) + (0,005—0,02)
Пластифицирующие и ускорители твердения	ЛСТ + (СН, НН1, ХК, НК, ННХК)	(0,1—0,3) + (0,3—1,5)
	УПБ + СН	(0,1—0,3) + (0,5—1,5)
Пластифицирующие, пластифицирующе-воздухововлекающие и воздухововлекающие	С-3 + ЧСЩ + (СНВ, КТП)	(0,35—0,45) + (0,15—0,25) + (0,0002—0,01)
Пластифицирующие, пластифицирующе-воздухововлекающие и ускорители твердения	С-3 + ЧСЩ + СН	(0,35—0,45) + (0,15—0,25) + (0,3—1,5)
	ЛСТ + (НЧК, КЧНР) + СН	(0,1—0,2) + (0,1—0,2) + (0,5—1,5)
Пластифицирующие, воздухововлекающие и ускорители твердения	ЛСТ + СНВ + (СН, НК)	(0,1—0,2) + (0,005+0,03) + (0,5—1,5)
Пластифицирующие, воздухововлекающие и ингибиторы коррозии стали	ЛСТ + СНВ + ННК	(0,1—0,15) + (0,01—0,03) + (0,5—1,5)
Пластифицирующие, газообразующие и ускорители твердения	ЛСТ + (ГКЖ-94, ПГЭН) + СН	(0,1—0,15) + (0,05—0,1) + (0,5—1,5)
Пластифицирующие, воздухововлекающие и ускорители твердения	ЧСЩ + ХК	(0,1—0,25) + (0,05—0,2)
	(ЩСПК, ЩСПК-м, СПД-м) + (НК, СН, ТНФ)	(0,1—0,3) + (0,5—1,5)
	(ГКЖ-10, ГКЖ-11, АМСР) + НК	(0,1—0,2) + (0,5—1,5)
	(НЧК, КЧНР) + СН	(0,1—0,15) + (0,5—1,5)

Таблица 2.69 *(окончание)*

Вид добавок	Условное обозначение комплексных добавок	Количество добавок в составе комплексных в расчете на сухое вещество, % массы цемента
Воздухововлекающие и ускорители твердения	СНВ + (СН, НК, ННХК)	(0,005—0,02) + (0,5—1,5)
Воздухововлекающие и ингибиторы коррозии стали	СНВ + (НН, ННК)	(0,005—0,02) + (0,5—1,5)
Уплотняющие и замедлители схватывания	(НК, СА, ХЖ, НЖ, СЖ) + ЛСТ	(0,5—2) + (0,15—0,25)
Ускорители твердения и ингибиторы коррозии стали	ХК + (НН, ННК)	(0,5—3) + (0,5—3)
Ингибиторы коррозии стали	НН + (ТБН, БХН, БХК)	(1,8—2) + (0,2—0,5)
Пластифицирующие и ускорители твердения	С-3 + ЛСТ + СН	(0,35—0,45) + (0,15—0,2) + (0,3—1,5)

Примечание. Из компонентов, указанных в скобках, применяется только один.

Таблица 2.70. Теплофизические характеристики ячеистых бетонов

Марка бетона по средней плотности	Коэффициент		Сорбционная влажность, %, не более, при относительной влажности воздуха	
	теплопроводности бетона в сухом состоянии, Вт/м·°С, не более	паропроницаемости, не менее	75 %	97 %
Д-300	0,08—0,09	0,23—0,26	8—12	12—18
Д-400	0,09—0,10	0,20—0,23	8—12	12—18
Д-500	0,10—0,12	0,18—0,20	8—12	12—18
Д-600	0,13—0,14	0,16—0,17	8—12	12—18
Д-700	0,15—0,18	0,14—0,15	10—15	15—22
Д-800	0,18—0,21	0,12—0,14	10—15	15—22
Д-900	0,20—0,24	0,11—0,12	10—15	15—22
Д-1000	0,23—0,29	0,10—0,11	10—15	15—22
Д-1100	0,26—0,34	0,09—0,10	10—15	15—22
Д-1200	0,29—0,38	0,08—0,10	10—15	15—22

Таблица 2.71. Расход основных материалов при приготовлении ячеистых бетонов

Вид бетона	Средняя плотность, кг/м³	Расход материалов, кг, м³						
		Цемент	Известь-кипелка	Песок молотый	Зола-унос	Песок немолотый	Доменный шлак	Гипс
Автоклавный газобетон на цементе	350	140	—	180	—	—	—	2
	500	220—300	—	235	—	—	—	3
	600	260	—	285	—	—	—	4
	700	300	—	335	—	—	—	5
	800	350	—	375	—	—	—	6
Автоклавный газобетон на смешанном вяжущем	350	35	35	250	—	—	—	3
	500	90	90	275	—	—	—	4
	600	110	110	325	—	—	—	5
	700	130	130	385	—	—	—	6
	800	140	140	445	—	—	—	7
Автоклавный газозолобетон на смешанном вяжущем	350	890	50	—	190	—	—	3
	500	110	70	—	275	—	—	4
	600	130	80	—	325	—	—	5
	700	150	100	—	385	—	—	6
	800	170	120	—	435	—	—	7
Автоклавный газошлакобетон	350	—	25	145	—	—	150	1
	500	—	35	240	—	—	180	1
	600	—	45	255	—	—	244	2
	700	—	50	300	—	—	285	2
	800	—	60	325	—	—	340	2
Неавтоклавгазобетон или пенобетон	400	290	—	—	—	95	—	—
	500	340	—	—	—	145	—	—
	600	275	—	—	—	275	—	—
	700	340	—	—	—	340	—	—
	800	380	—	—	—	390	—	—
	900	400	—	—	—	420	—	—

2.6.3. Строительные растворы

Таблица 2.72. Расход вяжущего в кг на 1 м^3 песка в растворах разных марок

Вяжущее	Марка вяжущего	Марка раствора							
		200	150	100	76	50	25	10	4
Цемент по ГОСТ 10178-85*	500	440	365	240	180	—	—	—	—
	400	550	440	280	220	140	—	—	—
	300	—	550	360	270	180	90	—	—
	200	—	—	—	360	240	120	—	—
Вяжущее	150	—	—	—	—	—	240	100	75
	100	—	—	—	—	—	350	140	75
	50	—	—	—	—	—	—	280	115
	25	—	—	—	—	—	—	—	250

Таблица 2.73. Составы растворов для каменной кладки

Вид раствора	Марка цемента	Составы в объеме растворной дозировки для марок			
		100	75	50	25
Цементно-известковый	400	1:0,3:4	1:0,5:5	1:1:8	—
	300	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,7:6	1:1,7:12
	200	—	1:0,2:3	1:0,4:4,5	1:1,2:9
Цементный	400	1:4	1:5	—	—
	300	1:3	1:4	1:6	—
	200	—	1:3	1:4,5	—

Примечание. При подборе составов растворов для каменной кладки принято: цементы марок 200—400, плотностью 1100 кг/м^3, песок в рыхлонасыпном состоянии с естественной влажностью 1—3 %; известь плотностью 1400 кг/м^3.

Таблица 2.74. Марки растворов для кладок

Условия эксплуатации	Наименование растворов	Минимальные марки растворов для кладки при степени долговечности конструкции		
		I	II	III
Наружные стены зданий с влажностью не выше нормальной (60% и менее) и фундаменты в сухих грунтах	Цементно-известковые	10	10	4
	Цементно-глиняные	10	10	4
	Известковые	—	4	4
Наружные стены влажных помещений (до 75%), карнизы, цоколи, фундаменты во влажных грунтах	Цементно-известковые	25	25	10
	Цементно-глиняные	25	25	25
Наружные стены мокрых помещений (более 75%), открытые конструкции, фундаменты в грунтах, насыщенных водой, и т. д.	Цементно-известковые	50	25	18
	Цементно-глиняные	50	50	25

Таблица 2.75. Подвижность штукатурных растворов и наибольшая крупность песка

Наименование слоя	Подвижность раствора, см, при его нанесении		Наибольшая крупность песка, мм
	механизированным способом	вручную	
Подготовительный (обрызг и грунт)	6—10	8—12	2,5
Отделочный (накрывка из растворов):			
содержащих гипс	9—12	7—12	1,2
без гипса	7—8	7—8	1,2

При приготовлении смешанных растворов с неорганическими пластификаторами (глиной, известью и т. п.), а также цементных, известковых и глиняных растворов в растворомешалку вначале подают воду, затем загружают заполнитель, вяжущее и пластификатор.

Продолжительность перемешивания раствора с момента окончания загрузки материалов в растворомешалку должна составлять не менее 1 мин при приготовлении тяжелых и 2 мин легких растворов.

Растворы с органическими пластификаторами приготавливают, перемешивая вначале пластификатор с водой в течение 30—45 с, затем загружают остальные материалы и перемешивание продолжают до получения однородной смеси, но не менее 1 мин.

Таблица 2.76. Основные характеристики керамзитового гравия

Марка	Объемная масса, кг/м³	Предел прочности при сжатии, не менее, кгс/м²	
		Класс А	Класс Б
150	До 150	4	3
200	150—200	5	4
250	201—250	7	6
300	251—300	10	8
350	301—350	13	10
400	350—400	16	12
450	401—450	20	15
500	451—500	25	18
550	501—550	30	21
600	551—600	35	21
700	601—700	45	30
800	701—800	55	40

Таблица 2.77. Ориентировочный расход пластификатора (при полном исключении из раствора извести)

Наименование органических пластификаторов (5%-х водных растворов)	Расход пластификатора	
	% от массы песка	на 1 м² раствора, кг
Мылонафт	0,07—0,15	1—2
ЦНИПС-1	6,15—0,35	2—5,5
Отходы соапстока	0,15—0,25	2—3,5

Таблица 2.78. Прочность растворов, приготовленных с применением цементных вяжущих, в зависимости от температуры твердения

Возраст образца, сут	Прочность раствора, %, при температуре твердения , °С								
	1	5	10	15	20	25	80	35	40
1	1	4	6	10	14	19	24	29	34
1,5	2	6	10	15	20	26	33	39	46
2	3	8	13	19	25	32	40	48	67
3	5	12	19	25	35	44	52	61	70
5	10	20	30	39	48	57	65	74	82
7	16	27	39	50	59	69	76	84	92
10	24	37	51	62	72	80	87	94	100
14	33	48	63	75	84	91	97	102	106
21	45	62	78	90	97	100	106	109	—

Таблица 2.79. Состав растворов для камневидных штукатурок (в частях по объему)

Материал	Количество составляющих при имитации под			
	белый мрамор	желтый мрамор	красный гранит	серый гранит
Портландцемент:				
белый	1	1	—	—
серый	—	—	1	1
Известь-тесто	0,5	0,25	0,1	0,1
Мраморная мука	0,5	0,25	—	—
Мраморная крошка	3	3	3	3
Слюда (от объема цемента)	0,5	0,5	0,5	0,5
Пигмент (% от массы цемента)	—	Охра 3—5	Сурик железный 5—10	Перекись марганца 1—5

Таблица 2.80. Допускаемые отклонения по качеству штукатурки

Наименование отклонения	Допускаемые отклонения для штукатурки		
	простой	улучшенной	высококачественной
Неровности поверхности (обнаруживаются при накладывании правила или шаблона длиной 2 мм)	Не более трех неровностей глубиной или высотой до 5 мм	Не более двух неровностей глубиной или высотой до 3 мм	2 мм
Отклонения поверхности от вертикали	15 мм на всю высоту помещения	2 мм на 1 м высоты, но не более 10 мм на всю высоту помещения	1 мм на 1 м высоты, но не более 5 мм на всю высоту помещения
То же, от горизонтали	15 мм на всю высоту помещения	2 мм на 1 м длины, но не более 10 мм на длину помещения или его часть, ограниченную прогонами, балками	1 мм на 1 м длины, но не более 7 мм на всю длину помещения или его часть, ограниченную прогонами, балками и т. п.
Отклонения лузг, усенков, оконных и дверных откосов, пилястр, столбов и т. п. от вертикали к горизонтали	10 мм на весь элемент	2 мм на 1 м высоты или длины, но не более 5 мм на весь элемент	1 мм на 1 м высоты или длины, но не более 3 мм на весь элемент
Отклонения радиуса криволинейных поверхностей от проектной величины (проверяются лекалом)	10 мм	7 мм	5 мм
Отклонения ширины оштукатуренного откоса от проектной	Не проверяется	3 мм	2 мм
Отклонения тяг от прямой линии в пределах между углами пересечения тяг и раскреповки	6 мм	3 мм	2 мм

Таблица 2.81. Сухие растворы и шпаклевки

Технические данные и область применения	1. Растворы для стен и потолков				2. Растворы для полов				
	Универсальный	Обычный	Основной	Поверхностный	Самовыравнивающийся	Основной	Основной	Поверхностный	Дисперсия
	TT	S	LK	LH	Conflow				
					100	500	500 Rapid	300	Primer
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вяжущий компонент	Цемент	Цемент	Полимер	Полимер	Цемент	Цемент	Цемент	Цемент	Полимер
Упаковка, кг	25	25	25	25	25	25	25	25	5,10
Макс. зерно, мм	0,7	0,5	0,6	0,3	0,5	1	1	0,3	Жидкость
Дозировка воды, л/меш.	4	7,5	8,5	10	5,5	3,5	5,5	7	—
Время использ. раствора	4—6 ч	4—6 ч	1 неделя	1 неделя	30 мин	30 мин	15 мин	30 мин	—
Объем раствора, л/меш.	18	20	20	21	—	—	—	—	—
Расход	1,3 кг/м^2/мм	1,2 кг/м^2/мм	1,3 кг/м^2/мм	1,2 кг/м^2/мм	1,6 кг/м^2/мм	1,6 кг/м^2/мм	1,6 кг/м^2/мм	1,6 кг/м^2/мм	0,2 л/м^2
Макс. толщина, мм	10	5	5	2	20	50	50	5	—
Цвет	Серый	Серый	Белый	Белый	Серый	Серый	Серый	Серый	Белый
Прочность при сжатии после 28 суток, МПа	—	—	—	—	30	25	30	20	—

Таблица 2.81 *(продолжение)*

Технические данные и область применения	3. Система растворов для плиток					4. Растворы для каминов и печей				
	Растворы			Изоляция						
	Для керамических плиток	Реставрация для керамической плиток	Расшивки для керамических плиток	Влагоизоляция	Гидроизоляция	Кладка атичная	Кладка для огнеупоров	Бетон огнеупорный	Античная штукатурка	Раствор для дымоходов
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Вяжущий компонент	Цемент	Цемент	Цемент	Полимер	Полимер	Каолин	Каолин	Цемент	Цемент	Цемент
Упаковка, кг	25	25,10	10,25	13,10	14	25	25,5	25	25	25
Макс. зерно, мм	0,6	0,6	0,3	Жидкость	0,3	4	0,6	6	0,6—1,5	2
Дозировка воды, л/меш.	0,2 л/кг	0,25 л/кг	0,4 л/кг	—	—	7	5	4	5—6	4
Время использ. раствора	4 ч	4 ч	2 ч	—	2 ч	2 ч	2 ч	2 ч	2 ч	2 ч
Объем раствора, л/меш.	17	17	18	—	18	14	12	11	16	16
Расход	2 кг/м^2	2 кг/м^2	1 кг/м^2	0,15—0,3 л/м^3	2 кг/м^3	1—1,5 кг/кирп.	0,25 кг/кирп.	2 кг/м^2/мм	2—3 кг/м^2/мм	1,5 кг/м^2/мм
Макс. толщина, мм	—	—	5	—	5	—	—	—	—	—
Цвет	Серый	Серый	10 цветов	Светлый	Серый	Светло-серый	Бежевый	Темно-серый	Белый	Серый

Таблица 2.81 *(продолжение)*

Технические данные и область применения	Контактные	Основные	Фактурная	Коррективная	Сухой бетон	Цементный раствор		Бетон быстротвердеющий "Р1КА"	Бетон высокопрочный	
	KS 10/90 KS 20/80	KS 35/65 KS 50/50 KS 65/35	KS 70/30	KS 70/30	S 100	S 30	S 06		600/3	1000/3
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Вяжущий компонент	Цемент	Цемент	Цемент	Цемент	Цемент	Цемент	Цемент	Цемент	Цемент	Цемент
Упаковка, кг	25,1000	25,1000	25	25,1000	25,1000	25,1000	25,1000	25	25,1000	25,1000
Макс. зерно, мм	4	4	0,6	0,6	10	3	0,6	4	3	3
Дозировка воды, л/меш.	4	4	3	5	3	4	5	2,5	2,5—3	2,5 — 3,0
Время использ. раствора	2 ч	2 ч	2 ч	2 ч	2 ч	2 ч	2 ч	30 мин	1 ч	1 ч
Объем раствора, л/меш.	13	13	13	13—14	13	13	14	13—14	11—12	11—12
Расход	2 кг/м^2/мм	2 кг/м^2/мм	2 кг/м^2/мм	1,8—2 кг/м^2/мм	1,8—2 кг/м^2/мм	2 кг/м^2/мм	2 кг/м^2/мм	1,8—2 кг/м^2/мм	ок.2,3 кг/дм^2	ок.2,3 кг/дм^2
Макс. толщина, мм	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Цвет	Серый	Серый	Серый	Серый	Серый	Серый	Серый	Серый	Серый	Серый
Прочность при сжатии после 28 суток, МПа	—	—	—	—	45	45	—	45 / 7	60	90

Таблица 2.81 *(окончание)*

Технические данные и область применения	Раствор для кладки кирпича		Раствор для кладки зимний	Клей цемент-ный	Техно-полы	Легкие техно-полы	Супер-техно-полы	Защита бетонных конструкций
	100/600	100/500	100/500					
33	34	35	36	37	38	39	40	41
Вяжущий	Цемент	Цемент	Цемент	Цемент	Цемент	Цемент	Цемент	Цемент
Упаковка, кг	25; 1000	25; 1000	25; 1000	25	25	25	25; 1000	25
Макс. зерно, мм	4	4	4	0,6	4	0,6—2	0,6	0,6
Дозировка воды, л/меш.	3	3	2,5	5	2	5,5	—	3
Время использ. раствора	2 ч	2 ч	30 мин	2 ч	30 мин	30 мин	1ч	30 мин
Объем раствора, л/меш.	13—14	13—14	13—14	16—17	12	12	—	—
Расход	—	—	—	—	2,5 кг/м^2/мм	1,9 кг/м^2/мм	1,5 кг/м^2/мм	2,2 кг/м^2/мм
Макс. толщина, мм	—	—	—	—	12—15	15	1—2	2
Цвет	10 цветов	Серый	Серый	Серый	Серый	Серый	Светло-коричневый	Светло-серый
Прочность при сжатии после 28 суток, МПа	—	—	—	—	60	35	—	—

Таблица 2.82. Составы растворов для накрывочного слоя

Вид грунта оштукатуриваемых поверхностей	Вид и состав раствора (по объему)			
	Цементные	Цементно-известковые	Известковые	Известково-гипсовые
А. Наружная штукатурка стен, цоколей, карнизов и т. п., подвергающихся систематическому увлажнению, а также внутренняя в помещениях с относительной влажностью воздуха свыше 60%				
Цементный и цементно-известковый	1:1—1,5	1:1—1,5:1,5—2	—	—
Б. Наружная штукатурка стен, не подверженных систематическому увлажнению, и внутренняя штукатурка в помещениях с относительной влажностью воздуха до 60%				
Цементный и цементно-известковый	—	1:1—1,5:2—3	—	—
Известковый и известково-гипсовый	—	—	1:1—2	1:1—1,5:0

Оштукатуривание откосов проемов осуществляется механизированным способом по литьевой технологии, при которой откосы формируются при заливке раствора за установленную в проеме переставную опалубку.

Таблица 2.83. Трудозатраты процесса отделки откосов проемов по литьевой технологии

Операция	Продолжительность, мин	Трудозатраты, чел.-мин
Распалубка очередного проема	10	16
Переноска оснастки	6	6
Подготовка проема и оснастки	9	8
Установка оснастки	15	30
Подготовка насоса к работе	6	6
Нагнетание раствора	13	26
Передвижка насоса	5	10
Доводка откосов	15	15
Схватывание раствора	20	—

Итого на 1,8 м^2 оштукатуренной поверхности — 117 чел.-мин. Продолжительность полного цикла при совмещении операций — 39 мин, количество занятых рабочих — 3 чел.

2.7. Каменные материалы и изделия

По плотности каменные стеновые материалы подразделяют: на особо легкие (при плотности до 600 кг/м^2); легкие (600—1300 кг/м^3); облегченные (1300—1600 кг/м^2); тяжелые (1600—2200 кг/м^2).

По теплопроводности различают каменные материалы с низкой, средней и высокой теплопроводностью.

По прочности при сжатии каменные стеновые материалы бывают высокой (марки 400—150), средней (150—75) и низкой (менее 75) прочности.

Природные каменные материалы классифицируют:

- по плотности — тяжелые (плотность более 1800 кг/м^3) и легкие (менее 1800 кг/м^3);
- по пределу прочности при сжатии — на марки от 4 до 1000, причем легкие каменные материалы имеют марки до 200, а тяжелые — от 100 и выше;
- по морозостойкости — на марки от F10 до F500.

Облицовочные плиты из природного камня (ГОСТ 9480-77) изготовляют из блоков плотных известняков, мрамора, гранита, сиенита, габбро, лабрадорита и др. путем их распиливания с последующей механической обработкой. Применяют для облицовки колонн, отдельных участков фасадов и цоколей.

Таблица 2.84. Основные технические характеристики керамических кирпичей

Технические характеристики	Полнотелый кирпич	Пустотелый кирпич
Размеры (мм):		
длина	250±5	250±5
ширина	120±4	120±4
толщина	65±3	65±3

Таблица 2.84 *(окончание)*

Технические характеристики	Полнотелый кирпич	Пустотелый кирпич
Прочность (марки)	100, 125, 150, 175, 200, 225, 250	100, 125, 150
Морозостойкость	25 циклов	25 циклов
Водопоглощение	8%	6—8%
Плотность (объемная масса)	2050 кг/м^2	1300—1350 кг/м^2
Теплопроводность	0,71 Вт/м·°С	0,44—0,45 Вт/м·°С
Масса	4 кг	Не более 2,3 кг

Таблица 2.85. Технические требования к кирпичу глиняному

Марка	Предел прочности, кгс/см^2, не менее					
	при сжатии		при изгибе			
	для кирпича пластического и полусухого прессования		для кирпича пластического прессования		для кирпича полусухого прессования	
	Средний для 5 образцов	Наименьший для отдельного образца	Средний для 5 образцов	Наименьший для отдельного образца	Средний для 5 образцов	Наименьший для отдельного образца
300	300	250	44	22	31	17
250	250	200	40	20	30	15
200	200	150	34	17	26	13
150	150	125	28	14	20	10
125	125	100	25	12	18	9
100	100	75	22	11	16	8
75	75	50	18	9	14	7

Примечание. При проектировании новых и реконструкции действующих кирпичных заводов следует предусматривать выпуск кирпича марки не ниже 100.

Таблица 2.86. Ориентировочный расход вяжущих на 1 м^3 силикатного цементного бетона марки 200

Характеристика бетона	Характеристика вяжущего вещества	Расход вяжущего на 1 м^3 бетона, кг
Силикатный бетон автоклавного твердения на природном песке	Известь с содержанием 60—75% активной окиси кальция	200
Цементный бетон при твердении в пропарочных камерах	Портландцемент марки 400	300

Таблица 2.87. Основные характеристики кирпича и камня

Наименование	Марка	Наименьший предел прочности, МПа		Размеры
		при сжатии	при изгибе	
Кирпич глиняный пластического прессования (ГОСТ 530-80)	300	25	2,2	250×120×65 (обыкновенный)
	250	20	2	250×120×88 (модульный)
	200	15	1,7	
	150	12,5	1,4	
	125	10	1,2	
	100	7,5	1,1	
	75	5	0,9	
Кирпич керамический пустотелый пластического прессования (ГОСТ 530-80)	250	20	1,5	250×120×65 (одинарный)
	200	16	1,3	
	150	12,5	1	
	125	10	0,8	
	100	7,5	0,8	250×120×88 (утолщенный)
	75	5	0,7	288×138×63 (модульных размеров)
Камни керамические пустотелые пластического прессования (ГОСТ 530-80)	250	20	1,6	250×120×138

Таблица 2.87 *(окончание)*

Наименование	Марка	Наименьший предел прочности, МПа		Размеры
		при сжатии	при изгибе	
Камень укрупненный	200	15	1,3	288×138×138 (модульных размеров)
	150—126	12,6—10	1—0,9	260×260×138
То же модульных размеров	100—76	7,6—6	0,8—0,7	288×288×138
Кирпич силикатный (ГОСТ 379-79): одинарный	260	10	2,6	260×120×66
	200	16	2,4	
	160	11,2	2	
модульный	126	9,6	1,8	250×120×88
	100	7,6	1,6	
	76	6,6	1,2	

Таблица 2.88. Допускаемые отклонения от установленных размеров и внешнего вида керамического кирпича и камня

Показатели	Значение
Отклонения размеров, мм, не более:	
по длине	±5
по ширина	±4
по толщине	±3
Непрямолинейность ребер и граней кирпича, мм, не более:	
по постели	3
по ложку	4
Отбитости углов глубиной 10—15 мм, отбитости и притупленности ребер, не доходящие до пустот, глубиной не более 5 мм, длиной по ребру 10—15 мм, шт.	2
Трещины по постели полнотелого кирпича протяженностью по 30 мм, пустотелых изделий — не более чем до первого ряда пустот на всю толщину, на ложковых и тычковых гранях, шт.	1

Силикатный кирпич (ГОСТ 379-79) в зависимости от предела прочности при сжатии подразделяется на марки: 250, 200, 150, 125, 100 и 75. Марка кирпича по морозостойкости в насыщенном водой состоянии должна быть не ниже: F50, F35 и F25 — для лицевого кирпича; Р15 — для рядового кирпича. Водопоглощение силикатного кирпича должно быть не более: 14% — для лицевого и 16% — для рядового кирпича.

Таблица 2.89. Допускаемые отклонения облицовочных плит по показателям внешнего вида в зависимости от фактуры лицевой поверхности

Фактура лицевой поверхности плиты	Допускаемые отклонения на одной плите			
	Отбитые углы, не более		Сколы на ребрах лицевой грани (по периметру), не более	
	Количество	Величина, мм	Количество	Величина, мм
Полированная, лощеная, шлифованная, пиленая	1	5	2	5
Рифленая термоструйная, точечная, бороздчатая	2	5	10	5

Таблица 2.90. Допускаемые отклонения силикатного кирпича по размерам и показателям внешнего вида

Показатели	Кирпич	
	лицевой	рядовой
Отклонения размеров, мм, не более:		
по длине	±2	±3
по ширине	±1	±2
по толщине	±2	±2
Отбитость и притупленность ребер (% от партии), размером, мм:		
до 2	не нормируется	—
2—3	10	20
3—5	не допускается	10
Количество половняка (в % от партии), не более	2	3

Таблица 2.91. Требования к искусственным камням

Вид камней	Марка, класс	Размер, мм	Марка по морозостойкости	Отклонения от размеров, мм		
				по длине	по ширине	по толщине
Лицевые керамические (ГОСТ 7484-78)	75; 100; 125; 150; 200; 250; 300	250×120×138 250×250×138 288×138×138 250×250×120 250×200×80	25 35 50	±4	±3	±3
Бетонные стеновые (пустотелые и полнотелые на цементном, известковом шлаковом и гипсовом вяжущем) (ГОСТ 6133-84)	25; 35; 50; 75; 100; 125; 150; 200	390×190×188 390×190×188 590×190×188 410×215×190	15 25 35 50	±4	±3	±4
Из ячеистого бетона (ГОСТ 21520-88)	Классы В-1,5; В-2; В-2,5; В-3,5; В-5; В-5,5; В-7,5; В-10; В-12,5	586×300×188 588×250×188 388×200×188 388×200×288	15 25	±6	±5	±5
Арболитовые (ГОСТ 19222-84, ТУ 10. РСФСР 13.7620-90)	—	500×250×250 500×150×250 500×200×200 410×200×200 и др.	25	±5	±4	±4

Таблица 2.92. Технические характеристики керамического камня

Показатели	Единица измерения	Поризованный камень (пустотность 45%)	Пустотелый кирпич (пустотность 31%)	Стеновой блок из пористого бетона БС 125/250
Размеры	мм	250×120×142	250×120×65	600×250×125
Формат	шт. усл. кирпича	2,18	1	9,6
Масса	кг/шт. кг/шт. усл. кирпича	4 1,83	2,7 2,7	11,25
Плотность	кг/м^3	950	1440	600 сорбционная влажность
Водопоглощение	%	8,9	6,5	8,0
Прочность на сжатие	кг/см^2	100—200	100—150	50
Коэффициент теплопроводности	Вт/м^2·°С	0,29	0,39	0,14
Морозостойкость	—	1—75	Р25	Р15—Р35
Толщина стены для соблюдения требований СНиП: по теплозащите	мм	510 для несущих стен 16—18-этажных зданий	1290	600—800 для самонесущих конструкций, малоэтажных зданий
по прочности	мм	510—640	1290	600—800
Расход кирпича	шт/м^2 шт/м^3	67 130	500 387	20 53,3
Расход раствора	м^3/м^2	0,12 0,23	0,4 0,31	0,008 0,02

2.8. Теплоизоляционные материалы

Таблица 2.93. Технические характеристики теплоизоляционных материалов

Наименование материала, ГОСТ, ТУ	Плотность, кг/м³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Область применения
Войлок строительный (ГОСТ 314-72)	150—200	0,045—0,05	Для изоляции поверхности в помещениях при температуре до +60°, вне помещения — до +200 °С
Вата минеральная (ГОСТ 4640-84)	75—150	0,04—0,045	Для изоляции поверхностей при температуре до +600 °С
Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865-67)	100—200	0,055—0,14	В качестве заполнителя для легких бетонов и штукатурных растворов (огнезащитных и звукопоглощающих), в качестве засыпки теплоизоляции поверхностей при температуре от +260 до +1100 °С
Маты звукопоглощающие базальтовые БЗМ РСТ 1977-87	До 80	0,04	При температурах от +180 до +480 °С
Плиты термобитумные теплоизоляционные (ГОСТ 16136-80)	200—300	0,065—0,075	Для тепловой изоляции строительных ограждающих конструкций и холодильников при температуре от +60 до +100 °С
Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем (ГОСТ 9573-82)	75—200	0,054—0,066	При температурах от +100 до +60 °С
Плиты, скорлупы и сегменты перлитовые	250 300 350 400 500	0,075 0,081 0,087 0,93 0,104	—

Таблица 2.93 *(продолжение)*

Наименование материала, ГОСТ, ТУ	Плотность, кг/м³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Область применения
Плиты, кирпич, скорлупы и сегменты перлитокерамические	300 350 400	0,08 0,09 0,104	—
Плиты из пеностекла	200 300	0,093 0,104	—
Плиты, скорлупы и сегменты совелитовые	350 400	0,08 0,086	—
Плиты из крупнопористого керамзито-пластбетона	300 400	0,104 0,14	—
Плиты из керамзитобетона	400 500	0,14 0,17	—
Плиты камышитовые	175 200 250	0,058 0,070 0,093	—
Плиты, скорлупы, сегменты торфяные, изоляционные	150 200 250	0,058 0,064 0,07	—
Плиты, скорлупы и сегменты из пористых пластмасс (полистирольных на суспензионном полистироле)	25 35	0,035 0,035	—
Плиты из пенопласта на основе резольных фенол-формальдегидных смол (ГОСТ 20916-87)	50, 70, 80, 90, 100	0,049—0,051	Для теплоизоляции при температуре от +180 до +130 °С
Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на битумном связующем (ГОСТ 10140-80)	75—200	0,05—0,060	Для теплоизоляции поверхностей с температурой от +100 до +60 °С
Плиты фибролитовые на портландцементе (ГОСТ 928-81)	300—500	0,085—0,13	В качестве ограждающего и теплоизоляционного материала для стен, перегородок, перекрытий и покрытий, трудногорючие

Таблица 2.93 *(окончание)*

Наименование материала, ГОСТ, ТУ	Плотность, кг/м³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Область применения
Изделия из пенопласта ФРП-1 и резопена (ГОСТ 22546-77)	65—110	0,041—0,043	—
Плиты древесно-волокнистые: (ГОСТ 4598-86) а) изоляционные	200—400	0,047	В конструкциях и изделиях, защищенных от увлажнения, в качестве: изоляционного материала,
б) полутвердые отделочные	400—700	—	отделочного и звукоизоляционного,
в) твердые отделочные	700—1100	—	то же
Полуцилиндры и цилиндры минераловатные на синтетическом связующем (ГОСТ 23208-83)	75—225	0,049—0,057	Для изоляции поверхностей с температурой от +180 до +400 °С
Плиты пенополистирольные (ГОСТ 15888-86)	20—40	0,048—0,032	Применяются при температуре от +180 до +70 °С
Пенопласт плиточный марки ПВ-1 (ТУ 6-05-1158-87)	65—95	0,043—0,032	Применяется при температуре от +180 до +60 °С

Таблица 2.94. Теплотехнические характеристики строительных материалов

Материал	Характеристики				
	Плотность g, кг/м³	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К)	Сопротивление теплопроводности R, м·К/Вт	Парадиффузионный показатель δ, г/(м·с·МПа)	Удельная теплоемкость c, кДж/(кг·К)
Бетоны					
Железобетон	2400	1,55	0,65	0,008	0,84
Гравийный бетон	2200	1,28	0,78	0,012	0,84
Бетон на основе доменного шлака	1400	0,47	2,13	0,02	0,88
	1600	0,58	1,72	0,018	0,88
То же котельного шлака	1400	0,56	1,79	0,024	0,88
	1600	0,7	1,43	0,02	0,88
Перлитобетон	300	0,12	8,33	0,064	1,17
	400	0,14	7,14	0,056	1,17
	500	0,16	6,25	0,048	1,17
	600	0,2	5	0,04	1,17
Битумоперлит (с горючим битумом)	300	0,09	11,11	0,026	1,13
	400	0,12	8,33	0,016	1,13
Кладки					
Фасадная облицовка (облицовочный кирпич), v=12 см	1800	0,93	0,13	0,028	0,88
Кладка "Поротон", v=30 см	800	0,31	0,97	0,033	0,9
Газосиликатная кладка 500/20:					
v=24 см	630	0,25	0,96	0,042	0,88
v=30 см	630	0,27	1,11	0,042	0,88
То же, 700/50:					
v=24 см	815	0,32	0,75	0,042	0,88
v=30 см	815	0,34	0,88	0,042	0,88

Таблица 2.94 *(продолжение)*

Материал	Характеристики				
	Плотность ρ, кг/м³	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К)	Сопротивление теплопроводности R, м·К/Вт	Парадиффузионный показатель δ, г/(м·с·МПа)	Удельная теплоемкость c, кДж/(кг·К)
Кладка:					
из мелкоразмерного кирпича	1730	0,78	1,28	0,029	0,88
из ячеистого (многодырчатого) кирпича	1280	0,5	2	0,044	0,88
из малодырчатого кирпича	1530	0,7	1,43	0,037	0,88
из пустотелых стеновых блоков:					
Б25, *v* = 25 см	1220	0,49	2,04	0,048	0,88
Б29, *v* = 29 см	1520	0,6	1,67	0,037	0,88
Б 30, *v* = 30 см	1460	0,64	1,56	0,044	0,88
из туфобетона:					
ТБ50, *v* = 30 см	1350	0,64	0,47	0,036	1
ТБ35, *v* = 30 см	1250	0,5	0,6	0,04	1
из газосиликатных теплоизоляционных плит:					
v = 6,2 см	537	0,24	0,26	0,056	0,88
v = 8,2 см	537	0,24	0,34	0,056	0,88
v = 10 см	537	0,24	0,42	0,056	0,88
перегородочная из газосиликатных плит 500/20:					
v = 10 см	630	0,3	0,33	0,054	0,88
v = 12,5 см	630	0,3	0,42	0,054	0,88
то же, 700/50, *v* = 6,2 см	815	0,4	2,5	0,042	0,88
из пористого камня; *v* = 6 см	780	0,23	4,35	0,036	0,88

Таблица 2.94 *(продолжение)*

Материал	Характеристики				
	Плотность g, кг/м³	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К)	Сопротивление теплопроводности R, м·К/Вт	Парадиффузионный показатель δ, г/(м·с·МПа)	Удельная теплоемкость c, кДж/(кг·К)
Перекрытия					
Перекрытие:					
из железобетонных элементов со штукатуркой толщиной 1 см, *v* = 20 см	1540	1,2	0,17	—	0,84
балочное железобетонное со штукатуркой толщиной 1 см:					
v = 20 см	1412	1,2	0,17	—	0,84
v = 20 см	1817	1,2	0,17	—	0,84
v = 30 см	1466	1,2	0,25	—	0,84
v = 22 см	1610	1,2	0,18	—	0,84
v = 22 см	1810	1,2	0,18	—	0,84
v = 25 см	1438	1,2	0,21	—	0,84
Перекрытие армокерамическое с бетонным заполнением без штукатурки:					
v = 23 см	1125	0,66	0,36	—	0,86
v = 23 см	1290	0,66	0,36	—	—
монолитное плоское железобетонное	2400	1,55	—	0,008	0,84
Растворы штукатурки					
Известковый раствор	1650	0,81	1,23	0,024	0,92
Улучшенный известковый раствор, известковая штукатурка с каменной пылью	1700	0,87	1,15	0,024	0,92
Цементная штукатурка (цементный раствор, цементная затирка)	1800	0,93	1,08	0,022	0,88
Высококачественная штукатурка	1850	0,99	1,01	0,02	0,88

Таблица 2.94 *(продолжение)*

Материал	Характеристики				
	Плотность g, кг/м³	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К)	Сопротивление теплопроводности R, м·К/Вт	Парадиффузионный показатель δ, г/(м·с·МПа)	Удельная теплоемкость c, кДж/(кг·К)
Перлитовая штукатурка:					
ЦП-800	800	0,87	1,15	0,024	1,13
ГП-500	500	0,174	5,75	0,03	1,13
ГП-350	350	0,127	7,87	0,04	1,13
Перлитовый раствор	300	0,12	8,33	0,064	1,13
	400	0,14	7,14	0,044	1,13
Фасадные штукатурки с полимерными добавками "Дривит", "Кварц", "Путц"	1800	1	1	0,020	0,88
Штукатурка из полистирольного раствора	300	0,09	11,11	0,011	1,17
Гипсовая штукатурка	800	0,29	3,45	0,048	0,84
Гипсовый затирочный раствор	1200	0,52	1,92	0,029	0,9
Древесные материалы и плиты					
Сосна, перпендикулярно волокнам	400	0,13	4,55	0,016	2,72
Дуб, перпендикулярно волокнам	500	0,19	10	0,048	2,26
Древесно-волокнистая плита	750	0,22	8,33	0,044	2,26
Древесно-стружечная плита	400	0,1	6,25	0,036	2,34
Гипсокартон 10 мм	500	0,12	5,26	0,032	2,34
Картонный (бумажный) лист, 1 мм	650	0,16	0,04	0,030	0,84
Асбестоцементный лист	750	0,19	0,01	0,004	1,47
Паркет:					
штучный 15 мм	1140	0,23	2,38	0,006	0,88
щитовой 20 мм	700	0,17	2,22	0,006	0,88
дубовый 10 мм	1800	0,42	0,07	0,018	2,6
то же 20 мм	2000	0,45	0,1	0,018	2,6

Таблица 2.94 *(продолжение)*

Материал	Характеристики				
	Плотность g, кг/м³	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К)	Сопротивление теплопроводности R, м·К/Вт	Парадиффузионный показатель δ, г/(м·с·МПа)	Удельная теплоемкость c, кДж/(кг·К)
Палубный настил (24 мм)	627	0,21	0,05	0,016	2,72
Ковровое покрытие	630	0,20	0,09	0,016	2,72
Покрытие ПВХ на вспененной основе (только основа)	750	0,22	0,13	0,020	2,51
Бесшовный гипсовый пол	750	0,22	22,73	0,002	1,42
Облицовка плиткой:					
каменной	550	0,19	4,35	0,023	1,05
кафельной	100	0,042	23,81	0,140	0,75
Пенополистирол	150	0,044	22,73	0,130	0,75
Пенополиуретан:					
твердый	175	0,048	20,83	0,120	0,75
мягкий	140	0,047	21,28	0,080	0,75
Минераловата	160	0,045	22,22	0,140	0,84
Изолит-Л	200	0,058	17,24	0,130	0,84
Изопанель	16—110	0,035	28,57	0,140	0,84
Стекловата	350	0,93	1,08	0,002	1,13
Стекловата "ТЕЛ"	400	0,105	9,51	0,002	1,13
Пеностекло	1600	0,58	1,72	0,004	0,84
Засыпки					
Песчаная	1800	0,35	2,86	0,072	0,84
Щебеночная	1500	0,29	3,45	0,052	0,75
Из шлака:					
котельного	800	0,45	2,22	0,044	0,75
доменного	110	0,052	19,23	0,192	1,17

Таблица 2.94 *(окончание)*

Материал	Характеристики				
	Плотность g, кг/м³	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К)	Сопротивление теплопроводности R, м·К/Вт	Парадиффузионный показатель δ, г/(м·с·МПа)	Удельная теплоемкость c, кДж/(кг·К)
Из вспученного перлита	130	0,058	17,24	0,160	1,17
	150	0,044			
	175	0,048			

Примечание. *v* — толщина плит или слоя.

Таблица 2.95. Расчетные сопротивления теплопередаче R (м²•К/Вт)

Ограждения	1-й этап — с 01.06.1996 г.				2-й этап — с 01.06.2000 г.			
	Стены	Покрытия	Окна	Фонари	Стены	Покрытия	Окна	Фонари
Жилых домов, школ, лечебных учреждений	2,0	3,2	0,5	0,4	3,5	5,2	0,5	0,4
Общественных зданий	1,8	3,0	0,4	0,3	3,0	4,0	0,4	0,3
Производственных зданий	1,4	2,2	0,3	0,3	2,2	3,0	0,3	0,3

Примечание. С 2004 г. СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий" табл. 4 (см. табл. 12.5 *разд. 12.1* данного справочника).

Таблица 2.96. Технические свойства минераловатных плит

Фирма	Наименование плит	Марка	Средняя плотность, кг/м³	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/м·К	Влажность, %	Размеры, см		
						Длина	Ширина	Высота
ИЗОТЕК, Колпино, Лен. обл.	Повышенной жесткости гофрированной структуры	ППЖГС175, ТУ 21-8 25-86	160—190	$\leq 0{,}051$	≤ 1	100	50	6—10
	Гофрированной структуры	ПГ 125, ТУ 5762-002-05765227-93	75—125	$\leq 0{,}049$	$\leq 0{,}8$	100	50	60
	На синтетическом связующем	П 125, ГОСТ 9573-82	75—125	$\leq 0{,}049$	$\leq 0{,}1$	100	50	60
Гомельстройматериалы (Беларусь)	Теплоизоляционная	75	50—75	0,040	—	100	50	60
		125	75—125	0,042				
Мастерстекло	На синтетическом связующем	П-50	<50	0,047—0,052	—	100—120	50—60	30—160
		75	<75					
		100	<100					
		125	<125					
		150	<150					
		175	<175					
	На органическом связующем	75	<75	0,044—0,047	—	100	50	50 60 70 80
		125	<125					
Промстройконтракт	То же полужесткая	ПП-125Т	115—135	0,042	—	100	50	60

Таблица 2.97. Характеристики мягкой теплоизоляции КТ в рулонах и KL в плитах

Вид теплоизоляции	Плотность, кг/м³	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/м•К	Толщина, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Количество в упаковке, м²/уп.
КТ-11 (рулоны)	11	0,036	50—100	1220	1100—6300	13,54—7,69
KL (плиты)	17	0,034	50—150	560—870	560—1170	14,78—5,17

Мягкая, эластичная теплоизоляция из стекловаты применяется в конструкциях, где она не несет нагрузку. При упаковке рулоны КТ сжимаются на 75% (в 3 раза), а плиты — на 50% (в 2 раза). Служит для утепления стен, полов, перекрытий и кровли в деревянных, металлических, кирпичных и бетонных конструкциях.

Таблица 2.98. Характеристики полужесткой теплоизоляции RKL с ветрозащитной облицовкой

Плотность, кг/м³	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/м•К	Толщина, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Количество в упаковке, м²/уп.
60	0,030	30—60	1200	1800—3000	15,12—10,80

Полужесткая плита из стекловаты, имеющая специальную ветрозащитную облицовку, подходит для применения в конструкциях, где не только необходима теплоизоляция, но и рекомендуется защита от ветра. Благодаря этому теплопроводность плиты RKL повышается на 10%.

Таблица 2.99. Характеристики жесткой теплоизоляции OL, выдерживающей нагрузку

Вид теплоизоляции	Плотность, кг/м³	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/м•К	Толщина, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Количество в упаковке, м²/уп.	Прочность при нагрузке, кН/м²
КТ-11 (рулоны)	65	0,033	20—100	600	1200	12,96—2,88	12
KL (плиты)	130	0,035	30—100	600	1200	4,32—1,44	15

Жесткие плиты применяются в объектах, где, кроме высокой степени теплоизоляции, требуется сопротивление нагрузке: в сборных бетонных блоках, для теплоизоляции под штукатуркой, под плоскими кровлями.

Таблица 2.100. Зависимость термического сопротивления слоя теплоизоляции от его толщины

Толщина слоя теплоизоляционного материала "URSA", мм	Термическое сопротивление *R*, м²•К/Вт, слоя теплоизоляционного материала при расчетных значениях теплопроводности λ, Вт/м•К			
	0,040	0,045	0,050	0,055
20	0,50	—	—	—
30	0,75	—	—	—
40	1,00	0,89	0,80	—
50	1,25	1,11	1,00	0,91
60	1,50	1,33	1,20	1,09
70	1,75	1,56	1,40	1,27
80	2,00	1,78	1,60	1,45
100	2,50	2,22	2,00	1,82
110	2,75	2,44	2,20	2,00
120	3,00	2,67	2,40	2,18
140	3,50	3,11	2,80	2,55
160	4,00	3,56	3,20	2,91
180	4,50	4,00	3,60	3,27
200	5,00	4,44	4,00	3,64
220	5,50	4,89	4,40	4,00

Таблица 2.101. Технические свойства ДВП (ГОСТ 4598-86)

Наименование	Средняя плотность, кг/м³	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/м·К	Толщина, мм	Ширина, мм	Длина, мм
Стандартная изоплита	230—250	0,04	12,25	1200	2700
Ветрозащитная изоплита	240—270	0,04	12,25	1200	2700
Изоплита для пола	240—260	0,04	7,4	590; 600	850; 1200

Таблица 2.102. Технические характеристики теплоизоляционных материалов из пробки

Наименование	Фирма	Марка	Средняя плотность, кг/м²	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/м·К	Предел прочности, МПа		Размеры, мм		
					на сжатие	на изгиб	длина	ширина	высота
Изоляционная пробковая плита	IPOCORK Пробковый дом	"Агломерат"	110	0,038	0,2	0,14	1000	500	25—50
Теплоизоляционный рулон	IPOCORK Пробковый дом	IPOCORK	150	0,040	—	—	10000	1000	2—10
Теплоизоляционная пробковая плита	Паладин	CORK BOARD декоративный	95—130	0,035—0,049	—	—	1000	500	50
							1000	500	20
							100	500	10
							91,5	61	10

Таблица 2.103. Технические свойства ультралегковесов

Наименование	Средняя плотность, кг/м³	Теплопроводность, Вт/м·К	Предел прочности при сжатии, МПа	Огнеупорность, °С	Температура применения, °С
Шамотный ультралегковес ШЛБ-0,4	≤400	0,149	0,8—1,2	1670—1710	—
Диатомовый ультралегковес	≤500	0,116	0,6	—	900
Пенодиатомовый ультралегковес	350—450	0,067—0,11	0,6—0,9	—	800

Таблица 2.104. Содержание открытых и закрытых пор в структуре пенопластов

Наименование	Средняя плотность, кг/м³	Содержание в структуре, %		
		закрытых пор	открытых пор	твердой фазы
Пенополистирол	20	95,8	2,8	1,4
Пенополивинилхлорид	70	92,2	1,8	6
Пенополиуретан	50	94,4	1	4,6
Фенольный заливочный пенопласт	40	1,3	96,3	2,4

Таблица 2.105. Технические характеристики органических теплоизоляционных материалов с волокнистым каркасом

Наименование	Фирма	Марка	Средняя плотность, кг/м³	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/м·К	Предел прочности, МПа	Температурный диапазон, °С	Длина, см	Ширина, см	Высота, см
Древесно-волокнистые плиты	Невская Дубровка, Светогорский ЦБК и др.	Стандартная изоляционная плита	230—250	0,04	0,4—2	<15	2700	1200	12,25
		Ветрозащитная изоляционная плита	240—270	0,045	0,4—2	<15	2700	1200	12,25
		Изоляционная плита для пола	240—260	0,044	0,4—2	<15	2700 850 1200	1200 590 600	7,4
Древесно-стружечные плиты	Лодейно-польский ДОК ДОЗ-2 (СПб)	—	250—400	0,045—0,09	<12	<12	2500—3600	1200—1800	13—25
Теплоизоляционный арболит	Метробетон, Доможировский леспромхоз	Арболитовая плита	<350	0,12	<0,5	<12	1000	500	60, 80, 100
Теплоизоляционный фибролит	—	Ф-300 Ф-350	300 350	0,10 0,11	0,4 0,5	<20	2400—3000	600—1200	30—150

Таблица 2.105 *(окончание)*

Наименование	Фирма	Марка	Средняя плотность, кг/м³	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/м·К	Предел прочности, МПа	Температурный диапазон, °С	Длина, см	Ширина, см	Высота, см
Теплоизоляционный конструктивный фибролит	—	Ф-400 Ф-500	—	0,12 0,15	0,7 1,2	<15	2400—3000	600—1200	30—150
Торфяные плиты	БОЭЗ	—	170—260	0,052—0,075	0,3—0,5	<15	1000	500	30
Торфяные блоки	—	Геокар	150—430	0,06—0,08	При сжатии 1,7	—	500	250	88
Эковата рыхлая	Экоэкс Энстрой	Макрон	Насыпная 35—65	0,041—0,05	—	—	—	—	—
Ленточный утеплитель Райв	Райв-импорт	Райв-лайн	—	—	—	—	20000	20, 40, 50, 62, 75	8—10
Блочный утеплитель Райв	То же	—	25	0,03	—	—	0,56	0,87	50, 75, 100, 125, 150

Таблица 2.106. Технические характеристики теплоизоляционных материалов на основе пенополистирола

Наименование	Фирма	Марка	Средняя плотность, кг/м³	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/м·К	Предел прочности, МПа	Длина, см	Ширина, см	Высота, см
Пенополистирольные плиты	Несте (СПб)	БПС-15 БПС-20	< 15—20	0,036 0,038	0,06 0,08	1200 2000	1000 1200	10, 60, 80, 100
То же	Мосстройпластмасс	—	15—40	0,036	0,05	3000	1250	40, 80
”	ИЗОТЕК	ПСБ-С-25 ПСБ-С-35	15—25 25—35	0,041 0,038	0,08 0,14	200	1000	25 и выше
”	Тиги Knauf	ПСБ ПСБ-С-15, 25, 35, 50	15—50	—	—	900—5000	500—1200	20—50
”	Химический завод (СПб)	ЭППС	50—60	0,040		1000—3000	400—700	10—60
”	Эксиол	Экструзионный пенополистирол	50	0,041	0,035	1400—2800	350—450	20, 30, 40,50
Пенополистирольные плиты	Полимерстройматериалы	ПСБ ПСБ-С	25 35	0,040 0,038	—	1000	1000	10
То же	Ленполимерстройматериалы	То же	15,25 35	0,041 0,038	—	2000 2000	1000 500	20—80

Таблица 2.106 *(продолжение)*

Наименование	Фирма	Марка	Средняя плотность, кг/м³	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/м·К	Предел прочности, МПа	Длина, см	Ширина, см	Высота, см
То же голубого цвета	DOW Chemical Kemop1ast Невбауим-пекс	Экструзионный пенополистирол Ptrimate:						
		INS	32	0,028	0,3	1250	600	40—80
		DI	32	0,027	0,3	1250	600	50—80
		DS	25	0,027	0,2	1250	600	50—80
	Интерпозиция инжениринг	Wallmate:						
		CWS	25	0,028	0,15	2500	600	40, 50, 60
		GR	30	0,028	0,3	2500	600	33—93
		Rootmate:						
		SL	32	0,027	0,3	1250	600	30—120
		LG	32	0,027	0,3	1200	600	60—120
Пенополистироль-ные плиты	Полимер-стройматериалы	ПСБ	25	0,040	—	1000	1000	10
		ПСБ-С	35	0,038				
То же	Ленполимер-стройматериалы	То же	15,25	0,041	—	2000 2000	1000	20—80
			35	0,038			500	

Таблица 2.106 *(продолжение)*

Наименование	Фирма	Марка	Средняя плотность, кг/м³	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/м·К	Предел прочности, МПа	Длина, см	Ширина, см	Высота, см
То же голубого цвета	DOW Chemical Кетор1ast Невбауим-пекс	Экструзионный пенополистирол Ptrimate:						
		INS	32	0,027	0,3	1250 1250 1250	600	40—80
		DI	32	0,027	0,3		600	50—80
		DS	25		0,2		600	50—80
	Интерпозиция инжениринг	Wallmate:						
		CWS	25	0,028	0,15	2500 2500	600	40,
		GR	30	0,028	0,3		600	50, 60
								33—93
		Rootmate:						
		SL	32	0,027	0,3	1250 1200	600	30—120
		LG	32	0,027	0,3		600	60—120
Пенополистироль-ные плиты голубого цвета		Floormate						
		200	25	0,028	0,2	1200 1250 1250	600	20—80
		500	38	0,027	0,5		600	30—100
		700	45	0,027	0,7		600	40—100
		Rootmate:						
		SP	36	0,027	0,3	1250	600	30—110
		STD	36	0,024	0,3	2500	600	70—901
		IS	32	0,027	0,3	1200	600	60—110
		E	32	0,027	0,03	1250	600	20, 30, 40, 50

Таблица 2.106 *(окончание)*

Наименование	Фирма	Марка	Средняя плотность, кг/м³	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/м·К	Предел прочности, МПа	Длина, см	Ширина, см	Высота, см
То же зеленого цвета	BASF Ленполимер-стройматериалы ЛМК	СТИРОДУР:				—	—	—
		2000	25	0,033	0,25			
		2500	25	0,028	0,15—0,20			
		2500N	25	0,028	0,15			
		2800S	28	0,030	0,30			
		3035	33	0,027	0,20—0,30			
		3035S	33	0,028	0,30			
		3035N	33	0,027	0,25			
		4000S	35	0,027	0,50			
		5000S	45	0,027	0,70			
Крошка пенополистирольная	Несте (СПб)	—	10,4—12	0,030	—	—	—	—
Дробленка пенополистирольная	Ленполимер-стройматериалы	—	10—12	0,030	—	—	—	—

2.9. Звукоизоляционные материалы

Звукоизоляционные материалы, предназначенные для защиты от ударного шума, представляют собой пористые прокладочные материалы с малым модулем упругости. Их звукоизоляционная способность от ударного шума обусловлена низкой скоростью распространения звука в них. Так, скорость распространения звуковых волн в стали составляет 5050 м/с, в железобетоне — 4100, в древесине — 1500 , в пробке — 50, а в поризованной резине — 30 м/с.

Таблица 2.107. Звукоизоляционные материалы

Наименование	Производитель	Ширина, мм	Длина, мм	Толщина, мм	Средняя плотность, кг/м³
Полиэстерные маты	Mapy	100	25000	6; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 45	35
Синтепон		100	25000		22
Рулоны прессованной пробки	Ipokork	100	10000	2	150
Маты пенополиуретановые	Термо	100	15000	2—4	35
Маты из пенополистирола на бумажно-альфольной подложке	—	100	20000	2	20
Рулонный материал из пенополиэтилена	Виатерм	100	10000	8	35
Прокладки из поризованной синтетической резины	Upofloor	100	20000	7,5	33
Пенополиуретановые прокладки	Handyfloor	100	20000	6—20	—

Таблица 2.108. Технические свойства минеральных акустических и декоративных панелей фирмы "Рагос" (Финляндия)

Наименование	Толщина, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Область применения
Панель Parmitex	30—50	600	1200	Отделка потолков и стен
То же	30	600	1200	То же
”	40	600	1200	Отделка потолков в помещениях с повышенными гигиеническими требованиями
Панель Aky.taku	30—50	600	1200	Отделка потолков и стен в промышленных и спортивных помещениях

Примечание. Коэффициент звукопоглощения при 1000 Гц — $\geq 0{,}92$.

Таблица 2.109. Уровни громкости звука

Характер звука	Уровень громкости звука в фонах
Порог слышимости	0
Шелест листьев при слабом ветре	15
Тишина в аудитории	20
Шепот на расстоянии 1 м	30
Разговор вполголоса	50
Шум в машинописном бюро	70
Шум трамвая на узкой улице	90
Звук автомобильного сигнала на расстоянии 5—7 м	100
Начало болевых ощущений в ушах	130
Шум реактивного двигателя на расстоянии 2—3 м	150

Таблица 2.110. Коэффициент звукопоглощения некоторых материалов

Наименование	Коэффициент звукопоглощения при 1000 Гц
Открытое окно	0
Акустические материалы	
Минеральные плиты "Акмигран"	0,7—0,9
Фибролит	0,45—0,50
Древесно-волокнистые плиты	0,40—0,80
Перфорированные листы	0,4—0,9
Теплоизоляционные материалы, используемые для звукопоглощения	
Минеральные плиты	0,25—0,4
Пеностекло с сообщающимися порами	0,3—0,5
Пеноасбест	0,6—0,8
Деревянная стена	0,06—0,1
Кирпичная стена	0,032
Бетонная стена	0,015

Таблица 2.111. Значения модулей упругости некоторых материалов

Наименование	Средняя плотность, кг/м³	Модуль упругости, МПа	
		статистический	динамический
Стекловолокнистые и минераловатные плиты и маты на синтетической связке	30—150	0,02—0,05	0,25—0,045
Мягкие древесно-волокнистые плиты	200	0,3	1,4
Вспученный вермикулит в полиэтиленовых матах	150	0,15	1,8
Листы:			
пенополиуретана	50	0,05	0,25
пенополиэтилена	30	0,03	0,20

Таблица 2.112. Значения модулей упругости некоторых звукоизоляционных прокладок

Наименование	Средняя плотность, кг/м³	Коэффициент звукопоглощения	Средняя прочность на изгиб, МПа
"Акмигран"	350—450	0,6—0,8	1—1,2
"Акминит"	350—450	0,6—0,8	1—1,2
МВП	350—450	0,5—0,65	1,2—1,8

Таблица 2.113. Коэффициенты поглощения звука различных материалов

Материал	Частота звуковых колебаний, Гц						
	63	125	250	500	1000	2000	4000
Цемент	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Стальной лист	0,4	0,4	0,4	0,05	0,05	0,05	0,07
Стекловолокно толщиной 25 мм (плотность 15 кг/кв. м)	0,02	0,03	0,22	0,69	0,91	0,96	0,99
Пенопласт толщиной 70 мм (20 мм основа + 50 мм выступы, плотность 30 кг/кв. м)	—	0,18	0,30	0,45	0,48	0,50	0,58

Таблица 2.114. Плотность некоторых изолирующих материалов и их акустические свойства

Удельный вес, кг/кв. м	Материал	Степень звукоизоляции, дБ
7,5	Стекло, толщина 3 мм	25
15	Стекло, толщина 6 мм	30
30	Стекло, толщина 12 мм	34
55	Полые кирпичи, толщина 50 мм	22
140	Полые кирпичи (4 отв.) с воздушной прослойкой, толщина 150 мм	34
250	Цельные кирпичи, толщина 150 мм	40
160	Цельные кирпичи с воздушной прослойкой, толщина 150 мм	45

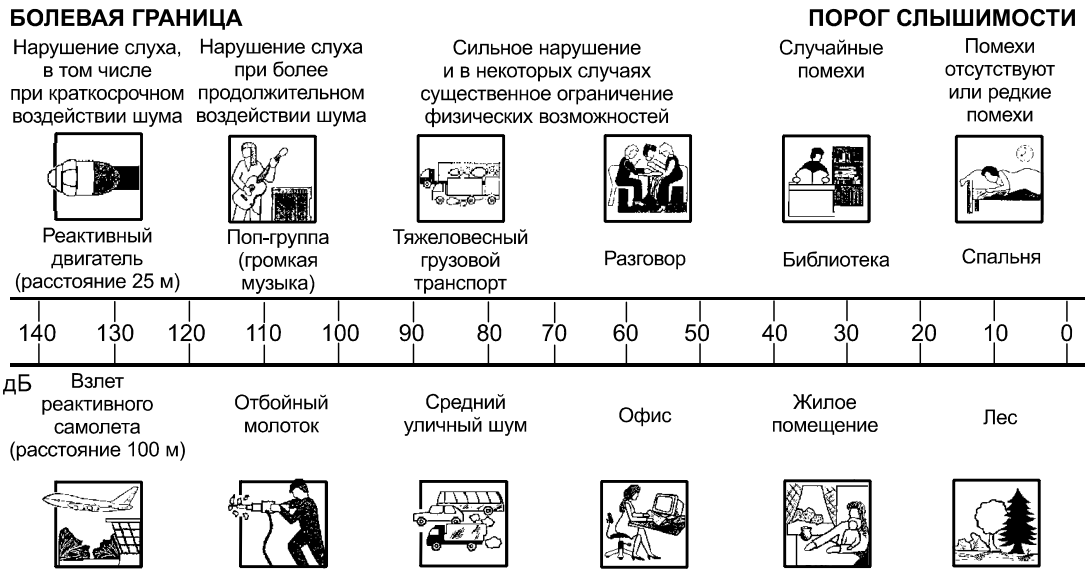


Рис. 2.1. Воздействие уровня шума

2.10. Огнезащитные материалы

Таблица 2.115. Виды антипиренов для пропитки древесины под давлением

Состав антипирена	Соотношение компонентов по виду, %	Расход сухих компонентов на 1 м³, кг
Фосфорнокислый аммоний	6	21,4
Сернокислый аммоний	14	50
Фтористый натрий	1	3,6
Вода	79	—
Фосфорнокислый натрий	2,5	9
Сернокислый аммоний	17,5	62,4
Фтористый натрий	1	3,6
Вода	79	—
Фосфорнокислый аммоний	10	35,7
Сернокислый аммоний	10	35,7
Фтористый натрий	1	3,6
Вода	79	—

Таблица 2.116. Пределы огнестойкости строительных конструкций

Степень огнестойкости здания	Наружные элементы здания	Наружные стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и надподвальные)	Покрытия бесчердачные	Лестничные клетки	
					Внутренние стены	Марши и площадки
I	R-120	REI-30	RE-60	RE-30	REI-120	R-60
II	R-45	REI-15	RE-45	RE-15	REI-90	R-45
III	R-15	REI-15	RE-15	RE-15	REI-45	R-30
IV	Не нормируется					

Таблица 2.117. Огнестойкость строительных конструкций

Класс конструктивной пожарной безопасности здания	Классы пожарной безопасности строительных конструкций				
	Несущие стержневые элементы	Стены наружные с внешней стороны	Стены, перегородки, перекрытия и бесчердачные покрытия	Стены лестничных клеток и противопожарные преграды	Марши и площадки лестниц
C0	K0	K0	K0	K0	K0
C1	K1	K2	K1	K0	K0
C2	K3	K3	K2	K1	K1
C3	Не нормируется			K1	K3

Таблица 2.118. Технические характеристики огнезащитных красок на жидком стекле

Наименование	Состав	Расход на 1 м², кг	Предел огнестойкости, мин
Силикатно-вермикулитовая	Жидкое калиевое стекло; белила титановые; вермикулит молотый	1	45
Силикатно-асбестовая	Жидкое стекло; асбест распушенный, коротковолокнистый; тальк; белила	1	30
Силикатно-глиняная	Жидкое стекло; кирпич молотый; глина	1,5	30
Силикатно-перлитовая	Жидкое стекло; вспученный перлит; волокна каолиновой ваты	1,2	30

Примечание. Толщина покрытия для красок всех видов — 1 мм.

Таблица 2.119. Технические характеристики огнезащитных пропиток древесины, ковролина и тканей

Наименование	Фирма-производитель	Марка	Расход, кг/м²
Огнезащитный лак для древесины	"Утро"	Щит-1	0,5
Антипирен для пропитки ковролина, тканей	То же	"Роса"	0,2—0,8
То же для пропитки древесины	”	"Старый вяз"	1
То же для огнезащиты древесины	”	"Родник"	1,2
Огнезащитный состав для чердачных деревянных конструкций	”	МС	1
Огнезащитный вспучивающийся состав	”	ОПВ-1	1
Пропитка огнестойкая по дереву	Жилсоцстрой	—	1
Пропитки огнестойкие по коврам	То же	—	0,5

Примечание. Все вышеупомянутые огнестойкие пропитки переводят деревянные конструкции, ковролины и ткани в разряд трудногорючих.

Таблица 2.120. Технические характеристики огнезащитных негорючих покрытий

Наименование	Фирма-производитель	Марка	Средняя плотность, кг/м³	Расход, кг/м²	Толщина слоя, мм	Гарантийный срок службы, лет
Огнезащитное покрытие	"Побратимы" (Москва)	ОФП-МВ	250—300	8	10—15	5
То же	То же	ОПВ-180	700—800	16,5	10—30(20)	10
”	”	ВПМ	1400—1450	6	4—6	10
Огнезащитная вермикулитовая паста (ТУ 21-25-382-90)	"Этна" (Москва)	ОПВ-1	700—800	6,5	4—8	15
Огнезащитное покрытие по металлическим конструкциям	Соцжилстрой (С.-Петербург)	—	—	—	5—10	10

Примечания.

Предел огнестойкости вышеупомянутых покрытий 0,5—2,5 ч.

Условия эксплуатации: относительная влажность воздуха ≤75%, $T_в$ = +10 °С.

Таблица 2.121. Технические характеристики минераловатных и огнезащитных изделий

Наименование	Фирма-производитель	Марка	Средняя плотность, кг/м³	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/м·К	Предельная температура применения, °С	Длина, см	Ширина, см	Высота (толщина), см
Минераловатная огнезащитная плита	Роквул	Конлит-150	150	0,035	1000	90	60	2,5—5
Огнезащитная минераловатная жесткая плита с односторонним покрытием фольгой	То же	Файерваттс	110	0,033	1000	100	60	2,5—10,0
Изоляция различных труб (цилиндры)	”	ЛайнСекшен	140	0,035	750	100	—	—
Минераловатные кровельные маты	”	Вайердмат-80	80	0,032	1000	400—200	100	5,0—10,0
		Вайердмат-105	105	0,033		700—200	100	3,0—10
Огнезащитная минераловатная кровельная плита	Партек	PV-PAL	150	0,036	1100	900	600	20—100
Изоляционный желоб	То же	PV-E	100	0,033	900	100	—	20—200
Рулоны с металлической сеткой	”	PV-100VM	80	0,032	1000	400—200	100	5—10

3. Материалы для строительства и ремонта стен и перегородок

3.1. Материалы для стен

Таблица 3.1. Технические характеристики стеновых изделий, выпускаемых отечественными заводами

Наименование	Марка	Средняя плотность, кг/м^3	Предел прочности при сжатии (класс прочности), МПа	Морозостойкость *F*
Камни: бетонные стеновые	ГОСТ 6133-84: эффективные условно-эффективные тяжелые	 < 1400 1401—1650 > 1650	 2,5; 3,5; 5; 7,5; 10,0; 12,5; 15; 20	 15 25 35 50 75
Кирпич и камни силикатные	ТУ 379-95	—	7; 5; 10; 12,5; 15; 17,5; 20; 25; 30	15 25 35 50
Бетоны ячеистые	ГОСТ 25 485-89: конструктивно-теплоизоляционные	 500; 600; 700; 800; 900	 0,1 2 0,1 4 0,1 8 0,2 1 0,2 4	 В 1—2,5 В 1,5—3,5 2—5 2,5—7,5 2,5—10
	конструкционные	1000; 1100; 1200	0,2 9 0,3 4 0,3 8	7,5—12,5 10—15 12,5—15

Таблица 3.2. Сравнительная характеристика материалов для стен

Наименование материала	Плотность кг/м³	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/(м·К)	Максимальная толщина (см) при t наружного воздуха		
			–10	–20	–30
Бетон	2200—2500	2,5—3	35—40	50—60	65—75
Кирпич:					
силикатный	1700—1900	0,7—1	36—42	42—60	60—64
глиняный полнотелый	1600—1800	0,6—0,9	40—42	52—62	64—72
глиняный пустотелый	1100—1400	0,25—0,5	28—32	32—48	48—60
Легкие бетоны:					
пенобетон	400—450	0,1—0,11	7—9	10—12	14—16
шлакобетон	1200—1600	0,6—0,9	30—35	35—40	45—50
Дерево сосна, ель:					
цилиндрованное бревно	400—600	0,2—0,25	12—14	15—17	17—20
клеенный брус	400—600	0,15—0,2	10—12	12—14	15—17
Утеплители:					
керамзит	400—600	0,2—0,3	10—12	14—16	18—22
минеральная вата	100—250	0,04—0,08	5—7	8—10	12—14
базальтовая вата	100—250	0,04—0,08	5—7	8—10	12—14
пенопласт	20–60	0,01—0,03	2—3	3—5	5—8

Таблица 3.3. Технические характеристики гипсокартонных листов фирмы "Гипрок"

Марка	Масса, кг	Предел прочности (МПа) при изгибе		Размеры, мм
		в продольном направлении	в поперечном направлении	
Стандартный GN 13	>9	>6	>2,5	(2400…3000) × (900, 1200) × (6, 9, 13)
Повышенной прочности GEK 13	>11,5	>11	>4,5	
Ветрозащитный GTS 9	>7,0	>7,8	>3,4	
Для реконструкции 6 мм	>5,0	—	—	

Примечание. Теплопроводность — 0,15 Вт/м·К.

Таблица 3.4. Технические характеристики газобетонных стеновых блоков КЖБИ 211 (п. Сертолово, Лен. обл.) при влажности <18%

Марка	Средняя плотность, кг/м³	Предел прочности при сжатии, МПа	Морозостойкость, F	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/м·К	Размеры, *a*×*b*×*c*, мм
Д-400	400	2	15—35	0,10	(600, 1000) × (250…700) × (50…375)
Д-500	500	3,5		0,12	
Д-600	600	5,0		0,14	
Д-700	700	7,0		0,18	

Таблица 3.5. Технические характеристики стеновых блоков (ГОСТ 61 33-84)

Наименование изделия, марка	Габариты, мм (длина × ширина × высота)	Масса, кг	Класс бетона по прочности на сжатие	Морозостойкость (циклы)	Количество штук	
					в пакете	в 1 м²
Стеновой блок бетонный, пустотный (рядовой) СКЦ-1Р-01	390×190×188	17,00	В-15(М-200)	Р-50	60	72
Стеновой блок облицовочный бетонный, пустотный (ромб) СКЦ-1Л-04	390×190×188	17,80	В-15(М-200)	Р-50	48	72
То же, перегородочный бетонный, пустотный СКЦ-2Р-02	390×90×188	11,40	В-7,5(М-100) В-12,5(М-150)	Р-50	132	151
То же, облицовочный бетонный, пустотный "сплиттер" СКЦ-2Л-03	390×120×188	15,00	В-12,5(М-150) В-15(М-200)	Р-50	80	113
То же, облицовочный бетонный, пустотный канилюрный СКЦ-2Л-10	390×120×188	14,00	В-7,5(М-100) В-12,5(М-150)	Р-150	96	113

Таблица 3.6. Технические характеристики керамического кирпича и керамических камней производства зарубежных фирм "OPTIROC", "ТИИЛЕРИ" и "SALVESEN BRICK"

Фирма	Наименование	Марка	Масса 1 кирпича, кг	Средняя плотность, кг/м³	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/м·К	Размеры, *a*×*b*×*c*, мм
"Тиилери"	Керамический кирпич пустотелый дырчатый F15—F50	PRT	2,8	1200—1500	15—25	0,6	257×123×57
		ORT	1,9				257×85×57
		NRT	3,7				270×130×75
"OPTIROC"	Сплошной кирпич F15—F50	MRT	2,2	1800	30—50	0,7	285×85×60
			2,9				285×85×85
		RT	8,7				285×135×185
			6,6				285×85×185
		PT	3,6				257×123×57
"Salvesen Brick"	Керамический кирпич крупнодырчатый	Облицовочный красный, коричневый	—	1570	>38	0,71	215×102,5×65
	То же, фасонный	Бежевый бело-розовый пестрый	—	1710 1570	>45 >45	0,85 0,71	215×102,5×65 215×102,5×65

Таблица 3.7. Технические характеристики современных стеновых панелей — "сэндвичей"

Наименование, фирма-изготовитель, марка	Масса 1 м² панели, кг	Тип утеплителя	Коэффициент теплопередачи, Вт/м·К	Длина max, м	Ширина, мм	Толщина, мм
Стеновая панель	9,1	Пенополистирол,	0,56	12000	1200	53
THERMO-ISOL	9,6	ρ = 20 кг/м³,	0,41			80
ISORA	10,0	λ = 0,033 Вт/м·К	0,32			100
	10,6		0,26			130
	11,0		0,22			150
	11,5		0,19			175
	12,0		0,17			200
	12,5		0,15			225
	13,0		0,14			250
То же	11	Пенополиуретан	0,25	12500	1150	70
MORUS	12	ρ = 37 кг/м³,	0,19			100
HE-3 HUURRE	13	λ = 0,025 Вт/м·К	0,16			125
	14		0,13			150
Стеновая панель	11	Пенополиуретан	0,49	12000	900	50
UREPOL	11,9	ρ = 37 кг/м³,	0,32			70
МАКРО-ПАНЕЛЬ	12,4	λ = 0,025 Вт/м·К	0,28			80
	13,3		0,23			100
	14,3		0,18			125
	15,4		0,16			150
Огнестойкая панель	14	Минераловатная твердая плита	0,72	12000	—	53
	16		0,47			80
PARTEK	17	ρ = 37 кг/м³,	0,38			100
PAROC	21	λ = 0,04 Вт/м·К	0,26			151
	24		0,20			202
Стеновая панель	13	Пенополиуретан	0,28	15000	900	80
BORGA	14	ρ = 37 кг/м³,	0,23			100
ISO-PANEL		λ = 0,025 Вт/м·К				

Примечание. Наружная оболочка для панелей всех типов — оцинкованный стальной настил толщиной 0,5 мм с пластмассовым покрытием.

Таблица 3.8. Технические характеристики мелкощитовой опалубки

Наименование, фирма-изготовитель	Марка	Максимальная масса щита, кг	Масса 1 м² собранной опалубки, кг	Несущая способность, кПа (тс/м³)	Материал палубы	Расчетная оборачиваемость палубы, раз	Размеры (модуль)	
							по вертикали	по горизонтали
Универсальная, мелкощитовая разборно-переставная "Стройтех-прогресс"	Ф-120	55	34	50(5)	Финская фанера	80	100 200 300	Безразмерная
	Модострой-комби	65	45—70	60(6)	То же	80—100	50 100 200 300	То же
	Модострой	58	75	50(5)	Стальная	200	50 100 200 100	То же
Облегченная, арморезиновая	ОАО	25(50)	—	30(3)	Резина армированная	—	—	600×600 1200×600

3.2. Конструкции и материалы перегородок

Таблица 3.9. Технические характеристики перегородочных плит и блоков

Наименование	Фирма	Марка	Средняя плотность, кг/м³	Прочность при сжатии, МПа	Размеры в плане, см		Толщина, см
Пазогребневые плиты из гипса	Волхов-гипс	ТУ 01-92-024-91, гидрофобные	1000	5	90 65	30 60	8 8
То же	"Победа-Knauf"*		1000 1000	5 5	90 65	30 60	8
Пазогребневые перегородочные плиты из газобетона	Сипорекс	V-500	500	—	60	60	6,8 8,8 10
Блоки из газобетона	ЖБИ-211 (Сертолово)	—	500	3,5	—	—	20
Бетонные стеновые камни	Отечественные заводы	ГОСТ 6133-84	1200—1500	5 7,5	39 40	188 20	9—12

* Прочность при изгибе — 2,4 МПа, водопоглощение — 35%, звукопоглощение — 41 дБ.

Таблица 3.10. Технические характеристики негорючих панелей перегородок из легкого бетона

Наименование панели	Фирма, марка	Средняя плотность, кг/м³	Предел прочности при сжатии, МПа	Звукоизоляция, дБ	Размеры, см
Газобетонная перегородочная	Сипорекс (Швеция) VM-550	550	35	31—34 35—37	(248—300) × 600 × 6(8) (248—300) × 600 × 10

Таблица 3.10 *(окончание)*

Наименование панели	Фирма, марка	Средняя плотность, кг/м³	Предел прочности при сжатии, МПа	Звукоизоляция, дБ	Размеры, см
То же керамзитная	Rakennusbetoni (Финляндия) ACO	1000	50	37—40	(250—330) × 600 × 6(8) (250—330) × 600 × 9,2
То же газобетонная	ЖБИ-211 (Сертолово, Лен. обл.)	700	50	37—40	(250—320) × 600 × 10
То же из аэрированного легкого бетона	Новые технологии (СПб.)	800 1000	50 75	37 40	(250—300) × 500 × 10

Таблица 3.11. Технические характеристики листов из ячеистого стекла

Наименование, фирма	Марка	Масса 1 м², кг	Звукоизоляция, дБ	Коэффициент теплопередачи	Толщина, мм
Листы из поликарбонатного стекла, "Degussa Dow Chemical Company"	Decarglas	2,8	23	2,5	16
	EWP-16	2,0	20	3,1	10
	SDP-10	1,5	20	3,7	8
	SDP-8				
	SDP-6	1,3	20	3,6	6
	50P-4,5	10	20	3,9	4,5
То же из ячеистого акрилового, "Rohm Керапласт"	Плексиглас	2,6	23	2,5	16
То же из ячеистого поликарбонатного, "General Electric Plastic"	Thermoglass	1	19	2,4—2,9	10
		1,3	18		8
		1,5			6
		1,7			4,5

Таблица 3.12. Технические характеристики сборных элементов "Термо" (Финляндия)

Наименование	Марка	Толщина тепло-изоляции, мм	Коэффициент тепло-передачи, Вт/м·К	Размеры, мм
Теплоизоляционный сборный элемент для перегородок	А	50 75	0,64 0,45	(2400—2745) × 600 × 68 (2400—2745) × 800 × 68 (2400—2745) × 1200 × 92
Сборный элемент для наружных стен с изоляцией	Б	150	0,22	(2500—3000) × 1200 × 176
Элемент дополнительной изоляции (для ремонта внутренних и наружных стен)	В	100	0,34	(2400—3000) × 600 × 126 (2400—3000) × 1200 × 126

Примечание. Звукоизоляция 43—50 дБ.

Таблица 3.13. Технические характеристики стеклоблоков, стеклопрофилита

Наименование	Светопропускающая способность%	Средняя плотность, кг/м³	Коэфф. теплопроводности λ, Вт/м·К	Предел прочности при сжатии, МПа	Размеры, мм		
					Лицевая сторона		Толщина
Стеклоблоки	60—80	800	0,4	4—5	145—145 220—220 295—295 245—296 245—120		80—100
Стеклопрофилит швеллерного и коробчатого сечений	40—70	—	—	—	Длина До 6000	Ширина 250—300 110—250	5—6

Таблица 3.14. Технические характеристики стен (перегородок) системы "KNAUF"

Конструкция	Стены											
	С 111			С 112			С 115			С116		
	Состоит из профильного металлического каркаса			Состоит из профильного металлического каркаса, обшитого с обеих сторон гипсокартонными листами			Состоит из двойного профильного металлического каркаса, обшитого с обеих сторон гипсокартонными листами в два слоя			Состоит из двойного профильного металлического каркаса с пространством для коммуникаций, обшитого с обеих сторон гипсокартоном		
Толщина стены, мм	75	100	125	100	125	150	155	205	255	Не менее 220		
Габаритный размер каркаса, мм	—	—	—	—	—	—	105	155	205	Не менее 170		
Габаритный размер ПС-профиля, мм	50	75	100	50	75	100	50	75	100	50	75	100
Толщина гипсовой панели, мм	12,5			25(12,5×2)			25(12,5×2)			25(12,5×2)		
Максимальная высота стены, м	3,0	4,5	5,0	4,0	5,5	6,5	4,5	6,0	6,5	4,5	6,0	6,5
Масса 1 м^2 стены, кг/м^2	25			49			50			50		
Огнезащита												
Толщина изоляционного материала, мм	40			40			40			40		
Предел огнестойкости, ч	0,75			1,6			1,9			1,9		
Звукотеплозащита												
Индекс звукоизоляции, дБ	43	44	45	47	49	50	53	54	55	Около 49		
Коэффициент теплопроводности, Вт/м^2·К	0,66			0,61			0,6			0,6		

Таблица 3.15. Технические характеристики обшивочных листов

Наименование, фирма-производитель	Марка	Масса, кг/пог.м (средняя плотность, кг/м^3)	Предел прочности при изгибе в продольном направлении, МПа	Предел прочности при изгибе в поперечном направлении, МПа	Теплопроводность, Вт/м·К	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм
Гипсокартонные листы, GYPROC	Стандартный GN 136	>9	>6	>2,5	0,15	2400, 2520 2700, 3100, 3300, 3600	1200	13
	Повышенной прочности GEK 13	>11,5	>11	>4,5	0,15	2600 2700 3000	1200	13
	Ветрозащитный GTS 9	>7,0	>7,8	>3,4	0,15	2700 3000	—	9
	Для реконструкции	>5,0	—	—	—	2700 3000	900	6
	Акустические листы гиптон (перфорированные)	>7,5—8,5	—	—	—	600, 1200 1800, 2100 3400	600 900 1200	13

Таблица 3.15 *(окончание)*

Наименование, фирма-производитель	Марка	Масса, кг/пог.м (средняя плотность, кг/м³)	Предел прочности при изгибе в продольном направлении, МПа	Предел прочности при изгибе в поперечном направлении, МПа	Теплопроводность, Вт/м·К	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм
Гипсоволокнистые листы, Авангард "Knauf"	Knauf	1200—1250	4—6,5 3	—	0,36	2500	1200	10—12 14—16 19
Силикатные панели автоклавные "Cape-Boards"	Мастер (водостойкая)	8 10(875) 12	10	6	0,36	2500 3000	1200	8—10 12
	Мастер НТ (водостойкая)	8	10	7	0,22	2500	1200	8
	Мастер РО (водостойкая)	10	10	8	0,22	2500 3000	1200	8 10
Огнестойкие панели "Петромикс" "Leminkainen"	Супалюкс (несгораемая)	875	10	11	0,22	2500 3000	1200	9—12 15
	Вермикулюкс (противопожарная)	11 13 16,5	—	—	—	1200	1200	20 25 30
Волокнистая плита	ТУ 55 39-11-00253497-97	1000	50,70	—	0,113	3000	1200	4—9

Таблица 3.16. Характеристики стен из штучных материалов на основе гипсовых вяжущих и требуемая толщина стены для обеспечения термического сопротивления, равного 3,15 $м^2 \cdot °С/Вт$

Наименование материала кладки стен	Средняя плотность, $кг/м^3$	Морозостойкость, циклы	Прочность при сжатии, не менее, МПа	Расчетная теплопроводность кладки, $Вт/м \cdot °С$	Требуемая толщина однослойной стены, м
Камни полнотелые из гипсобетона	1200	менее 10	5	0,47	1,48
	1000		3,5	0,35	1,1
Камни пустотелые из гипсобетона	900	менее 10	3,5	0,28	0.88
	800		3	0,25	0,78
Камни из опилкобетона на основе КГВ	900	35	5	0,25	0,78
	700	35	3,5	0.22	0,7
	500	35	2	0.14	0,44
Камни полнотелые из мелкозернистого бетона на основе КГВ	1700	75	10	0,7	2,2
	1400	50	7,5	0,52	1,64
Камни пустотелые из мелкозернистого бетона на основе КГВ	1000	50	7,5	0,35	1,1
	900	50	5	0.33	1
Блоки из ячеистого бетона на основе КГВ	700	25	3,5	0,21	0,66
	600	25	2	0,18	0,57
	500	25	1,5	0,15	0,47

Примечание.
Эксплуатационная влажность материала в стенах 4—5%.
КГВ — композиционные гипсовые вяжущие.

Технология применения компонентных гипсовых изделий (КГИ) позволяет изготавливать стеновые изделия литьевым способом непосредственно на стройплощадке и выполнять из них кладку стен уже через 20—30 минут после формирования.

Для повышения тепло- и звукоизоляции ограждающих конструкций могут применяться изделия из ячеистого бетона на КГВ с плотностью 400—900 $кг/м^3$. А с применением оригинальной технологии можно получать ячеистый бетон плотностью 200—300 $кг/м^3$.

Таблица 3.17. Сравнительные характеристики стен из различных штучных материалов и требуемая толщина стены для обеспечения термического сопротивления, равного 3,15 м^2·°С/Вт

Наименование материала кладки стен	Средняя плотность, кг/м^3	Морозостойкость, циклы	Прочность при сжатии, МПа	Эксплуатационная влажность материала в стенах, %	Расчетная теплопроводность кладки, Вт/м·°С	Требуемая толщина однослойной стены, м
Керамический кирпич	1800	25	12,5	2	0,81	2,55
Силикатный кирпич	1800	25	15,0	4	0,87	2,74
Пустотелый керамический камень	1000	25	10,0	2	0,52	1,64
Силикатный пустотелый кирпич	1500	25	10,0	4	0,76	2,4
Керамзитобетонные стеновые камни	1000	25	5,0	10	0.42	1,3
Блоки из неавтоклавного пенобетона на растворе	500	25	2,0	12	0,2	0,63
Блоки из автоклавного ячеистого бетона на клею	400 500	25 25	2,0 2,5	5 5	0,13 0,16	0,4 0,5

Сэндвич-панели

Таблица 3.18. Характеристики сэндвич-панелей

Марки панелей	Приведенное сопротивление теплопередаче, м^2 °С/Вт							
	Толщина панелей, мм							
	50	80	100	120	150	170	200	250
Сэндвич-панель с минераловатной плитой с Sandwich Batts: Д = 110 кг/м^3, Л = 0,044 Вт/м^2·°С	1,23	1,97	2,18	2,62	3,25	3,68	4,54	5,8
Сэндвич-панель с пенополистиролом Д = 50 кг/м^3, А = 0,041 Вт/м^2·°С	1,27	2,03	2,25	2,69	3,34	3,79	4,67	5,97

Таблица 3.19. Размер и типы сэндвич-панелей

Марки панелей	Ширина, мм	Длина, мм	Толщина, мм	Типы замков соединения
ПТСМ, ПТСП	1190	От 1800 до 12000	50, 80, 100, 120, 150, 170, 200, 250	Z-Lock, Secret-Fix
ПТКМ, ПТКП	1140	От 1800 до 12500	100, 150, 170, 200, 250	Econodeck, Concealed fixing

Примечание.
ПТСМ — панель трехслойная стеновая с минераловатным утеплителем.
ПТКМ — панель трехслойная кровельная с минераловатным утеплителем.
ПТСП — панель трехслойная стеновая с пенополистерольным утеплителем.
ПТКП — панель трехслойная кровельная с пенополистерольным утеплителем.

3.3. Комплексные системы стен (перегородок)

Стены (перегородки), изготовленные по технологии "сухого строительства", представлены на рис. 3.1.

Стена с металлическим каркасом (С111).

Конструкция — одинарный металлический каркас, обшитый одним слоем гипсовых панелей с обеих сторон. Высота стены — до 5 м. Масса 1 м^2 стены — 25 кт.

Стена с металлическим каркасом (С112).

Конструкция — одинарный металлический каркас, обшитый двумя слоями гипсовых панелей с обеих сторон. Высота стены — до 6,5 м. Масса 1 м^2 стены — 49 кг.

Стена с металлическим каркасом (С115).

Конструкция — двойной металлический каркас, обшитый двумя слоями гипсовых панелей с обеих сторон. Высота стены — до 6,5 м. Масса 1 м^2 стены — 50 кг.

Стена с металлическим каркасом (С116).

Конструкция — двойной металлический каркас, с пространством для пропуска коммуникаций, обшитый двумя слоями гипсовых па-

нелей с обеих сторон. Высота стены — до 4,5 м. Масса 1 м^2 стены — 52 кг.

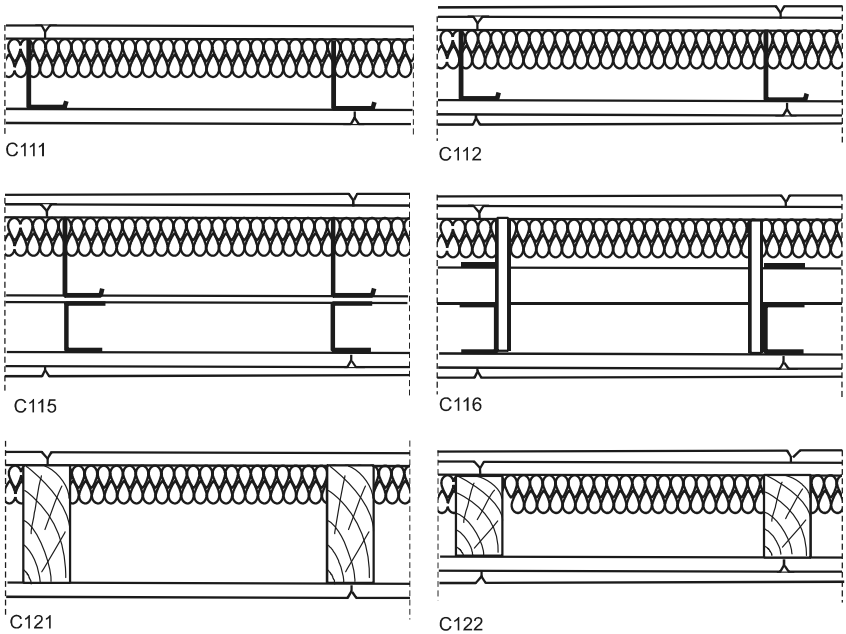


Рис. 3.1. Каркасные конструкции стен

Стена с деревянным каркасом (С121).

Конструкция — одинарный деревянный каркас, обшитый одним слоем гипсовых панелей с обеих сторон. Высота стены — до 4,1 м. Масса 1 м^2 стены — 30 кг.

Стена с деревянным каркасом (С122).

Конструкция — одинарный деревянный каркас, обшитый двумя слоями гипсовых панелей с обеих сторон. Высота стены — до 4,1 м. Масса 1 м^2 стены — 50 кг.

Стены (облицовочные) с **панелями отделочными гипсокартонными (ПОГ)** по технологии "сухого строительства" представлены на рис. 3.2.

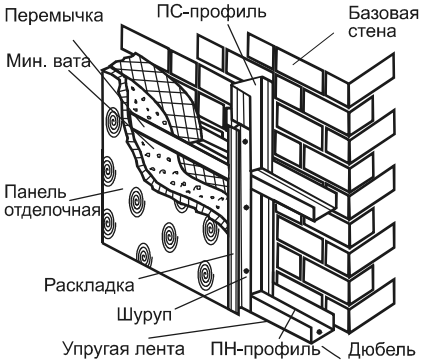


Рис. 3.2. Стена с ПОГ по технологии "сухого строительства"

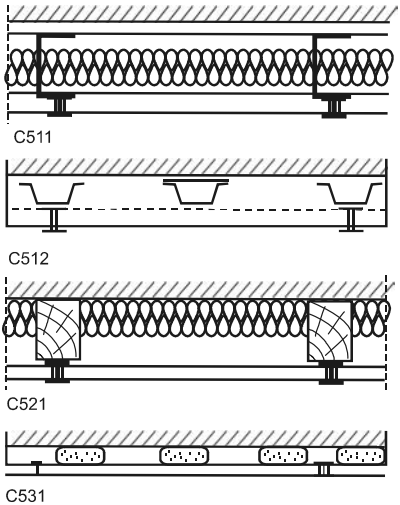


Рис. 3.3. Каркасные конструкции ПОГ

Стена с металлическим каркасом (С511).

Конструкция из панелей отделочных гипсокартонных, закрепленных на металлическом каркасе при помощи раскладки. Высота стены — до 3 м. Масса 1 м^2 стены — около 12 кг.

Стена с каркасом из профиля ПП-1 (С512).

Конструкция из панелей отделочных гипсокартонных, закрепленных на металлическом каркасе из профиля ПП-1 при помощи раскладки. Высота стены — до 3 м. Масса 1 м^2 стены — около 12 кг.

Стена с деревянным каркасом (С521).

Конструкция из панелей отделочных гипсокартонных, закрепленных на деревянном каркасе при помощи раскладки. Высота стены — до 3 м. Масса 1 м^2 стены — около 15 кг.

Стена без каркаса (С531).

Конструкция из панелей отделочных гипсокартонных, закрепленных на базовой стене при помощи клея. Высота стены — до 3 м. Масса 1 м^2 стены — около 9 кг.

Стены с облицовкой по технологии "сухого строительства" представлены на рис. 3.4.

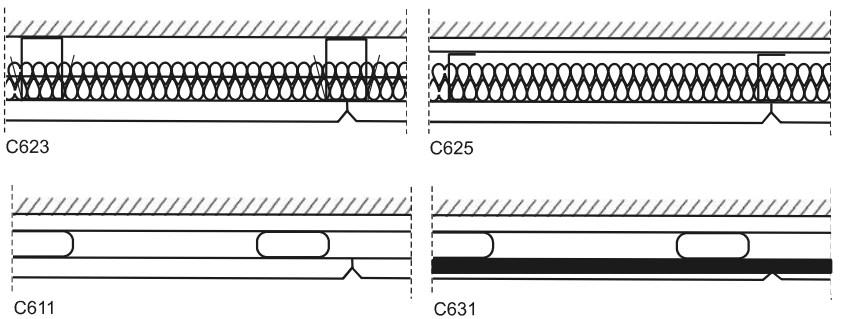


Рис. 3.4. Конструкции стен с облицовкой

Стена с металлическим каркасом (С623).

Конструкция — металлический каркас, усиленный креплением к основной стене и обшитый одним слоем гипсовых панелей. Высота стены* — до 10 м. Масса 1 м^2 стены — 15 кг.

Стена с металлическим каркасом (С625).

Конструкция — металлический каркас, обшитый одним слоем гипсовых панелей. Высота стены* — до 4 м. Масса 1 м^2 стены — 16 кг.

Стена с ГКЛ (сухая штукатурка) (С611).

Крепление гипсокартонного листа к базовой стене осуществляется при помощи клея. Высота стены определяется высотой гипсокартонного листа. Масса 1 м^2 стены — 11,5 кг.

---

* Высота стены может отличаться от указанных значений и зависит от размеров поперечного сечения используемых стоечных профилей и расстояния между ними в каркасе стены.

Стена с комбинированной панелью (ГКП) (С631).

Комбинированная панель (гипсовый лист с изоляционным материалом (пенополистиролом) закрепляется на базовой стене при помощи клея. Высота стены определяется высотой комбинированной панели. Масса 1 м^2 стены — 11,5 кг.

3.4. Материалы для внутренней отделки стен и перегородок

Одним из основных строительных элементов "сухого строительства" является "сухая штукатурка" — гипсовая панель, представляющая собой лист из гипсового сердечника с ограждающими его слоями картона или другого материала. Производится несколько видов гипсовых панелей:

- гипсокартонный лист (ГКЛ), который может быть влагостойким (ГКЛВ) и огнестойким (ГКЛО);
- специальный гипсовый лист повышенной огнестойкости (ГЛО);
- различные типы гипсовых комбинированных панелей (ГКП).

Элементы каркаса: для стены С623 — профиль потолочный (ПН), профиль направляющий (ПН) и кронштейны; для стены С625 — профиль направляющий и профиль стоечный (ПС). Профили изготавливаются длиной 2,5—6,0 м из рулонной оцинкованной стали толщиной 0,5—0,7 мм на профилегибочных станках и представляют собой длинномерные элементы с швеллерообразным сечением.

Стена облицовочная С621 на металлическом профиле

Сборная конструкция из гипсокартонных панелей (рис. 3.5), закрепленных на металлических профилях ПП-1 (рис. 3.6). Предназначена для облицовки стен, неровность поверхности которых составляет не более 15 мм на 1 пог. м.

Варианты крепления панелей: *а* — вертикальное, *b* — горизонтальное (см. рис. 3.5).

Высота стены — до 4,5 м.

Масса 1 м^2 стены — около 12 кг.

Размеры гипсокартонной панели:

- ❒ длина — 2500 (2600, 2700, 2900, 3000) мм;
- ❒ ширина — 1200 (600) мм;
- ❒ толщина — 12,5 (8, 10, 14, 16, 18, 20, 24) мм.

Длина профиля 3,0—6,0 м.

Масса 1 пог. м при толщине профиля: 0,5 мм — 0,47 кг; 0,6 мм — 0,50 кг.

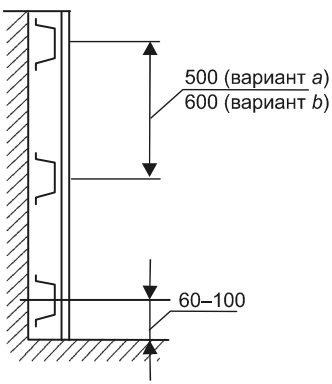


Рис. 3.5. Сборная конструкция из гипсокартонных панелей

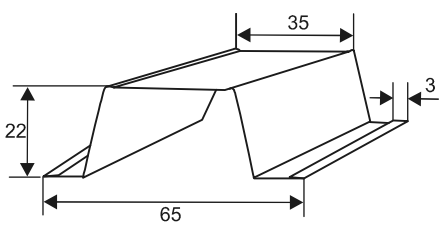


Рис. 3.6. Металлический профиль ПП-1

Стена облицовочная с гипсовой комбинированной панелью

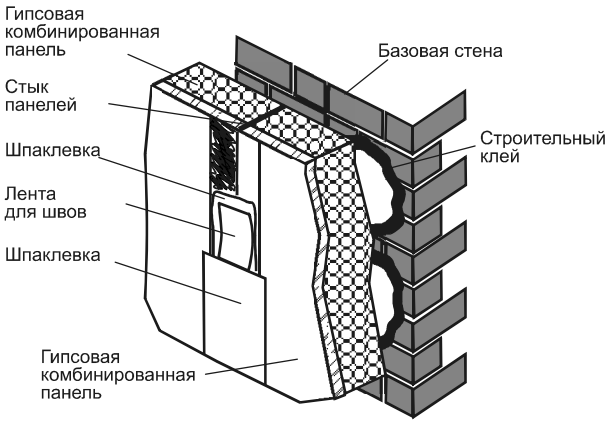


Рис. 3.7. Технология "сухого строительства"

Гипсовая комбинированная панель со слоем эффективного утеплителя (ГКП ПС) представляет собой гипсокартонный лист (ГКЛ) толщиной 12,5 мм, изготовленный по ГОСТ 6266-89, с приклеенной к нему с тыльной стороны пенополистирольной плитой (ГОСТ 15588-86) марки ПСК-Г.

Для приклеивания, в зависимости от шероховатости или неровности поверхности стены, используют строительные клеи Fugenfuller и Perlfix.

Комплектная система С631 состоит из гипсовой комбинированной панели, клея и материалов, необходимых для обработки швов между панелями, а также рекомендаций по выполнению строительных работ.

Гипсовая комбинированная панель имеет размеры 1,2×2,5 м, толщина зависит от толщины используемой пенополистирольной плиты (20, 30, 40, 50, 60 мм). Масса 1 м^2 ГКП — около 11,5 кг.

Могут быть изготовлены комбинированные панели иных размеров.

4. Полы

4.1. Полы из штучных материалов

Таблица 4.1. Размеры керамических плиток для мозаичных полов

Вид плиток	ГОСТ	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм
Квадратные	6787—90	48	48	6
		22	22	6
Прямоугольные	6787—90	48	22	6

Примечание. Допускаемые отклонения от размеров плиток: по длине и ширине ± 1 мм, по толщине ± 0,5 мм.

Таблица 4.2. Размеры керамических плиток для полов (ГОСТ 6787-90)

Вид плиток	Тип плиток	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм
Квадратные	1	150	150	13
	2	100	100	10
	3	80	80	10
	4	50	50	10
Прямоугольные	5	150	74	13
	6	120	59	10
	7	100	49	10
Треугольные	8	78	111	13
	9	48	69	13
Шестигранные	10	150	173	13
	11	100	115	10
Четырехгранные (половинки шестигранных)	12	75	173	13
	13	50	115	10

Таблица 4.2 *(окончание)*

Вид плиток	Тип плиток	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм
Пятигранные (половинки шестигранных)	14	150	86,5	13
	15	100	57,5	10
Восьмигранные	16	150	50	13

Таблица 4.3. Размеры досок для чистых полов, мм

№ типа	Ширина и толщина	№ типа	Ширина и толщина	№ типа	Ширина и толщина
1	74×22	2	74×22	3	74×37
	84×22		84×22		84×37
	94×22		94×22		94×37
	104×22		104×29		104×37
	124×22		124×29		125×37

Таблица 4.4. Размеры паркетных покрытий

Тип покрытия	Размеры и допускаемые отклонения, мм		
	Длина	Ширина	Толщина
Паркетные доски	1200±4	145±0,3	25/27±0,2
	1800±5	160±0,3	
	2400±6		
	3000±6		
Паркетные щиты	400±0,4	400±0,4	30±0,2
	800±0,5	800±0,5	
Мозаичный (наборный) паркет	400±0,4	400±0,4	8±0,2
	600±0,5	600±0,5	12±0,2
	(размеры планок от 100 до 200)	(размеры планок от 20 до 40)	

Таблица 4.4 *(окончание)*

Тип покрытия	Размеры и допускаемые отклонения, мм		
	Длина	Ширина	Толщина
Планки штучного паркета	150,200 250,300 350,400 450	От 30 до 60	16/19±0,2

Таблица 4.5. Состав мастики и расход материалов для устройства поливинилацетатных полов

Материал	Состав мастики, частей по массе		Расход материала, кг/м²	
	эластичной	жесткой	эластичного	жесткого
ПВАЭ	1,0	1,0	1,2	1,0
Наполнитель	0,8	1,8	1,0	1,4
Пигмент	До заданного цвета (примерно 0,2)			
Вода	0,4	0,4	—	—

Таблица 4.6. Отделочные плиточные материалы для полов

Тип плиток и плит	ГОСТ, ТУ	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Допуски, мм	
					по длине и ширине	по толщине
Квадратные	ГОСТ 16475-81	300 200	300 200	1;5;2;3	±0,3	±0,2 для плиток толщиной 2 и 3 мм
Прямоугольные	То же	300 200	150 100	1;5;2;3	±0,3	То же
Кумароновые	РТУ 84-62	150 200	150 100	3	±0,2	±0,1
Резиновые	СТУ 85-731	150 200 300	150 200 300	3;5;8	±0,2	±0,1

Технология устройства различных полов представлена на рис. 4.1 и 4.2.

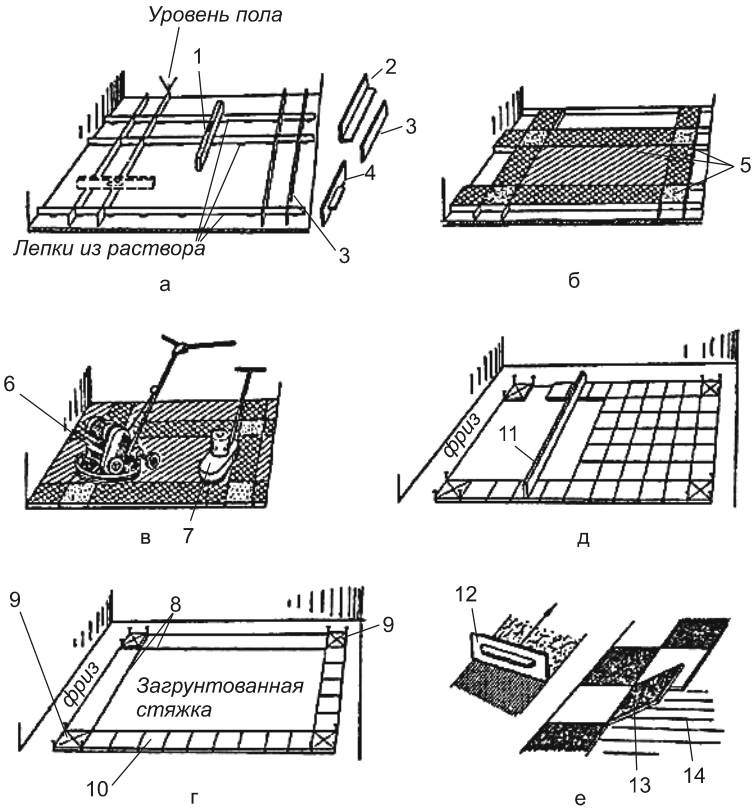


Рис. 4.1. Схема устройства терраццового покрытия и укладки керамических и пластиковых плиток:
а — установка жилок; ***б*** — очередность укладки терраццового слоя; ***в*** — шлифовка и накатка глянца; ***г*** — установка маячных плиток и рядов; ***д*** — укладка керамических плиток ; ***е*** — укладка пластиковых плиток; *1* — уровень; *2* — жилка алюминиевая; *3* — то же стеклянная; *4* — то же медная; *5* — уложенный терраццовый слой; *6* — шлифовальная машина; *7* — машина для накатки глянца; *8* — шнуры; *9* — марки; *10* — маячный ряд; *11* — правильная линейка; *12* — зубчатый шпатель для разравнивания мастики; *13* — плитка; *14* — слой мастики

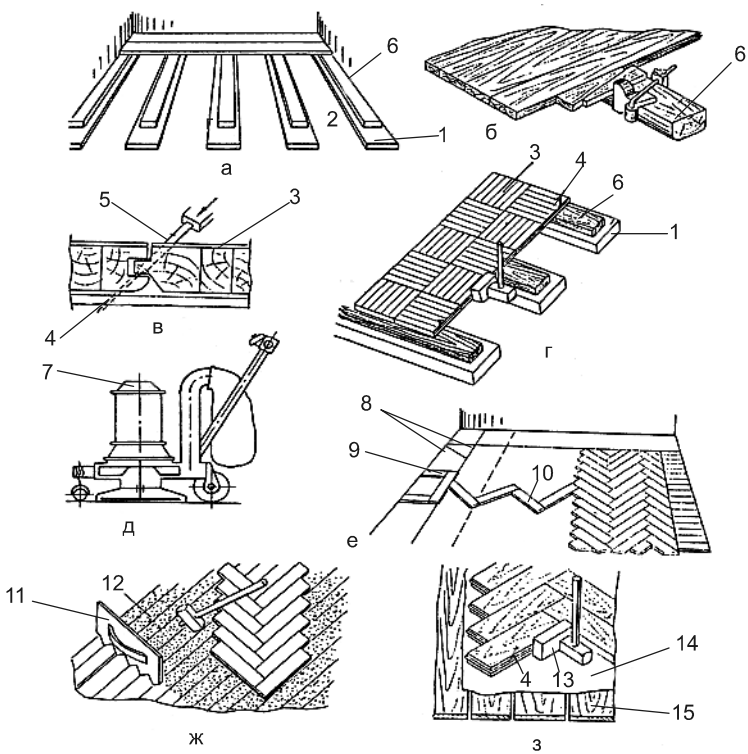


Рис. 4.2. Укладка полов из досок и штучной паркетной клетки:
а — укладка пола из паркетных досок по лагам на звукоизоляционных прокладках;
б — укладка дощатого пола с применением клинового сжима и подвижной скобы;
в — добивание гвоздя при соединении парапетных досок; ***г*** — выравнивание паркета; ***д*** — паркетошлифовальная машина; ***е*** — раскладывание штучного паркета;
ж — настилка паркета на мастике; ***и*** — то же на гвоздях;
1 — древесно-волокнистые прокладки; *2* — засыпка; *3* — паркетная клепка;
4 — гвоздь; *5* — добойник; *6* — дощатая лага; *7* — кожух машин; *8* — разбивочные оси; *9* — раскладка фриза; *10* — раскладка паркетной клепки; *11* — зубчатый шпатель; *12* — мастика; *13* — деревянная прокладка; *14* — крафт-бумага;
15 — черный дощатый пол

Напольное покрытие из гипсоволоконных листов системы КНАУФ

КНАУФ-суперпол, являющийся простой и универсальной конструкцией, обеспечивает нормируемые уровни звуко- и теплоизоляции, деформации и эксплуатационной надежности, хорошо сочетаясь с современными напольными покрытиями.

На рис. 4.3 представлен вариант конструкции со стяжкой на комбинированной подложке из эффективных звуко/теплоизолирующих пористо-волокнистых материалов по выравнивающему слою сухой засыпки.

Масса 1 м^2 — около 60 кг.

Индексы изоляции воздушного шума — 55—57 дБ.

Индексы приведенного уровня ударного шума — 50—46 дБ.

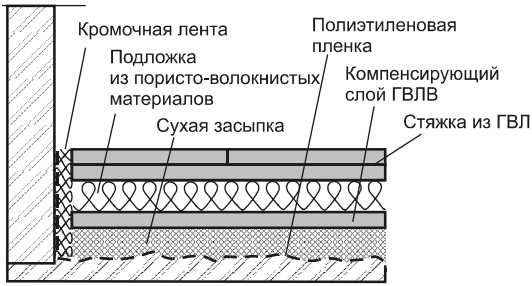


Рис. 4.3. Стяжка на подложке из пористо-волокнистых материалов

Примечание

Здесь и ниже индексы шумоизоляции приведены для сплошных плит перекрытия толщиной 140—200 мм.

На рис. 4.4 представлен вариант конструкции со стяжкой на комбинированной подложке из эффективных звуко/теплоизолирующих вспененных материалов.

Масса 1 м^2 — около 57 кг.

Индексы изоляции воздушного шума — 53—55 дБ.

Индексы приведенного уровня ударного шума — 58—54 дБ.

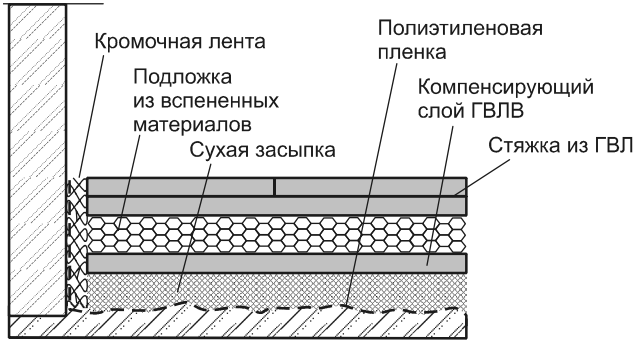


Рис. 4.4. Стяжка на подложке из вспененных материалов

4.2. Устройство "теплого пола" с использованием гибких нагревательных проводов

Таблица 4.7. Среднетемпературные нагревательные провода

Характеристики	Марка		
	СНО 1х0,5	СНО 1х0,8	СНО 1х1,2
Максимальная рабочая температура, °С	200		
Наружный диаметр провода, мм	1,3	1,6	2,0
Мощность нагревательной секции, Вт	540	940	1520
Длина нагревательной секции, м	16,8	25,0	34,7
Удельная тепловая мощность, Вт/м	32	38	44
Материал изоляции (негорючий)	Пленка ПМФ		

Таблица 4.8. Установочные и термопарные провода

Характеристика	Марка		
	СУ-1	ВУ-1	ВТО-2х0,38
Максимальная рабочая температура, °С	До 200	До 350	До 550
Длительно допустимый ток, А	20	30	—
Наружный диаметр провода, мм	1,9	3,6	4х5
Материал изоляции (негорючий)	Пленка ПМФ	Стеклонить	Стеклонить

Размещение нагревательных элементов в конструкции теплого пола представлено на рис. 4.5 и 4.6.

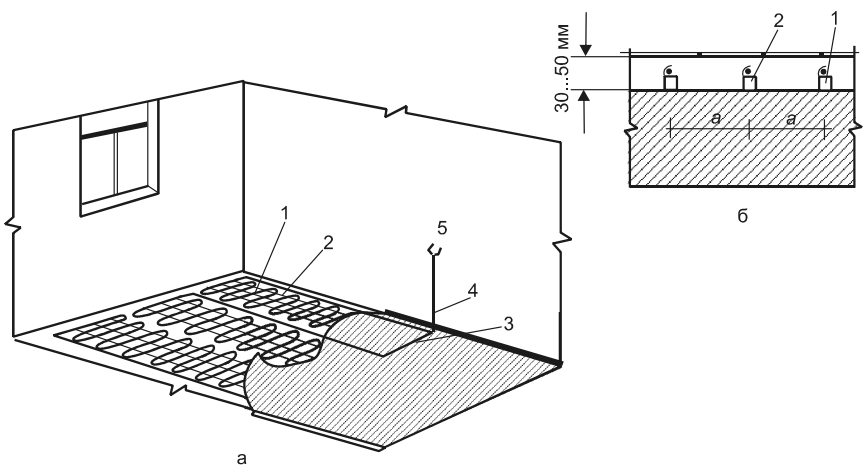


Рис. 4.5. Греющие полы с использованием кабелей и греющих проводов:
а — общая схема размещения кабелей; ***б*** — конструкция греющего пола с покрытием из керамической плитки, линолеума, ковролина;
1 — греющий кабель; *2* — направляющие с фиксаторами; *3* — термодатчик;
4 — терморегулятор; *5* — подключение к сети

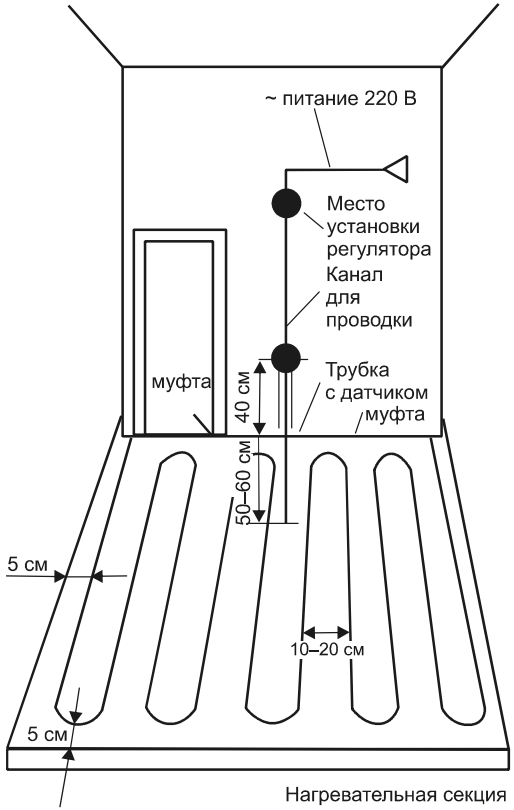


Рис. 4.6. Схема устройства теплого пола

Укладка нагревательной секции и датчика температуры

Нагревательные секции укладывают на обогреваемую поверхность равномерно, с постоянным шагом. Датчик температуры устанавливают в пластмассовой трубке между нагревательным кабелем. Регулятор температуры располагают на стене в наиболее удобном месте. Монтажные концы от нагревательной секции и датчика подключают к терморегулятору. В случае укладки нескольких нагревательных секций подключение осуществляют через распаечную коробку, установленную под регулятором. Установленная мощность нагревательных секций зависит от обогреваемой площади. Потребляемая

мощность системы меньше установленной (до 70% зимой и до 10% в межсезонье).

Конструкция низкотемпературной отопительной панели ("теплого пола")

Основа данной системы обогрева (отопления) — теплоизолированная от ограждающих конструкций низкотемпературная отопительная панель (рис. 4.7), представляющая собой бетонную стяжку пола

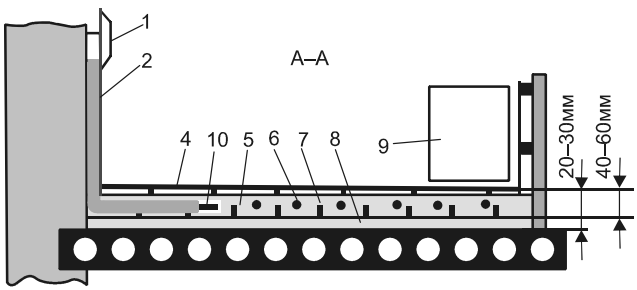


Рис. 4.7. Устройство низкотемпературной отопительной панели

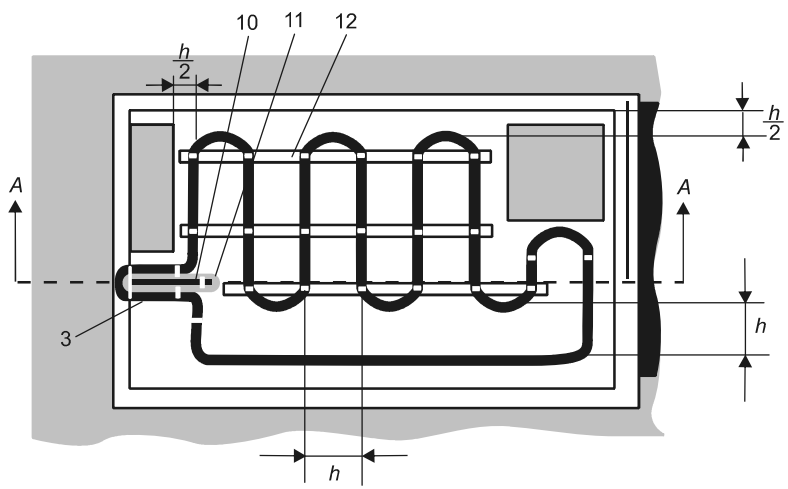


Рис. 4.8. Схема укладки одножильного нагревательного кабеля:
1 — термостат; *2* — "холодные" концы кабеля; *3* — "SPLICE"; *4* — напольное покрытие; *5* — бетонная стяжка; *6* — греющая часть кабеля; *7* — арматурная сетка; *8* — теплоизоляция; *9* — стационарная мебель; *10* — датчик температуры пола; *11* — монтажная трубка; *12* — монтажная лента

с залитым в нее нагревательным кабелем соответствующей мощности. Нагревом отопительной панели управляет термостат с датчиком температуры пола (для систем комфортного подогрева пола) или с датчиком температуры воздуха (для систем отопления). Наиболее распространенная схема укладки нагревательного кабеля показана на рис. 4.8.

4.2.1. Варианты устройства "теплого" пола

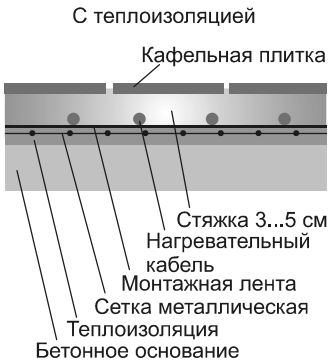


Рис. 4.9. Пол с теплоизоляцией

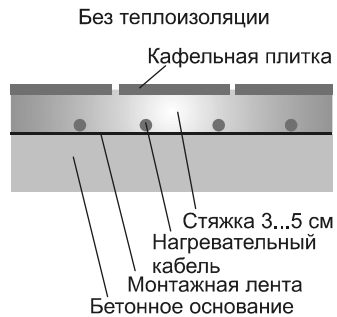


Рис. 4.10. Пол без теплоизоляции

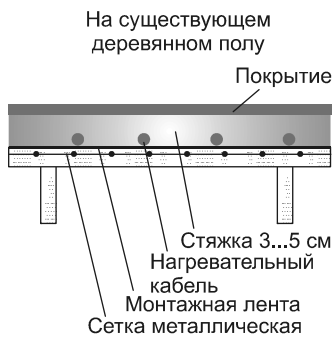


Рис. 4.11. На существующем деревянном полу

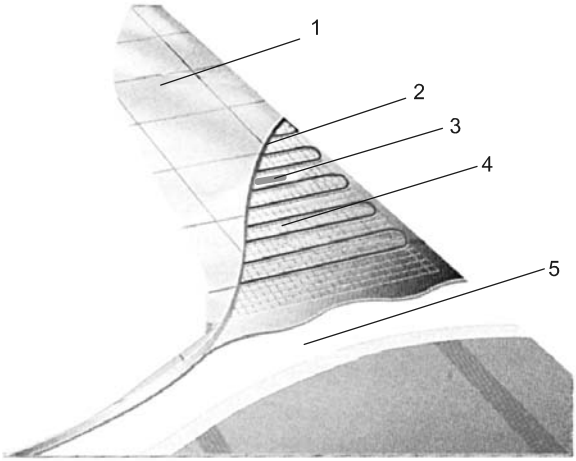


Рис. 4.12. Технология устройства обогреваемого пола:
1 — плитка; *2* — плиточный клей; *3* — датчик температуры;
4 — нагревательный мат; *5* — основание

Таблица 4.9. Определение глубины укладки труб теплоносителя (горячая вода, пар) в монолитном перекрытии

K — коэффициент отношения	Глубина укладки трубы, мм, при теплоотдаче пола		
	100 Вт/м²	50 Вт/м²	25 Вт/м²
0,94	20	—	—
0,95	25	—	—
0,96	30	20	—
0,97	35	29	10
0,98	40	37	27
0,99	45	45	39
1,00	50	50	50
1,01	55	55	60
1,02	60	65	75
1,03	65	73	88

Таблица 4.9 *(окончание)*

K — коэффициент отношения	Глубина укладки трубы, мм, при теплоотдаче пола		
	100 Вт/м²	50 Вт/м²	25 Вт/м²
1,04	70	80	100
1,05	75	87	—

Примечание. $K = t_B / t_П$,

где t_B — температура воздуха в помещении, $t_П$ — температура пола.

Таблица 4.10. Технические характеристики легких бетонов (растворов) для устройства монолитных "теплых" стяжек полов

Наименование	Класс бетона	Средняя плотность, кг/м³	Теплопроводность, Вт/м·К	Подвижность (осадка конуса), см
Аэрированные легкие бетоны	5—12,5	900—1200	0,27—0,30	12—14
Перлитобетон	5—7,5	1000—1300	0,28—0,32	10—12
Вермикулитобетон	5—7,5	1000—1300	0,28—0,32	8—10
Керамзитобетон	5—12,5	900—1300	0,3—0,35	8—10
Гипсобетон	3,5—5	1000—1300	0,3—0,32	—

Таблица 4.11. Примерный расчет теплопотерь на основе материалов фирмы DE-VI

Материал и толщина стен	Теплопотери с 1 м² стены при наружной температуре –26 °С, Вт	Мощность отопления дома, кВт	Примерные затраты на отопление за сезон, кВт·ч
Брус, 15 см	50	5,4	12000
Кирпич, 51 см	60	7	14400
Брус, 15 см с утеплителем, 5 см	18	3,6	6200
Кирпич, 51 см с утеплителем, 5 см	20	4,2	7000

4.2.2. Наливные и монолитные полы

Таблица 4.12. Технические характеристики материалов для наливных полов

Показатель	Фирма, марка, тип покрытия			
	Верхнее покрытие	Стандарт Мек	Промышленный	Хаймек
Толщина слоя, мм	0,7—0,2	3,6	3—6	6—8
Масса, кг/м^2	1,0—3,0	6—12	6—12	12—16
Предел прочности, мм:				
при сжатии	22	40	45	20
при изгибе	10	17	20	8
Модуль упругости, Н/м^2	1200	1800	2200	800
Износ по DIN 53754	100	100	100	100
Растяжение на разрыв, %	4	3	5	12
Постоянная нагрузка воды с максимальной температурой, °С	50	60	70—90	50
Водопроницаемость	Гермет	Гермет	Гермет	Гермет
Паропроницаемость DIM 53122, г	0,2	0,2	0,2	0,2
Воспламеняемость DIM 4102	B2	B2	B2	B2
Максимальная остаточная влажность в бетоне, %	5	5	5	5
Время затвердевания, ч	2—3	2	2	2

4.3. Самовыравнивающиеся цементные системы для устройства бетонных полов

Таблица 4.13. Технические характеристики покрытий

Показатель	Материалы		
	ДюроТоп	ДюроЛит	ДюроБейс
Прочность на изгиб, МПа	10	11	6
Сопротивление сжатию, МПа	35	35	20
Адгезия к бетону, МПа	3—4	3—4	3
Свободная усадка, %	0,085	0,04—0,06	0,03—0,05
Время высыхания, мин	—	—	3—5
Время схватывания, мин	3—5	3—5	10
Плотность в сухом виде, кг/м^3	1600	1900	1700

Примечание. Время испытаний — 28 сут, температура — +23 °С, влажность воздуха — 50%.

ДюроТоп предназначен для изготовления новых полов, выдерживающих большие нагрузки, и реконструкции старых. Выравнивает и сглаживает полы для большегрузного движения и повышенного истирания (на заводах, складах, в выставочных залах, производственных цехах). Материал беспылен и не накапливает статические заряды. Толщина слоя 4—15 мм. Способ нанесения — механизированный, АВС миксер-помпой. Производительность при толщине слоя 6 мм — 300 м^2/ч, расход материала на 1 м^2 — 1,8 кг/мм. Прочность основания должна быть не менее 15 Мпа, если ДюроТоп укладывается непосредственно на него, и 10 Мпа при укладке на промежуточный слой ДюроБейс. Слабые и мягкие основания (асфальт и т. п.) должны сниматься.

ДюроЛит также используется для изготовления новых полов, выдерживающих большие нагрузки, и реконструкции старых. В отличие от ДюроТоп может использоваться на открытых площадках.

Материал беспылен и морозоустойчив. Способ нанесения — механизированный. Производительность при толщине слоя 10 мм — 250 м^2/ч. Расход материала на 1 м^2 — 1,9 кг/мм. Требования к основаниям те же, что и для ДюроТоп.

ДюроБейс предназначен для изготовления выравнивающей и укрепляющей основы перед установкой ДюроТоп или ДюроЛит на основаниях (не менее 10 Мпа), подверженных высоким нагрузкам. Максимальная толщина покрытия — 50 мм (средняя — 6—8 мм). Расход материала на 1 м^2 — 1,8 кг/мм. Способ нанесения — механизированный. Производительность при нанесении слоя толщиной 6 мм — 300 м^2/ ч.

При нормальных условиях затвердевание возможно через 2—3 ч, легкие нагрузки допустимы через 24 ч, а полная нагрузка — через 7 дней.

Таблица 4.14. Классификация бетонных смесей по степени удобоукладываемости

Смесь	Обозначение	Подвижность, см	Жесткость, с, по ГОСТ 10181.1-82
Особо жесткая	$Ж_4$	—	31 и более
Повышенно жесткая	$Ж_3$	—	21—30
Жесткая	$Ж_2$	—	11—20
Умеренно жесткая	$Ж_1$	—	5—10
Подвижная	$П_1$	1—4	—
Пластичная	$П_2$	5—9	—
Весьма пластичная	$П_3$	10—15	—
Литая	$П_4$	16 и более	—

Таблица 4.15. Минимальный расход цемента, обеспечивающий получение нерасслаиваемой плотной бетонной смеси

Жесткость (подвижность) бетонной смеси	Минимальный расход цемента, кг/м³, при предельной крупности заполнения			
	10	20	40	70
$Ж_4$	160	150	140	130
$Ж_3$	170	160	150	135
$Ж_2$	180	170	160	140
$Ж_1$	200	180	170	145
$П_1$	220	200	190	160
$П_2$	230	210	200	170
$П_3$	240	220	210	180
$П_4$	250	230	220	190

Таблица 4.16. Изменение водосодержания бетонной смеси при изменении ее жесткости или подвижности

Жесткость, с	Изменение водосодержания, %, при изменении жесткости на 10 с	Подвижность, см	Изменение водосодержания, л/м³, при изменении подвижности на 1 см
25—50	3,5	1—4	5
50—100	1,5	4—15	2,5
100—200	0,5	Более 15	1,5
Более 200	0,1	—	—

Таблица 4.17. Минимальная прочность бетона при распалубке бетонных конструкций

Конструкции	**Минимальная прочность бетона, МПа**
Незагруженные монолитные конструкции при распалубке поверхностей:	
вертикальных при условии сохранения формы;	0,2—0,3
горизонтальных и наклонных при пролете до 6 м	70% проектный
то же свыше 6 м	80% проектный
Загруженные конструкции, в том числе от вышележащего бетона	Определяется ППР и согласовывается с проектной организацией
Конструкции из бетона на пористых заполнителях:	
теплоизоляционного	0,5
конструкционно-теплоизоляционного	1,5
армированного	3,5, но не менее 50% проектной прочности
предварительно напряженного	14,0, но не менее 70% проектной прочности

5. Гидроизоляция конструкций и герметизация стыков

5.1. Методы защиты конструкций от увлажнения

Методы защиты конструкций от различных видов увлажнения приведены на рис. 5.1—5.4.

Рис. 5.1. Защита конструкций от увлажнения

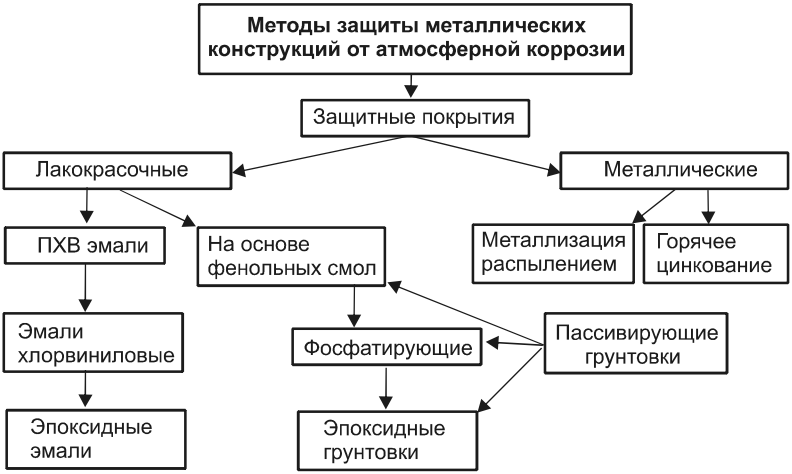


Рис. 5.2. Защита конструкций от коррозии

Рис. 5.3. Защита и усиление железобетонных конструкций

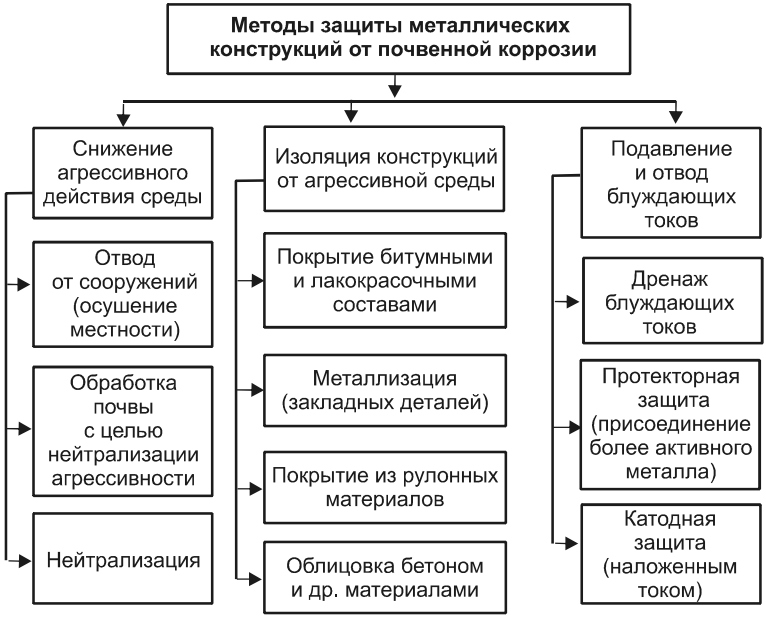


Рис. 5.4. Защита металлических конструкций от коррозии

Таблица 5.1. Категории сухости помещений

Категория сухости	Описание	Допустимая степень сырости ограждающих конструкций
I	Сухая поверхность	Отдельные сырые пятна общей площадью не более 1% поверхности
II	Сухая поверхность с отдельными влажными участками (без выделения капельной влаги)	Общая площадь влажных участков не более 20% поверхности
III	Выделение капельной влаги на стенах, на полу, но не на потолке	Общая площадь увлажненных участков не более 20% поверхности

Таблица 5.2. Трещиностойкость изолируемых конструкций

Группа трещино-стойкости	Раскрытие трещин в изолируемой конструкции по расчету	Степень трещиностойкости
I	Не предполагается	Трещиностойкие. Возможно случайное возникновение трещин в монолитных конструкциях
II	До 0,3 мм	Ограниченно трещиностойкие
III	Более 0,3 мм	Не трещиностойкие

5.2. Современные гидроизоляционные системы и технологии

Для защиты зданий и сооружений от воздействия воды и агрессивных воздействий внешней среды применяют различные виды гидроизоляции: противокапиллярную, безнапорную, противонапорную, антикоррозийную, санирующую и другие, которые повышают водонепроницаемость, водостойкость, химическую стойкость и улучшают гидро-теплофизические свойства строительных конструкций.

В настоящее время имеется большое разнообразие гидроизоляционных антифильтрационных материалов, которые применяют в ремонтно-строительных и восстановительных работах при реконструкции и санации зданий. Ориентировочные сроки службы основных гидроизоляционных покрытий указаны в табл. 5.3.

При осушении сырых подвалов и защиты стен зданий объем гидроизоляционных работ может быть сокращен за счет мероприятий активной защиты: водопонижения, дренажа, отвода вод. Примеры дренажной системы и канализации поверхностных и грунтовых вод приведены на рис. 5.8.

Безнапорная гидроизоляция выполняется против временного воздействия влаги атмосферных осадков, сезонной верховодки.

Противонапорная — для защиты ограждающих конструкций (полы, стены, фундаменты) от гидростатического подпора грунтовых вод.

Противокапиллярная — для изоляции стен зданий в зоне капиллярного подъема грунтовой влаги.

Глиняная гидроизоляция (глиняный замок) использует свойство непроницаемости жирных глин к потокам и давлению вод с наружной стороны ограждающих конструкций подвалов.

Кессонная гидроизоляция изготавливается из металлических и полимерных листов армированного бетона с жестким креплением к ограждающим конструкциям с помощью анкеров, сварки, шурупов, дюбелей и т. д.

Таблица 5.3. Ориентировочные сроки службы основных гидроизоляционных покрытий

Гидроизоляция	Толщина, мм	Срок службы, год		
		в атмосфере	в грунте	под водой
Битумная	4	3—4	5—7	3—4
Битумно-эмульсионная	6	3—4	5—8	—
Битумно-латексная	6	5—6	8—10	—
Битумно-латекснокукерсольная	5—6	4—6	7—10	—
Битумно-наиритная	3	8—10	14—16	8—10
Битумно-бутилкаучуковая, эластим	5—6	7—10	15	7—9
Битумно-этинолевая	4—5	—	7—9	6—7
Асфальтобетонная (литая)	15—20	5—6	20—25	5—7
Эпоксидная	0,8—1	10—13	13—15	8—10
Эпоксидно-дегтевая	2—3	12—14	16—20	10—12
Эпоксидно-фурановая	2—2,5	10—13	13—15	8—12
Полимерцементная	2—3	12—14	14—15	10—14
Рубероидная	7—9	8—10	14—16	—
Гидроизольная	8—10	9—12	16—20	8—12
Изольная, бризольная	8—10	8—10	10—12	10—12
Полиэтиленовая	1—1,2	—	18—26	17—20
Полиизобутиленовая	2,5—3	—	18—20	16—18

Таблица 5.3 *(окончание)*

Гидроизоляция	Толщина, мм	Срок службы, год		
		в атмосфере	в грунте	под водой
Металлическая:				
из кровельного окрашенного листа	0,8—1	7—8	—	—
из оцинкованного листа	0,8—1	9—10	—	—
из алюминия	0,8—1	9—12	—	—
из фольгоизола	0,2	6—7	—	—
Асбестоцементная	4—10	8—10	—	—
Окрасочная гидроизоляция	4	3—4	—	—
Плотный бетон	65—80	18—20	—	—
Бетонополимер	30—40	20—40	—	—
Полимербетон	30—40	18—25	—	—

Окрасочная гидроизоляция выполняется составами на основе синтетических смол (эпоксидных), в которые вводят пластификаторы, растворители, наполнители, отвердители, путем нанесения пленкообразующих жидких и пастообразных материалов малярными кистями, краскопультами и шпателями, при безнапорном воздействии воды, толщиной слоя до 2-х мм. Сведения об окрасочных полимерцементных гидроизоляционных покрытий приведены в табл. 5.4.

Таблица 5.4. Окрасочные полимерцементные гидроизоляционные покрытия

Показатели	Цементно-латексное (каучуко-цементное)	Цементно-поливинил-ацетатное	Цементно-эпоксидно-амидное	Цементно-фуриловое
Рекомендуемая толщина, мм	2	4	4	4—5
Допустимый гидростатический напор грунтовых вод, м	5	10	5	5
Водопоглощение, %	1—8	7,5	1,1	0,1
Предел прочности при сжатии, МПа	17,3	5,8	58—60	35—40

Таблица 5.4 *(окончание)*

Показатели	Цементно-латексное (каучуко-цементное)	Цементно-поливинил-ацетатное	Цементно-эпоксидно-амидное	Цементно-фуриловое
Адгезия к бетону, МПа	2,1	1,3	2,9	2,5
Теплостойкость, °С	70	60	80—85	80—90
Температура хрупкости, °С	–20	–20	–20	—
Химическая стойкость при воздействии 3%-го раствора сульфата натрия	0,8	0,8	0,9	0,85
Наименьшая температура воздуха при производстве работ, °С	10	10	10	10
Возможность устройства по влажным основаниям	Да	Да	Нет	Нет
Биостойкость	Хорошая			

Обмазочная гидроизоляция выполняется жесткими, эластичными или пенетрирующими, полимерцементными гидроизолирующими смесями, а также горячими или холодными мастиками, обычно в два или несколько слоев толщиной 2—6 мм при напоре грунтовых вод.

Штукатурная гидроизоляция может быть в виде холодных асфальтовых мастик, торкрет-цемента или на основе полимерцементных растворов. Штукатурная гидроизоляция создается полимерцементами, торкрет-бетонами, гидроизоляционными мастиками и герметиками. Специальные изоляции по ликвидации протечек швов, дефектов отверстий, сложных узлов строительных конструкций выполняются быстротвердеющими герметиками, мастиками, расширяющимися растворами сухих смесей.

Для этой цели используются импортные технологии "Ceresit", "Vandex", "Sika", "Index", "Mapei", "Shomburg", "Epasit" и др.

Санирующая штукатурная система Epasit (Германия) позволяет защитить конструкции зданий от влажности, солей и микроорганизмов. Сухие смеси с минеральным вяжущим, содержащие мелкие гранулы пенополистирола или другой разрыхлитель, затворяются водой и образуют пористую гидрофобную штукатурку, которая отталкивает воду, но пропускает воздух и пар. Штукатурки (эпозит, термопал и др.) обладают хорошими адгезионными, санирующими (поглощающими и тампонажными) свойствами.

Для изоляции конструкций исторических зданий, построенных без цемента, могут быть рекомендованы составы "Remmers", имеющие хорошее сцепление с конструкциями.

При устройстве наружных безнапорных и противокапиллярных изоляций успешно применяются российские технологии: "Суперизол", "Гидротекс", "Кальматрон", "Лахта", "Аква-стоп", "Цмид", битумные и асфальтовые мастики, а также рулонные материалы типа "Изопласт", "Техноэласт" и др.

Проникающая гидроизоляция выполняется растворами сухих смесей (пенетрон, кальматрон, ксайпекс) с активными добавками, которые мигрируют в бетон и придают ему водоотталкивающие свойства.

Из российских технологий весьма эффективной является система противокапиллярной защиты с использованием гидрофобного раствора "Суперизол" (разработка ООО "СК "Подземстройреконструкция"). Технология состоит в инъецировании в кирпичную кладку через пробуренные шнуры гидрофобного состава и электротермической сушке стен после инъекции "Суперизола". При осушении подвалов может быть осуществлена комплексная защита от грунтовых вод: противонапорная гидроизоляция, противокапиллярная отсечка и санирующая (поглощающая) штукатурка.

Забивная гидроизоляция выполняется из листов нержавеющей стали, которые забиваются пневмомолотками в швы кирпичной кладки на известковом растворе.

Таблица 5.5. Рулонные гидроизоляционные материалы

Название и марка кровельного материала	Толщина, мм/вес 1 м², кг	Основа материала	Состав вяжущего материала	Покрытие поверхности, верх/низ	Область применения	Изготовитель
Изоплат П ХПП-3;4 ХМП-3;4 ХММ-3;4	—/3 —/4	СХ	Битум+АПП	ПЭ-пленка/ПЭ-пленка (ХПП); песок/ПЭ-пленка (ХМП)	Нижний слой кровельного ковра, гидроизоляция	Изофлекс
Изопласт ПП	—	СХ	—	ПЭ-пленка/ПЭ	Пароизоляция	Изофлекс
ХФПП-2;3 ХФМП-2;3 ХФММ-2;3	—/2 —/3	Сдублированный с алюминиевой фольгой	—	Пленка (ХФПП); песок/ПЭ-пленка; (ХФМП); песок (ХФММ)		
Мостопласт	—/5,5	ПЭ	Битум + вестопласт	Песок/ПЭ-пленка	Гидроизоляция мостовых и др. сооружений	Изофлекс
Стеклобит	3,0/—	СВ	Битум + пластификатор	—	Гидроизоляция	РКЗ
Элабит К	3,5/—	СТ	Битум + каучук	Крупнозернистая посыпка/пылевидная посыпка	Верхний слой кровельного ковра	РКЗ
Элабит П	3,0/—	СТ	Карифлекс	Крупнозернистая посыпка/пылевидная посыпка	Нижний слой кровельного ковра и гидроизоляции	РКЗ

Таблица 5.5 *(окончание)*

Название и марка кровельного материала	Толщина, мм/вес 1 м², кг	Основа материала	Состав вяжущего материала	Покрытие поверхности, верх/низ	Область применения	Изготовитель
Филизол В	3,5/—	СВ(ПЭ)	Битум + СБС	Крупнозернистая посыпка/пылевидная посыпка	Верхний слой кровельного ковра и гидроизоляции	Фили-кровля
Филизол Н	2,5/—	СВ(ПЭ)	Битум + СБС	Пылевидная посыпка/ ПЭ пленка	Нижний слой кровельного ковра и гидроизоляции	Фили-кровля
Филизол Супер	4/—	СВ(ПЭ)	Битум + СБС	Крупнозернистая посыпка/ ПЭ пленка	Верхний слой кровельного ковра и гидроизоляции	Фили-кровля
Поликров Р-130	1,5/—	Резиновые смеси		—	Кровля и гидрокровля	Поликров
Поликров АР-130	1,5/—	Резиновые смеси, армированные		—	Кровля и гидрокровля	Поликров

Принятые сокращения:

ПЭ — нетканая основа из полиэфирного волокна (полиэстер);

СВ — стекловолокнистая основа;

СХ — стеклохолст;

СТ — стеклоткань.

Вид вяжущего материала:

СБС — стиролбутадиенстирольный каучук;

АПП — атактический полипропилен.

Покрытие поверхности: ПЭ-пленка — полиэтиленовая пленка;

РКЗ — Рязанский картонно-рубероидный завод.

Рулонные гидроизоляционные материалы представлены в табл. 5.6.

Таблица 5.6. Рулонные битумно-полимерные материалы

Материал, фирма	Масса 1 м², кг	Разрывная сила при растяжении в продольном направлении, кгс/50 мм	Относительное удлинение в продольном направлении, %	Теплостойкость, °С	Гибкость при температуре, °С
Стандарт — Петроэласт, фирма "Петрофлекс"	2,5—5,0 2,5—6,0	83 78	70 70	95 100	–15 –30
Техноэласт, фирма "ТехноНиколь"	3,0—6,5	49—85	13—53	100	–35
Вестопласт, "Завод Технофлекс"	3,0—6,5	36—80	50	130	–15
Унифлекс, "Завод Технофлекс"	3,0—5,5	30—68	5—7	95	–15
Экофлекс, "Завод Технофлекс"	3,0—5,5	80	10	130	–10
Биполь, "Завод Технофлекс"	3,0—5,0	80	10	85	–15
Линокром, фирма "ТехноНиколь"	3,0—5,0	39—67	10—15	80	0
Изопласт К, Изопласт П, фирма "Изофлекс"	4,0—5,0 3,0—5,5	60—80 36	20—30 3—30	120 120	–15 –15
Изоэласт К, Изоэласт П, фирма "Изофлекс"	4,0—6,0 3,0—5,5	60 36	30—40 30—40	90 90	–30 –30
Новопласт К, Новопласт П, фирма "Изофлекс"	4,0—5,0 3,0—4,0	60 36—80	20—30 3—30	120 120	–15 –15

Таблица 5.7. Материалы на основе полимеров

Материал, фирма	Масса 1 м², кг	Толщина	Прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %	Теплостойкость, °С	Гибкость при температуре, °С
ПОЛИКРОМ Р, ПОЛИКРОМ ПнГ, ЗАО "Поликром"	1,43 1,43	1,2 1,2	6,0 3,5	300 200	120 120	–60 –60
АЛЬКОРПЛАН, ПВХ, фирма "ALKOR DRAKA N.V." (Бельгия)	1,4—1,5	1,2—1,5	20,0	17,2	80	–40
ПВХ "Эвергард", фирма "FLAG S.p.A." (Италия)	3,3	2,5	16,9	275	85	–20
ТПО "Эвергард", фирма "FLAG S.p.A." (Италия)	1,31	1,2	11,1	976	100	–60
ЭПДМ Resitrix, фирма "PHOENIX AG" (Германия)	3,5	3,1	9,2	533	120	–60

Таблица 5.8. Фильтрующие материалы (Геотекстиль)

Материал	Поверхностная плотность г/м²	Толщина при нагрузке 2 кН/м², мм	Разрывная нагрузка, кгс/5 см, вдоль/поперек	Относительное удлинение, %, вдоль/поперек
Дорнит, ООО "Полилайн"	300; 500	3,5; 4,0	30; 35/60; 70	120/120
Typar, фирма "Du pont" (США)	100—190	0,41—0,52	40/40—80/80	60/60—65/65
Дорнит, ЗАО "Химволокно"	300—400	2,4—3,5	21/33—56/77	84/70—115/95
Polyfelt (Германия)	105—500	1,0—4,0	38/38—158/158	75/35—80/65

Таблица 5.9. Виды гидроизоляции помещений

Гидроизоляция	Группа трещиностойкости конструкций								
	Трещиностойкая			Ограниченно трещиностойкая			Нетрещиностойкая		
	Категория сухости помещения								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Окрасочная	—	КП	ГН 0,5	—	—	ГП	—	—	—
Штукатурная	—	ГН 0,5—1	ГН 1—3	—	КП	ГН 0,5—1	—	—	—
Оклеечная	ГН 1—5	ГН 2—15	ГН 5—20	КП, ГН 1—3	ГН 1—5	ГН 2—15	КП	КП	КП
Пропиточная	—	КП	ГН 0,5—1	—	—	—	—	—	—
Засыпная	—	КП	КП	—	—	—	—	—	—
Монтируемая	ГН 50	—	—	ГН 50	—	—	ГН 50	—	—

Примечание. КП — капиллярный подсос, ГН — гидростатический напор, м.

5.2.1. Гидроизоляция проникающая

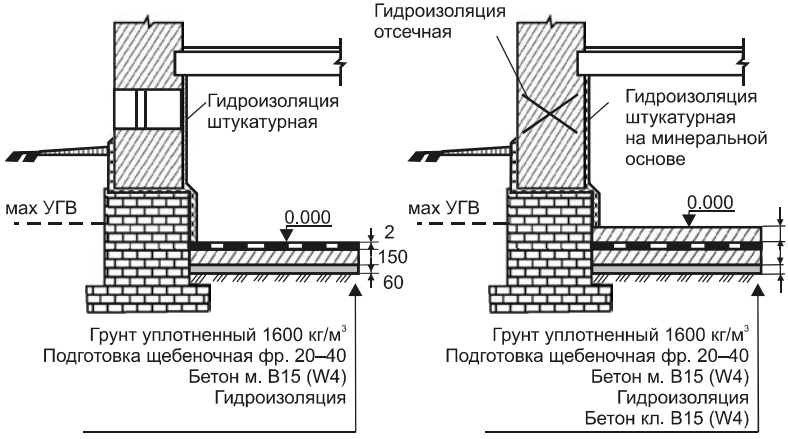


Рис. 5.5. Гидроизоляционная защита подвалов

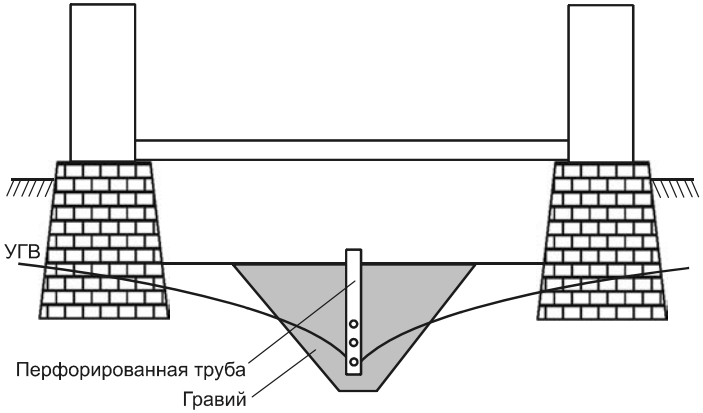


Рис. 5.6. Водопонижение: *1* — перфорированная труба; *2* — гравий

Таблица 5.10. Технические характеристики биостойких окрасочных битумных и полимерно-битумных покрытий

Показатель	Битумная	Битумно-латексная	Битумно-наиритовая	Битумно-эпоксидная	Битумно-полистирольная
Рекомендуемая толщина, мм	4	5	3	1,3—1,5	1,5—2
Допустимый гидростатический напор грунтовых вод, мм	2	8	20	0,8—1,3	2—3
Водопоглощаемость, %	4,5	3,5	1,6	3—3,2	1,6—1,8
Коэффициент паропроницаемости, 1·10-12 кг/(м·с·Па)	0,24	0,037	0,187	0,008	0,12
Коэффициент диффузии, 1·10—9 см^2/с	0,1	1	0,1	1	1
Предел прочности, МПа:					
при растяжении	—	0,1	0,4	—	—
при сжатии	0,49	До 0,5	До 0,5	0,5	0,5
при сдвиге	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Адгезия, МПа:					
к бетону	0,8	0,3	0,2	0,9—1	2,6
к металлу	0,6	0,2	0,2	0,7	1,9
Теплостойкость, °С	70—90	70	800	80—95	115
Температура хрупкости, °С	0,3—3	–10	–22	–5	–6

Таблица 5.10 *(окончание)*

Показатель	Битумная	Битумно-латексная	Битумно-наиритовая	Битумно-эпоксидная	Битумно-полистирольная
Коэффициент трещиностойкости	—	0,2	0,3	—	—
Электрическое сопротивление в сухом состоянии, 1·1010 Ом	1	1	10—1000	1	1
Химическая стойкость в 3%-ном растворе сульфата натрия	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9
Наименьшая температура воздуха при производстве работ, °С	5	5	15	15	15
Возможность устройства по влажным основаниям	Нет	Да	Да	Нет	Нет

5.2.2. Дренажные системы и канализация дождевой воды

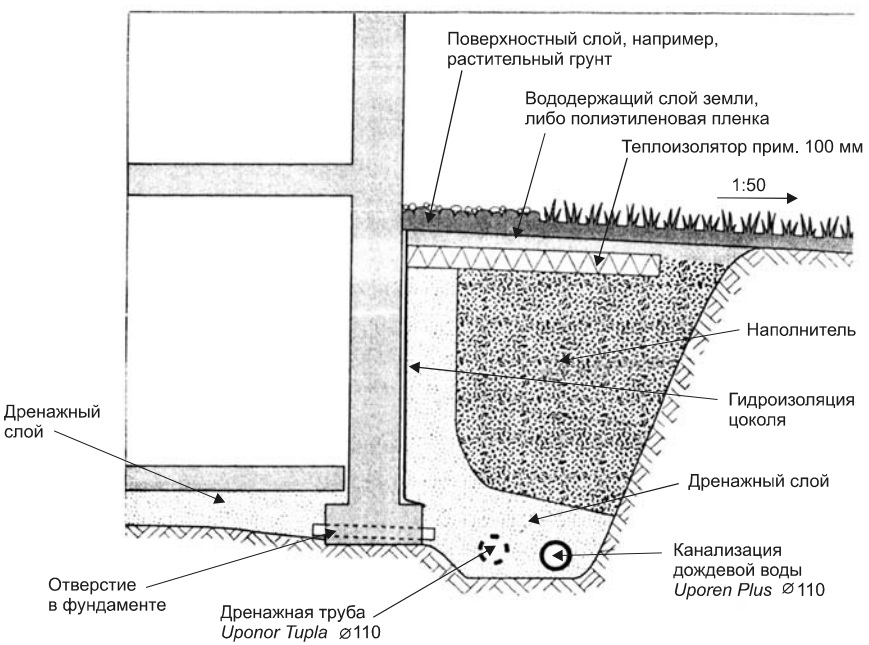


Рис. 5.7. Дренажная система

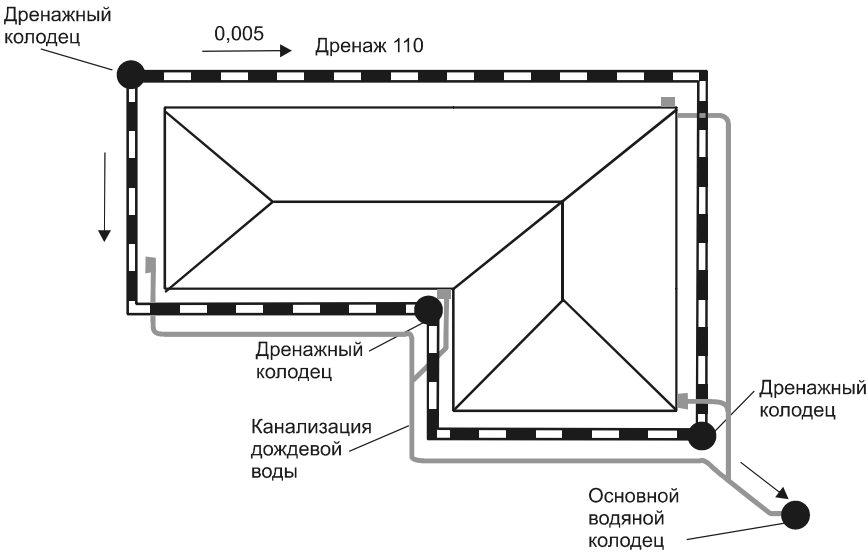


Рис. 5.8. Канализация дождевой воды

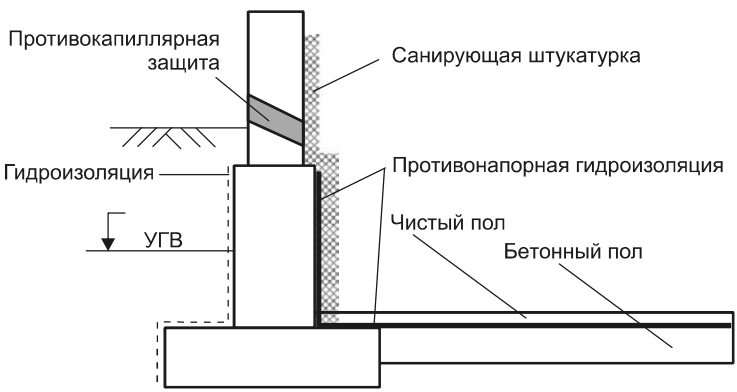


Рис. 5.9. Комплексная водозащита подвала

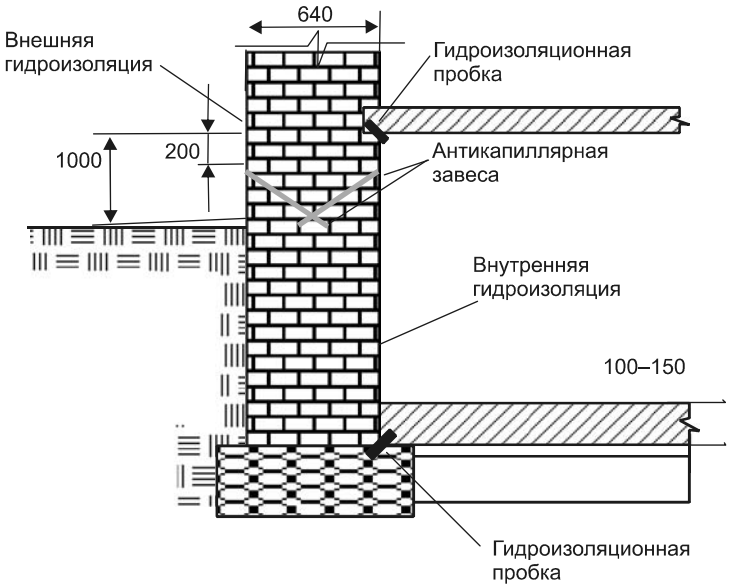


Рис. 5.10. Гидроизоляция при ремонте здания

5.2.3. Деформационные швы

Здания большой протяженности подвержены деформации под влиянием колебаний температуры наружного воздуха, неравномерных осадок грунта основания, сейсмических явлений и других причин. В этих случаях в конструкциях могут появиться трещины, резко снижающие прочность и эксплуатационные качества здания. Для предупреждения появления трещин в конструкциях предусматривают деформационные швы, разрезающие здание на отсеки. Применяют следующие деформационные швы: температурные, осадочные, антисейсмические и усадочные.

Температурные швы делят здание на отсеки от уровня земли до кровли включительно, не затрагивая фундамента. Расстояние между температурными швами принимают в зависимости от материала стен и расчетной зимней температуры района строительства.

Во избежание появления опасных деформаций здания разной этажности и значительной протяженности устраивают **осадочные швы**. Эти швы разрезают здания по всей высоте, включая фундамент. Если в одном здании необходимо использовать деформационные швы разных видов, их по возможности совмещают в виде температурно-осадочных швов.

Антисейсмические швы применяются в зданиях, подверженных землетрясениям. Они разрезают здание на отсеки и самостоятельные устойчивые объемы с антисейсмическими поясами, включающимися связями и амортизаторами. По линиям антисейсмических швов располагают двойные стены, двойные ряды несущих колонн.

Усадочные швы делают в конструкциях из монолитного бетона различных видов. Усадочные швы препятствуют возникновению трещин, снижающих несущую способность конструкций.

5.3. Герметизация стыков

Местами протечек в бетонных конструкциях, как правило, являются стыки, технологические и подвижные деформационные (температурные и осадочные) швы, а также отверстия в стенах для пропуска коммуникаций. Герметизация стыков, швов и трещин строительных конструкций изображена на рис. 5.11—5.13.

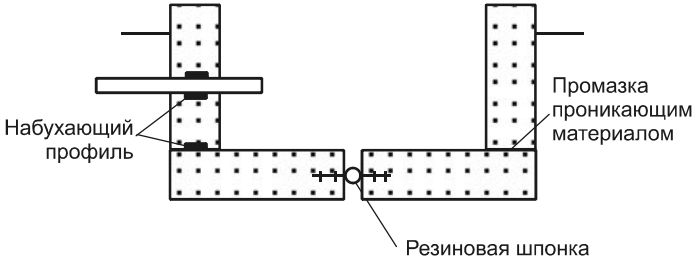


Рис. 5.11. Герметизация швов:
1 — набухающий профиль;
2 — промазка проникающим материалом;
3 — резиновая шпонка

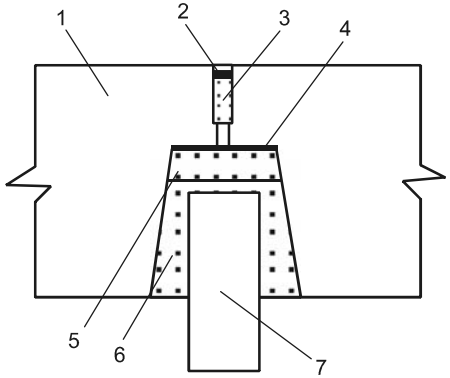


Рис. 5.12. Схема межпанельного стыка:
1 — наружная стеновая панель; *2* — герметик; *3* — заполнитель;
4 — лента воздухо-изоляционная самоклеющаяся; *5* — теплоизоляция;
6 — монтажный цементно-песчаный раствор; *7* — внутренняя панель

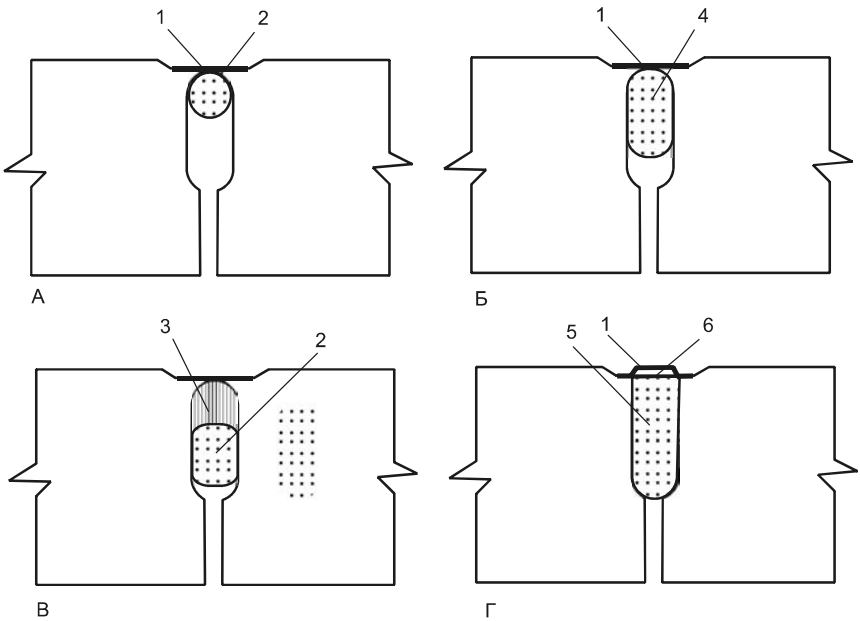


Рис. 5.13. Герметизация межпанельных стыков:
1 — герметик твердеющий; *2* — прокладка упругая; *3* — мастика нетвердеющая;
4 — пенозаполнитель; *5* — цементно-песчаное заполнение;
6 — лента синтетическая

Таблица 5.11. Материалы для герметизации стыков панелей

Наименование материала и технические условия	Свойства			Показатели		
	Плотность, кг/м³	Адгезионные свойства, кг/см²	Водопоглощение за сутки, %	Температура эксплуатации, °С	Способ нанесения на изделие	Примерный расход на 1 пог. м шва, кг
Прокладки упругие						
Гернит, ПРП, ГОСТ 19177-81	400—700	Отсутствуют	3,0	От –40 до +70	Укладка, закатка	0,60
Поризол, ВИЛАТЕРМ-С, ТУ6-05-221-653-84 + мастика изол	250—400	То же	1,0	От –40 до +80	Укладка и закатка с приклейкой	0,50
Самоклеящаяся воздухозащитная лента						
Герлен-Д ТУ 400-1-165-79	—	>1,0	<0,01	От – 40 до +60	Наклейка	0,4 (при ширине 100 мм)
Тиоколовые						
У-300М, ГОСТ 13489-79, цвет — черный	1200	1,5	0,01—0,5	От – 40 до +70	Шприцем, шпателем	0,35
АМ-1, ТУ 84-246-85, цвет — светло-серый	1100	2—4	0,01	От – 40 до +70	То же	0,1
УТ-31, ГОСТ 13489-79, цвет — черный	1200	1,5	0,5—1,0	От – 60 до +80	То же	0,1
Полиизобутиленовые						
УМС-50, ГОСТ 14791-91	1100—1500	>0,5	0,5	От – 50 до +50	То же	0,7
МПС ГОСТ 14791-91	1300	Хорошие	0	От –30 до +70	То же	0,6

Таблица 5.11 *(окончание)*

Наименование материала и технические условия	Свойства			Показатели		
	Плотность, кг/м³	Адгезионные свойства, кг/см²	Водопоглощение за сутки, %	Температура эксплуатации, °С	Способ нанесения на изделие	Примерный расход на 1 пог. м шва, кг
Кремнийорганические						
Эластосил 11-06 ТУ 6-02-775-76	180	6,5—10	0,1	От –30 до +200	То же	0,38
Синтетическая						
ЛТ-1, ТУ-38.4 034 84-84	—	Хорошие	—	От –60 до +60	Шприцем, шпателем	—
Вспененная синтетическая смола						
Пенополиуретан, Рипор-6Т НД	30—50	1,5—2	<0,01	От –50 до +50	Напыление	0,15—0,2

Таблица 5.12. Требования к гидроизоляционным материалам для капитальных сооружений

Требования	Виды конструкций			
	гидротехнические	наземные	подземные	кровли
Водонепроницаемость — напор, м	300	10	40	1
Водостойкость — действие воды	постоянно	переменно	постоянно	переменно
$k_в$ через 3 мес., не менее	0,9	0,75	0,8	0,7
$k_в$ по адгезии через 6 мес., не менее	0,9	0,8	0,9	0,8
Водопоглощение, % массы, не более	5,0	5,0	3,0	7,0
Теплостойкость, ºС, не ниже	+40	+60	+40	+70
Температура хрупкости, ºС, не выше	–15	–40	–5	–50

Таблица 5.12 *(окончание)*

Требования	Виды конструкций			
	гидротехнические	наземные	подземные	кровли
Трещиностойкость покрытия, мм:				
при максимальных трещинах	2,5	5,0	1,0	3,0
монолитных конструкций	0,1	0,3	0,1	0,5
сборных железобетонных конструкций	2,0	2,0	0,5	4,0
Растяжимость, %	50	100	50	150
Предел прочности, МПа, не менее:				
при растяжении, разрыве	1,0	0,8	0,5	0,3
при сжатии, вдавливании	5,0	1,0	1,0	0,5
Химическая стойкость, мг/л:				
кислотостойкость, pH, не ниже	5,5	2,0	5,0	6,0
щелочестойкость, pH, не более	10,0	12,0	12,0	8,0

6. Кровли и кровельные материалы

6.1. Кровельные материалы

Таблица 6.1. Технические требования к кровельным материалам

Вид материала и его применение	ГОСТ	Марка	Вид посыпки	Площадь рулона, м²	Масса рулона, кг
Рубероид кровельный для верхнего слоя кровельного ковра	10923-82	РКК-420 РКК-350 РЧ-350 РМ-350	Крупнозернистая с одной стороны, чешуйчатая с другой стороны, мелкая минеральная с двух сторон	10±0,5 10±0,5 10±0,5 15±0,5	27 25 26 26
Рубероид подкладочный для нижних слоев кровельного ковра	10923-82	РП-250	Мелкая минеральная с двух сторон	20±0,5	22
Толь кровельный и гидроизоляционный	10999-76	ТКК-350 ТКК-400	—	10±0,5	20
Толь для верхнего и нижнего слоев кровли	10999-76	ТГ-350	Песочная на обеих сторонах	15±0,5	18
Толь для верхнего слоя кровельного ковра	10999-76	ТВК-350 ТВК-420	Крупнозернистая на обеих сторонах	10±0,5 10±0,5	20 25
Пергамин кровельный	2697-83	П-350	Беспокровный	20±0,5	15
Изол гидроизоляционный и кровельный материал	10296-79	—	Минеральная посыпка	10 или 15±0,5	—
Бризол для антикоррозийной защиты	17176-71	БР-17 БР-С	Минеральный порошок (мел, асбест)	21±0,5	—

Таблица 6.1 *(окончание)*

Вид материала и его применение	ГОСТ	Марка	Вид посыпки	Площадь рулона, м²	Масса рулона, кг
Стеклорубероид для оклеечной гидроизоляции (верхнего слоя ковра)	15879-70	С-РК С-РЧ	Крупнозернистая с лицевой стороны или пылевидная посыпка с нижней стороны, чешуйчатая с лицевой стороны и мелкая посыпка с нижней стороны	10±0,5 10±0,5	29 23
Стеклорубероид для нижних слоев кровельного листа	15879	С-РМ	Мелкая посыпка с двух сторон	10±0,5	23

6.2. Рулонные и мастичные кровельные материалы

Фольгоизол (ГОСТ 20429-84) — рулонный материал, изготовляется из тонкой рифленой алюминиевой фольги, покрытой с нижней стороны слоем битумно-резинового или битумно-полимерного вяжущего, смешанного с минеральным наполнителем и антисептиком. Различают фольгоизол кровельный (ФК) и гидроизоляционный (ФГ). Фольгоизол — гибкий и теплостойкий материал. Выпускается в рулонах шириной полотна 960—1020 мм, площадью 10 м^2. Масса вяжущего на 1 м^2 фольгоизола не менее 2 кг, теплостойкость — 100—110 °С.

Фольгорубероид (ТУ 21-69-83) представляет собой кровельный рубероид, на котором крупнозернистая присыпка лицевой стороны заменена рифленой мягкой алюминиевой фольгой толщиной 80—200 мкм. Выпускается двух марок: РА-420А (повышенной гибкости), гибкий при отрицательных температурах (не ниже –2 °С), и РА-420Б (рядовой), гибкий при положительных температурах (не менее 10 °С).

Фольгорубероид выпускается в рулонах шириной 1025 мм при ширине полотна фольги 1000 мм; общая площадь рулона — 10 м^2. Размеры гофры фольги; высота — 0,1—1 мм, шаг — 7—10 мм. Раз-

рывная нагрузка фольгорубероида не менее 500 Н, водопоглощение — 20 г/м^2. Применяется в качестве защитного покрытия, тепловой изоляции трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, в каналах, при температуре окружающего воздуха –40...+70 °С.

Слюдоизол — кровельный и гидроизоляционный материал, основой которого служит слюдобумага, пропитанная мягким битумом, с двух сторон покрытая слоем мастики с посыпкой.

Гидробутил (ТУ 21-5744710-507-20) — рулонный полимерный кровельный и гидроизоляционный материал, изготовленный из резиновых смесей на основе бутилкаучука (марка Г), бутилкаучука и хлорсульфополиэтилена (марка АК). Для подземной гидроизоляции промышленных и гражданских зданий и сооружений используют гидробутил Г, армогидробутил АК. Гидробутил Г выпускается в рулонах длиной 15 м, ширина полотна — 600, 1000, 1100, 1600 мм, толщина — 1,2 мм. Гидробутил приклеивают мастикой МБК на ровное основание по цементно-песчаной стяжке. Стыки ковров из армогидробутила дополнительно проклеивают мастикой и накладывают на соединение полоску из армогидробутила АК шириной 5—8 см.

Бутизол (ТУ 38-103-301-78) — рулонный кровельный гидроизоляционный материал, выпускается шириной 800—1400 мм; толщиной 1—3 мм. Наклеивается на поверхность, огрунтованную битумно-полимерной эмульсией ББЭ.

Бутирол (ТУ 38-3-005-82) предназначен для гидроизоляции кровли. Изготавливается из смесей на основе синтетических каучуков, термоэлопласта, пластификатора, вулканизирующих агентов и наполнителей. Выпускается в рулонах шириной 650, 750, 950 мм, толщина полотна — 1 или 2 мм. Для наклеивания бутирола применяют битумно-полимерную мастику МБПК-75. Перед наклеиванием железобетонную плиту грунтуют битумно-полимерной эмульсией ЭГИК-У-3, эмульсией ББЭ или 15%-ным раствором битума в керосине.

Бутит (ТУ 21-У-452-88) — рулонный полимерный гидроизоляционный материал на основе бутилкаучука, армированного рубленым стекложгутом. Предназначен для устройства кровель с уклоном 2,5—25%, при температуре наружного воздуха не ниже –20 °С. Для наклейки бутита используют мастику БК-М, после чего на кровель-

ный ковер наносят защитный слой мастики БЛЭМ-20 с посыпкой крупнозернистым песком.

Бутилон (ТУ-574-710-504-90) — рулонный полимерный кровельный вулканизированный материал повышенной прочности. Изготовляется из резинового полотна на основе бутилкаучука, выпускается в рулонах длиной 10—20 м, шириной 600—1200 мм, толщиной 1 мм.

Изол (ГОСТ 10296-79) — безосновный биостойкий гидро- и пароизоляционный рулонный материал, изготовленный из резинобитумного вяжущего, пластификатора, наполнителя, антисептика и полимерных добавок. Выпускается в рулонах длиной не менее 3 м, общей площадью 10 и 15 м^2, шириной 800 и 1000 мм, толщина полотна — 2 мм. Выпускается двух марок: И-БД — без полимерных добавок, И-ПД — с полимерными добавками.

Рипор — напыляемый пенополиуретан на основе смеси А-6ТН, трихлорэтилфосфата и полиизоцианата, предназначен для тепло- и звукоизоляции и герметизации строительных конструкций. Наносится на поверхность механизированным способом (пеногенератором), напылением или заливом.

Квитал (ТУ 21-27-141-89) — рулонный кровельный полимерный безосновный материал, изготовленный из резинового полотна на основе бутилкаучука. Выпускается в рулонах длиной 15—30 м, шириной 600—1500 мм, толщина — 1 мм.

Кровли из рулонных полимерных (пленочных) материалов обладают высокой эластичностью, морозостойкостью, химической и биологической стойкостью, механической прочностью.

Днепрофлекс (ТУ 5770-531-00284718-93) — рулонный кровельный и гидроизоляционный наплавляемый битумно-полимерный материал, изготовляется с двухсторонним нанесением на стеклооснову битумно-полимерного вяжущего из битума, термопластичного каучука, наполнителя и посыпки. Водонепроницаемый материал, сохраняющий гибкость при температурах до –30 °С. Выпускается в рулонах длиной 7,5 м, шириной 800, 1000, 1050 мм.

Филизол (ТУ 5774-002-04001232-94) — рулонный кровельный и гидроизоляционный материал из битумно-полимерного состава на

стекловолокнистой основе. Выпускается в рулонах длиной 10 м, шириной 950, 1000, 1050 мм. В зависимости от назначения филизол П выпускается 3 марок, а филизол-супер — 2 марок, толщиной 4,5 и 5,5 мм.

Стекломаст (ТУ 21-5744710-519-92) — рулонный кровельный наплавляемый материал с двухсторонним нанесением на стеклооснову вяжущего, состоящего из битума и наполнителя. Выпускается 2 марок в рулонах 7 м, ширина полотна — 800, 1000, 1050 мм; водонепроницаем.

Стеклобит (ТУ 21-5744710-515-92) — рулонный кровельный и гидроизоляционный материал на стекловолокнистой основе. Выпускается 2 марок: стеклобит К с крупнозернистой посыпкой и стеклобит П с пылевидной посыпкой, шириной 1000 мм и площадью рулона 7,5 $м^2$.

Элабит (ТУ 5770-528-00284718-93) — утяжеленный рулонный кровельный наплавляемый материал, получаемый пропиткой стекловолокнистой основы битумом или без пропитки основы, с последующим нанесением на обе стороны покровного состава из битума, полимера, минерального наполнителя и посыпки.

Бризол (ГОСТ 17176-71) — безосновный рулонный материал, изготовляемый методом вальцевания и последующего каландрирования смеси, состоящей из нефтяного битума, дробленой резины, асбеста и пластификатора. Бризол предназначается для антикоррозийной защиты подземных стальных трубопроводов и гидроизоляции подземных сооружений. При хранении бризола рулоны устанавливаются на торец в 2 ряда по высоте. При устройстве настила для установки второго ряда рулонов настил не должен опираться на нижний ряд рулонов бризола. При хранении рулонов бризола на месте производства работ они должны быть закрыты брезентом или кровельным материалом. Срок хранения бризола не должен превышать 4 месяцев со дня изготовления.

Стеклорубероид (ГОСТ 15879-70) — рулонный кровельный и гидроизоляционный материал на стекловолокнистой основе, получаемый путем двухстороннего нанесения битумного вяжущего на стекловолокнистый холст. Стеклорубероид предназначается для верхнего и нижних слоев кровельного ковра, а также для устройства

оклеечной гидроизоляции. Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение стеклорубероида — по ГОСТ 2551-75. Цвет этикетки на рулоне или полоски на ней должны быть красными — для кровельного, черными — для гидроизоляционного стеклорубероида.

Гидростеклоизол гидроизоляционный — рулонный материал, состоящий из стеклоосновы, покрытой с двух сторон слоем битумного вяжущего. Применяется для гидроизоляции тоннелей метрополитена, путепроводов и т. д. Приклеивается путем оплавления поверхности пламенем воздушных горелок. Перед применением рулоны должны быть выдержаны не менее суток в помещении с температурой 18±3 °С. Гидростеклоизол можно применять при температуре ниже 10 °С с раскаткой рулона под тепловой завесой, создаваемой пламенем газовоздушных горелок, используемых для приклейки полотна. При оплавлении гидростеклоизола не допускается сосредоточенный нагрев поверхности полотна, вызывающий воспламенение. Нагревать до капельно-жидкого состояния следует только поверхность, не допуская расплавления всей толщины гидроизоляционного слоя.

Его технические характеристики:

Размеры рулона:

- длина, м ..... 10±0,25
- ширина, мм ..... 850—1150

Масса битумного вяжущего, г/м^2 ..... 3000±300

Температура размягчения битумного вяжущего, К(°С), не менее 348 (75)

Температура хрупкости битумного вяжущего по Фраасу, К(°С), не выше ..... 263 (–10)

Разрывная сила при растяжении, Н (кгс), не менее 735 (75)

Гибкость (не должно быть трещин):

- на брусе с закругленным радиусом, мм 20
- при температуре, К(°С) 273 (0)

Теплостойкость (не должно быть вздутий):

- при температуре, К(°С) 338 (65)
- в течение, ч 2

Водонепроницаемость:

- под давлением, МПа (кгс/см^2) 0,49 (5,0)
- в течение, мин 10

Изоэласт (ТУ 5774-007-05766480-96) — битумно-полимерный наплавляемый рулонный кровельный и гидроизоляционный материал.

Изоэласт состоит из битума, модифицированного синтетическим каучуком (БС), и нетканой основы из полиэстера или стеклохолста.

Для верхнего слоя кровли производится Изоэласт К с крупнозернистой посыпкой с лицевой стороны и с полиэтиленовой пленкой с другой стороны (рис. 6.1).

Для нижнего слоя кровли производится Изоэласт П с покрытием полиэтиленовой пленкой с двух сторон, или с покрытием лицевой стороны мелкозернистой посыпкой. Срок службы — не менее 25 лет.

Изоэласт (КП) может применяться во всех климатических районах РФ (особенно предпочтительно его применение в районах с суровым климатом) при устройстве кровель различных конфигураций, фундаментов, подземных структур (гаражи, туннели, галереи), бассейнов и каналов, мостов и виадуков и т. д.

Таблица 6.2. Технические характеристики изоэласта

Наименование	Единица измерения	Величина показателя	
		Изоэласт К	Изоэласт П
Масса 1 м^2	кг	4,0—5,0	3,0—5,5
Масса битумно-полимерного вяжущего с наплавляемой стороны	кг/м2	2,0±0,3	
Основа армирующая		Полиэстер	
Масса основы	г/м2	Не более 250	Не более 200
Разрывная сила при растяжении в продольном направлении	Н/50мм	Не менее 600	Не менее 360
Водопоглощение в течение 24 ч	% масс	Не более 1,0	
Водонепроницаемость при давлении 1±0,1 кгс/см^2 в течение 2,0±0,1 ч	—	Абсолютная	
Температура хрупкости вяжущего	°С	Не выше –0	
Теплостойкость	°С	Не ниже 90	
Гибкость на брусе диаметром 50 мм	°С	Не выше –0	

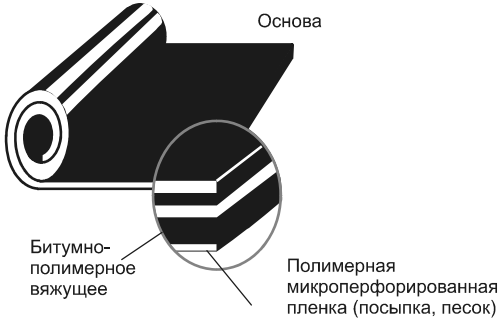


Рис. 6.1. Структура Изоэласта

Линокром — наплавляемый кровельный и гидроизоляционный материал (рис. 6.2). Применяется для устройства верхнего или нижнего слоев кровельного ковра и гидроизоляции зданий, сооружений, мостов, эстакад, тоннелей. Приклеивается к заранее подготовленному основанию путем подплавления нижнего слоя газовой горелкой или иным источником тепла. Ориентировочный срок службы материала — 10 лет.

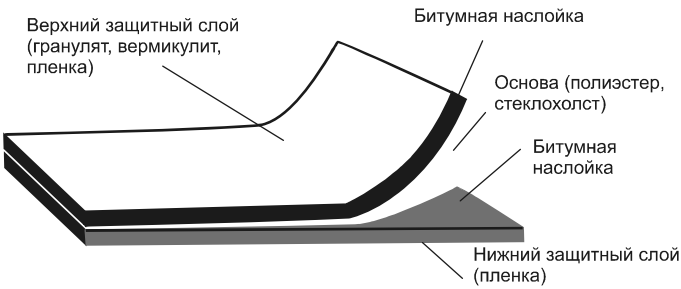


Рис. 6.2. Структура линокрома

Таблица 6.3. Технические характеристики линокрома (ТУ 5774-001 -04000706-94)

Основа (масса 1 м² материала)	**Линокром С — стеклоткань 170—450 г/м²** **Линокром Э — полиэстер 90—120 г/м²**
Толщина материала, мм	3,0—5,0
Гибкость на брусе радиусом 20 мм при температуре, К(°С)	Не более 273 (0)
Теплостойкость, °С	Не менее +85
Разрывная сила при растяжении вдоль полотна, Н (кгс)/5 см	Линокром С — не менее 735 (75) Линокром Э — не менее 600 (61)
Водонепроницаемость под давлением, МПа (кгс/см²)	0,49 (5,0) в течение 10 мин

Бикропласт — АПП модифицированный, наплавляемый кровельный и гидроизоляционный материал (рис. 6.3). Применяется для устройства верхнего или нижнего слоев кровельного ковра и гидроизоляции зданий, сооружений, мостов, эстакад, тоннелей.

Приклеивается к заранее подготовленному основанию путем подплавления нижнего слоя газовой горелкой или иным источником тепла.

Ориентировочный срок службы материала — 20 лет.

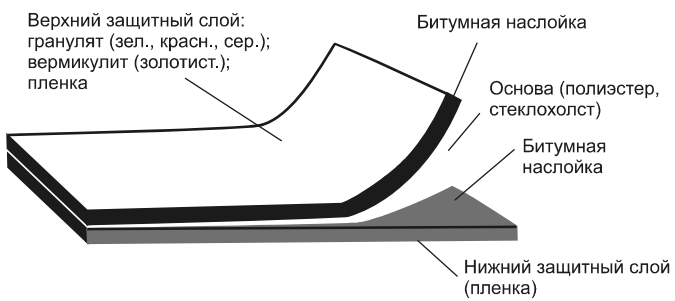


Рис. 6.3. Структура бикропласта

Таблица 6.4. Технические характеристики бикропласта (ТУ 5774-001-00287852-96)

Основа (масса 1 м² материала)	**Линокром Э — полиэстр 90—350 г/м²** **Линокром Х — стеклохолст 90—150 г/м²**
Толщина материала, мм	3,0—5,0
Гибкость на брусе радиусом 15 мм при температуре, К(°С)	Не более 258 (–15)
Теплостойкость, °С	Не менее +130
Разрывная сила при растяжении вдоль полотна, Н (кгс)/5 см	Линокром Э — не менее 600 (61)
Водонепроницаемость под давлением, МПа (кгс/см²)	0,3(5,0) в течение 180 мин
Водопоглощение через 72 ч, % масс	0,3

Бикрост — наплавляемый кровельный и гидроизоляционный материал (рис. 6.4). Применяется для устройства верхнего или нижнего слоев кровельного ковра и гидроизоляции зданий, сооружений, мостов, эстакад, тоннелей. Приклеивается к заранее подготовленному основанию путем подплавления нижнего слоя газовой горелкой или иным источником тепла. Ориентировочный срок службы — 10 лет.

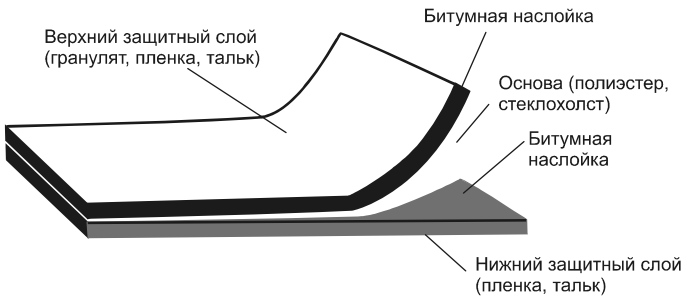


Рис. 6.4. Структура бикроста

Таблица 6.5. Технические характеристики бикроста (ТУ 21-00288739-42-93)

Основа (масса 1 м² материала)	**Линокром СТ — стеклоткань 170—450 г/м²** **Линокром СХ — стеклохолст 50—150 г/м²**
Битумная наслойка, мм	3,0—5,0, в том числе с нижней стороны не менее 1,5 кг
Гибкость на брусе радиусом 20 мм при температуре, К(°С)	Не более 278 (+5)
Теплостойкость, °С	Не менее +80
Разрывная сила при растяжении вдоль полотна, Н (кгс)/5 см	Линокром СХ — не менее 265 (27) Линокром СЭ — не менее 980 (100)
Водонепроницаемость под давлением, МПа (кгс/см²)	0,4 (4,0) в течение 180 мин
Водопоглощение через 72 ч, % масс	0,5

Таблица 6.6. Физико-механические свойства полимерно-битумных кровельных материалов

Физико-механические свойства	**Бикропласт-100К** **Бикропласт-130К**	**Бикропласт-100П** **Бикропласт-130П**
Разрывная сила при растяжении, Н (кгс), не менее	600 (61)	735 (75)
Масса вяжущего, г/м²	3000—5000	
В том числе наплавляемой стороны, г/м²	2000	
Масса основы, г/м², в пределах	100—250	50—250
Водонепроницаемость при давлении не менее 0,001 МПа, ч, не менее	72	
Водонепроницаемость при давлении не менее 0,49 МПа, ч, не менее	10	
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	
Гибкость на брусе радиусом 15 мм, °С, не менее	–15	
Теплостойкость, °С, не менее	100/130	
Габариты рулона (д×ш), м	10×1	

Таблица 6.7. Техническая характеристика линокрома

Физико-механические свойства	**Линокром**
Разрывная сила при растяжении, Н (кгс), не менее	392 (70)—882 (90)
Масса покровного состава, г/м^2	3000—5000
Масса основы, г/м^2, в пределах	90—250
Гибкость на брусе радиусом 20 мм, °С	0
Теплостойкость при температуре 75 °С в течение не менее 2 часов	Не должно быть воздуха
Водонепроницаемость в течение не менее 72 часов при давлении, МПа	0,001
Водонепроницаемость в течение не менее 10 минут при давлении, МПа	0,3—0,5

Таблица 6.8. Сравнительная характеристика материала Эпикром с битумными материалами

Паказатели кровельных покрытий		**Битумно-полимерные материалы**		**Эпикром**
		APP	**SBS**	
Толщина, мм		5	5	1,2
Масса, кг/м^2		4,12	5,44	1,63
Теплостойкость, °С		100	100	120
Водопоглощение за 24 ч, % по массе		0,58	0,38	0,15
Взрывная сила при растяжении Н (кгс)/50 мм	После изготовления	608,6 (62,1)	490 (50)	423,4 (43,2)
	После термостарения 14 сут. при *t* °С	640,9 (65,4) 80	544,7 (56,6) 80	358,7 (36,6) 100
	Через 20 лет (прогноз по результатам ускоренных климатических испытаний)	393 (40)	620 (63)	282,2 (28,8)
Условная прочность при растяжении, МПа	После изготовления	2,5	2,0	7,2
	После термостарения 14 сут. при *t* °С	2,6 80	2,26 80	6,1 100
	Через 20 лет (прогноз по результатам ускоренных климатических испытаний)	1,6	2,52	4,8

Таблица 6.8 *(окончание)*

Паказатели кровельных покрытий		Битумно-полимерные материалы		Эпикром
		APP	SBS	
Относительное удлинение, %	После изготовления	40,7	53,3	322
	После термостарения 14 сут. при *t* °С	36 80	51,7 80	238,3 100
	Через 20 лет (прогноз по результатам ускоренных климатических испытаний)	5—13,7	0—10,0	120
Гибкость (отсутствие трещин на брусе [*r*] = [мм] при [*t*] = [°С])	После изготовления	*r* = 10 –21 °С	*r* = 10 –27 °С	*r* = 5 62 °С
	После термостарения 14 сут. при *t* °С	*r* = 10 –25 °С	*r* = 10 –22 °С	*r* = 5 60 °С
	Через 20 лет (прогноз по результатам ускоренных климатических испытаний)	*r* = 10 +15 °С	*r* = 10 +15 °С	*r* = 5 56 °С
Защита от УФ-излучения		Посыпка	Посыпка	Не требуется
Минимальное количество слоев на кровле		2	2	1

6.2.1. Изоляционные работы

Таблица 6.9. Допуски при подготовке поверхностей (СНиП 3.04.01–87, таблица 2)

Технические требования	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1. Допускаемые отклонения поверхности основания: а) при рулонной эмульсионной и мастичной изоляции: вдоль уклона и на горизонтальной поверхности поперек уклона и на вертикальной поверхности б) из штучных материалов: вдоль и поперек уклона	 ±5 ±10 ±10	Измерительный, не менее 5 измерений трехметровой рейкой на каждые 70—100 м² поверхности или на меньшей площади в местах, определяемых визуальным осмотром, акт приемки

Таблица 6.9 *(окончание)*

Технические требования	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
2. Отклонение плоскости основания от заданного уклона (по всей площади)	0,2%	То же
3. Число неровностей (плавного очертания протяженностью не более 150 мм) на площади поверхности, 4 м^2	Не более 2	То же
4. Толщина элемента конструкции (от проектной)	10%	То же
5. Допускаемая влажность оснований при нанесении изолирующих составов, кроме составов на водной основе, не должна превышать: бетонных цементно-песчаных, гипсовых и гипсопесчаных	 4% 5%	Измерительный, не менее 5 измерений на 50—70 м^2 основания, регистрационный

Таблица 6.10. Допуски при устройстве изоляции (СНиП 3.04.01–87, таблица 7)

Технические требования	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1. Полный отвод воды с горизонтальных и наклонных поверхностей	—	Технический осмотр, акт приемки
2. Количество наклеенных слоев и расположение полотнищ в слоях	Отступление от проекта не допускается	Измерительный, 5 измерений на 120—150 м^2 поверхности покрытия (пробные надрезы с последующей заделкой надрезанных мест), акт приемки
3. Прочность сцепления с основанием и между собой изоляционного ковра — не менее 0,5 МПа	—	Измерительный, 5 измерений на 120—150 м^2 поверхности покрытия (при простукивании не должен изменяться характер звука); при пробных разрывах приклеенных материалов не должны наблюдаться отслоения (разрыв должен происходить внутри рулонного полотна), акт приемки

Таблица 6.10 *(окончание)*

Технические требования	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
4. Пузыри, вздутия, воздушные мешки, разрывы, вмятины, проколы, губчатое строение, потеки и наплывы на покрытии	Не допускаются	То же
5. Увеличение влажности оснований по сравнению со стандартом	Не более 0,5%	Измерительный, 5 измерений на 50—70 м^2 покрытия или отдельных участках меньшей площади в местах, выявленных визуально, акт приемки

Таблица 6.11. Требования при устройстве изоляции из полимерных и эмульсионно-мастичных составов (СНиП 3.04.01–87, таблица 3)

Технические требования	Значение	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Толщина одного слоя изоляции, мм:		Измерительный, технический осмотр, не менее 5 измерений на каждые 70—100 м^2 в местах, определяемых визуальным осмотром, журнал работ
холодных асфальтовых мастик	7	
эмульсий	3	
полимерных составов (типа "Кровлелит", "Вента")	1	
цементных растворов	10	
Прочность сцепления покрытия с основанием, не менее, МПа:		Измерительный, 5 измерений на 120—150 м^2 поверхности покрытия, акт приемки
асфальтовых мастик	0,4	
полимерных составов	0,5	

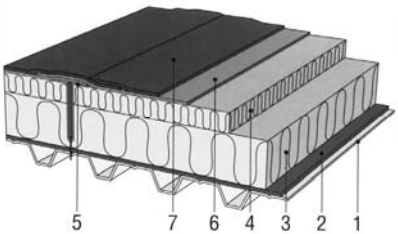
Таблица 6.12. Требования при устройстве изоляции из цементных растворов, горячих асфальтовых смесей, битумоперлита и битумокерамзита (СНиП 3.04.01–87, таблица 4)

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1. Допускаемые отклонения поверхности (при проверке двухметровой рейкой): по горизонтали по вертикали плоскости элемента от заданного уклона — 0,2% толщины элемента покрытия — –5…+10%	 ±5 мм –5…+10 Не более 150 мм Не более 3,0 мм	Измерительный, не менее 5 измерений на каждые 50—100 м^2 поверхности или на участке меньшей площади в местах, определяемых визуальным осмотром
2. Подвижность составов (смесей) без пластификаторов, см: при нанесении вручную — 10 при нанесении установками с поршневыми или винтовыми насосами — 5 при применении пластификаторов — 10	 +2 см +4 см +2 см	Измерительный, не менее 3 измерений на каждые 70—100 м^2 поверхности покрытия
3. Температура горячих асфальтовых смесей, битумоперлита и битумокерамзита при нанесении — не менее 120 ºС	—	Измерительный, периодический, не менее 8 раз в смену, журнал работ

6.2.2. Схемы устройства кровельного покрытия

Покрытие по профилированному стальному листу

Двухслойное теплоизоляционное решение кровли с двухслойным наплавляемым гидроизоляционным ковром и механическим креплением



1 — несущий стальной профилированный настил;

2 — пароизоляционный слой;

3 — теплоизоляционный слой из плит РУФ БАТТС Н;

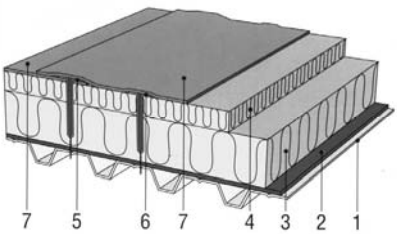
4 — теплоизоляционный слой из плит РУФ БАТТС В;

5— механическое крепление (саморез);

6 — нижний слой наплавляемого гидроизоляционного ковра;

7 — верхний наплавляемый гидроизоляционный ковер.

Двухслойное теплоизоляционное решение кровли с однослойным покрытием из полимерных мембран и механическим креплением



1 — несущий стальной профилированный настил;

2 — пароизоляционный слой;

3 — теплоизоляционный слой из плит РУФ БАТТС Н;

4 — теплоизоляционный слой из плит РУФ БАТТС В;

5 — механическое крепление (фиксация гидроизоляционной мембраны);

6 — механическое крепление (фиксация теплоизоляции к основанию);

7 — слой насухо уложенного гидроизоляционного ковра из полимерных мембран ПХВ.

Таблица 6.13. Техническая характеристика кровельных наплавляемых мягких покровных материалов

Основа	Температура плавления, °С	Гибкость на брусе, мм	Тепло-стойкость, °С	Усилие на разрыв, Н
Полиэстер 160 г/м^2	160	–10°С/d20	+130	650
Полиэстер+ стекловолокно 150 г/м^2	160	–18°С /d20	+130	650
Полиэстер 180 г/м^2	160	–18°С/d20	+130	630

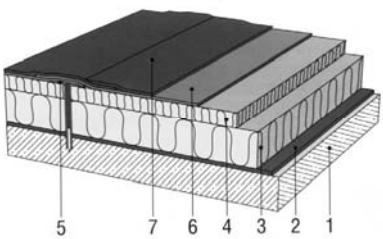
Таблица 6.13 *(окончание)*

Основа	Температура плавления, °С	Гибкость на брусе, мм	Тепло-стойкость, °С	Усилие на разрыв, Н
Полиэстер + стекловолокно 150 г/м^2	160	–18°С/d20	+130	700
Полиэстер 170 г/м^2	110	–25°С/d100	+100	700
Стеклохолст 60 г/м^2	150	–18°С/d25	+80	400
Стеклохолст	—	–15°С/d10	+120	360
Полиэстер	—	–15°С/d10	+120	600
”	—	–25°С/d100	—	600

Примечание. Срок службы кровли — до 20 лет.

Покрытие по железобетонному основанию

Двухслойное теплоизоляционное решение кровли с двухслойным наплавляемым гидроизоляционным ковром и механическим креплением



1 — несущая железобетонная плита покрытия;

2 — пароизоляционный слой;

3 — теплоизоляционный слой из плит РУФ БАТТС Н;

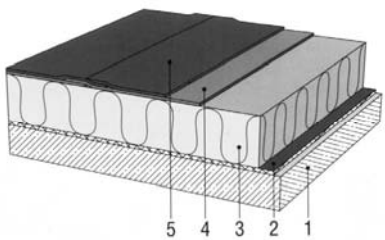
4 — теплоизоляционный слой из плит РУФ БАТТС В;

5 — механическое крепление (металлический дюбель);

6 — нижний слой наплавляемого гидроизоляционного ковра;

7 — верхний наплавляемый гидроизоляционный ковер.

Однослойное теплоизоляционное решение кровли с двухслойным наплавляемым гидроизоляционным ковром и клеевым креплением



1 — несущая железобетонная плита покрытия;

2 — приклейка горячим битумом, выполняющая роль пароизоляции;

3 — теплоизоляционный слой из плит РУФ БАТТС;

4 — нижний слой наплавляемого гидроизоляционного ковра;

5 — верхний наплавляемый гидроизоляционный ковер.

Таблица 6.14. Технические параметры минераловатных плит РУФ БАТТС (ROCKWOOL)*

Наименование показателей	**Н**	**В**
Плотность, кг/м^3	120	180
Теплопроводность при температуре 25 ºС:		
λ25, Вт/(м·К)	0,036	0,038
λА, Вт/(м·К)	0,042	0,045
λБ, Вт/(м·К)	0,045	0,048
Прочность на сжатие при 10% деформации, кПа, не менее	25	65
Прочность на отрыв слоев, кН/м^2 (не менее)	4,0	7,5
Водопоглощение при погружении, %, по объему не менее	1,5	1,5
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	0,32	–0,30
Группа горючести	НГ	НГ
Стандартные размеры теплоизоляционных плит, (длина × ширина × толщина), мм	1000×600×40÷200	1000×600×40

* изготовлены на основе базальтовых пород

Таблица 6.15. Основные технические параметры битумно-полимерной мембраны "Петрофлекс" для устройства кровли

Параметр	**Петрофлекс™ V APP**	**Петрофлекс™ P APP**	**Петрофлекс™ P APP Extra**	**Петрофлекс™ P APP Nord**	**Петрофлекс™ P APP Super**
Основа	Армированное стекловолокно	Полиэстер 180 г/м^2	Полиэстер 180 г/м^2	Полиэстер 180 г/м^2	Полиэстер 180 г/м^2
Модификатор	APP	APP	APP	APP	APP
Теплостойкость, °С	120	120	120	120	130
Температура укладки, °С	–5	–5	–10	–15	–20

Таблица 6.15 *(окончание)*

Параметр	Петрофлекс™ V APP	Петрофлекс™ P APP	Петрофлекс™ P APP Extra	Петрофлекс™ P APP Nord	Петрофлекс™ P APP Super
Морозостойкость не хуже, °С	–32	–32	–38	–43	–47
Усилие на разрыв, Н/5 см	310/210	860/540	865/610	880/560	910/750
Относительное удлинение, %	2	39—45	43—45	40—50	48

Таблица 6.16. Технические характеристики металлоизола

Показатель	МА-550	МВ-270
Толщина алюминиевой фольги, мм	0,1	0,05
Масса 1 м^2 алюминиевой фольги, г	550	270
Масса 1 м^2 металлоизола, г	3500±5%	3300±5%
Толщина, мм, не менее	2,5	
Расход покровного состава (мастики), г/м^2, не менее	3000	
Содержание наполнителя в мастике, %	25	
Отношение массы мастики к массе фольги	5	
Температура размягчения мастики, °С	95	
Предел прочности мастики при разрыве, МПа	15	
Растяжимость при 25 °С, см	1,8	
Гибкость по шкале ШГ-1 при 20 °С (диаметр стержня), мм	20	
Ширина рулона, см	60	
Масса 1 м, кг	2,1	

Примечание. Металлоизол применяют при устройстве оклеечной гидроизоляции на деформируемом основании.

Таблица 6.17. Технические характеристики фольгоизола и фольгорубероида

Показатель	Фольгоизол	Фольгорубероид
Расход вяжущего (резино- или полимербитумного), г/м^2	Не менее 200	—
Водонепроницаемость при гидростатическом давлении, МПа	0,2	
Водопоглощение за 24 ч, г/м^2	Не более 4	—
Предел прочности при разрыве, МПа, не менее	4	
Ширина полотна, мм	960—1000	1030
Площадь рулона, м^2	10	10,5

Технические характеристики стеклоизола

Основа..... ……стеклохолст

Расход покровного состава (резинобитумная мастика изол), г/м^2……. 1900

Толщина, мм..... ……2

Предел прочности при разрыве, МПа .....……0,7

Водопоглощение, %, не более.....….10

Таблица 6.18. Материалы для получения холодной мастики

Составляющие*	Содержание составляющих, % по массе		
	Условия применения		
	Летнее время		Зимнее время при температуре наружного воздуха выше 5 °С
	Требуемая теплостойкость мастики, °С		
	60	75	—
Сплав битума с температурой размягчения 60°С			
БНК-5	24	—	—
БНК-2	36	—	—

Таблица 6.18 *(окончание)*

Составляющие*	Содержание составляющих, % по массе		
	Условия применения		
	Летнее время		Зимнее время при температуре наружного воздуха выше 5 °С
	Требуемая теплостойкость мастики, °С		
	60	75	—
То же 60—75°С			
БНК-5	—	—	21
БНК-2	—	—	27
То же 70°С			
БНК-5	—	34,2	—
БНК-2	—	22,8	—
Известь (цемент)	12	10	—
Асбест	8	10	7
Соляровое масло (или керосин)	20	23	—
Кукерсольный лак	—	—	45
Латекс СКС-230	—	—	3

* Растворитель для мастик — соляровое масло.

6.3. Черепица и волнистые кровельные материалы

Таблица 6.19. Технические характеристики основных современных типов черепичных покрытий

Наименование черепицы	Морозостойкость, циклы	Водопоглощение по массе,%	Горючесть	Срок службы, не менее, лет
Керамическая пазовая	25	5,0	Негорючая	100
Цементно-песчаная	50	5,0	”	60

Таблица 6.19 *(окончание)*

Наименование черепицы	Морозо-стойкость, циклы	Водопогло-щение по массе,%	Горючесть	Срок службы, не менее, лет
Полимерпесчаная	25	2,0	Трудногорючая	50
Стеклянная	—	~ 0	Негорючая	100
Алюминиевая	—	То же	”	100
Шинглсгонтовая	—	”	Трудногорючая	30
Металлопластиковая	—	”	”	30
Из органического стекла	—	”	Сгораемая	10

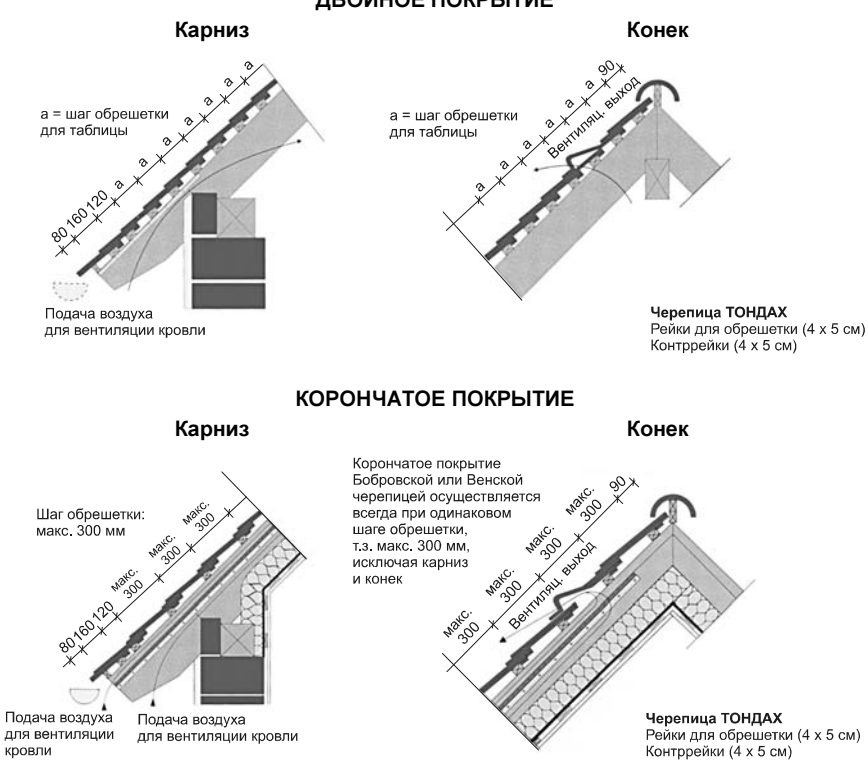


Рис. 6.5. Устройство кровли из черепицы

Таблица 6.20. Технические характеристики цементно-песчаной черепицы "Брас"

Наименование черепицы	Масса 1 шт., кг	Масса 1 м²(пог.), кг	Минимальный уклон кровли, град.	Расход, шт./пог.м	Шаг обрешетки, мм	Длина, мм	Ширина, мм	Строительная		
								длина, мм	ширина, мм	высота, мм
Рядовая	4,2	38—43	14	8,9—10,1	320—375	420±2	330±2	320—375	300±2	75±2
Коньковая	5	(13,5)	—	2,7	—	420	230—250	330—370	—	—

Таблица 6.21. Технические характеристики керамической черепицы "Виттинге-Браас" (Швеция)

Наименование черепицы	Марка	Примерный размер, мм	Шаг обрешетки, мм	Расход, кол-во/м²	Масса 1 шт., кг	Минимальный уклон кровли, град.
Одноволновая	E13	420×235	375	13,3	2,5	22
Двухволновая	T11	420×280	375	10,7	2,8	22
Черепица для конька						
Тип 1	Обыкновенный конек	375×270	—	3,5 шт./пог.м	2,8	22
Доп., тип 1	Соединительный конек (торцовый, Y-образный, T-образный, X-образный)					
Тип 1А	Остроконечный конек	315×260	—	3,5 шт./пог.м	2,8	36
Доп., тип 1А	Соединительный конек (торцовый, Y-образный)					

Таблица 6.22. Технические характеристики керамической черепицы фирмы "Креатон" (Германия)

Наименование черепицы	Длина, мм	Ширина, мм	Шаг обрешетки, мм	Расход, шт./м² (шт./пог.м)	Масса 1 шт., кг
Датская (min уклон кровли 22º)					
Старая датская DK 14	414	240	378	12,5	2,8
Ручного изготовления	390	240	310	16,0	2,6
Выпуклая и вогнутая	По заказу				
Голландская — KDN (min уклон кровли 25º)					
VH 410	362	257	295	15,5	2,6
OVH 181	372	269	312	15,5	2,7
OVH 181 глазурь	372	264	308	16,0	2,7
Large Roman 510	349	258	290	17,0	2,8
Small Roman 810	295	216	260	21,0	2,0
Tuile du Nord	280	214	229	22,3	2,0
Boulet	289	225	238	21,0	2,0
Fiat Mulden	415	245	348	14,0	3,3
Hollow Mulden 161	420	257	348	14,0	3,1
GLT 200, круглый конек	375	220	—	(3,0)	2,6
GLT 200, торцевой конек	360	240	—	(3,0)	2,8
Немецкая (min уклон кровли 14º)					
K 21	440	260	331	15,0	3,1
K 21, конек	—	—	—	(3,0)	3,2
Hanseat 35	435	250	348	14,0	3,3
"Бобровый хвост"	280	120	200	50,0	0,9
Идеальный 138	410	245	337	14,7	2,9

6.4. Технические требования и конструктивные решения кровель

Таблица 6.23. Допускаемые отклонения поверхности основания при рулонной и безрулонной эмульсионной и мастичной кровле

Технические требования	Предельные отклонения
Вдоль уклона и на горизонтальной поверхности	±5мм
Поперек уклона и на вертикальной поверхности	±10мм
Из штучных материалов: вдоль и поперек уклона	±10 мм
Отклонения плоскости элемента от заданного уклона (по всей поверхности)	0,2%
Толщина элемента конструкции (от проектной)	10%
Число неровностей (плавного очертания протяженностью не более 150 мм) на площади поверхности 4 м^2	Не более 2
Толщина грунтовки, мм, для кровель из наплавляемых материалов — 0,7	5%
При огрунтовке отвердевшей стяжки — 0,3	5%
При огрунтовке стяжек в течение 4 ч после нанесения раствора — 0,6	10%

Таблица 6.24. Нормы уклона крыш в зависимости от вида кровельного материала и количества слоев

Вид кровли	Уклон, не менее, %
Кровли из рулонных материалов, наклеиваемых на горячих и холодных мастиках, двухслойные	15
То же трехслойные без защитного слоя гравия	10
То же без защитного слоя гравия, втопленного в горячую мастику	2,5
То же четырехслойные с большим количеством слоев с защитным слоем гравия, втопленного в горячую мастику	0
Лотки ендов рулонных кровель с защитным слоем гравия, втопленного в горячую мастику	0
Кровля из волнистых асбоцементных листов	33
То же усиленного профиля	25
То же с уплотнением швов в горизонтальных стыках	16
Кровля из асбоцементных плиток и черепицы	50

Выбор кровельного материала в зависимости от уклона кровли представлен на рис. 6.6.

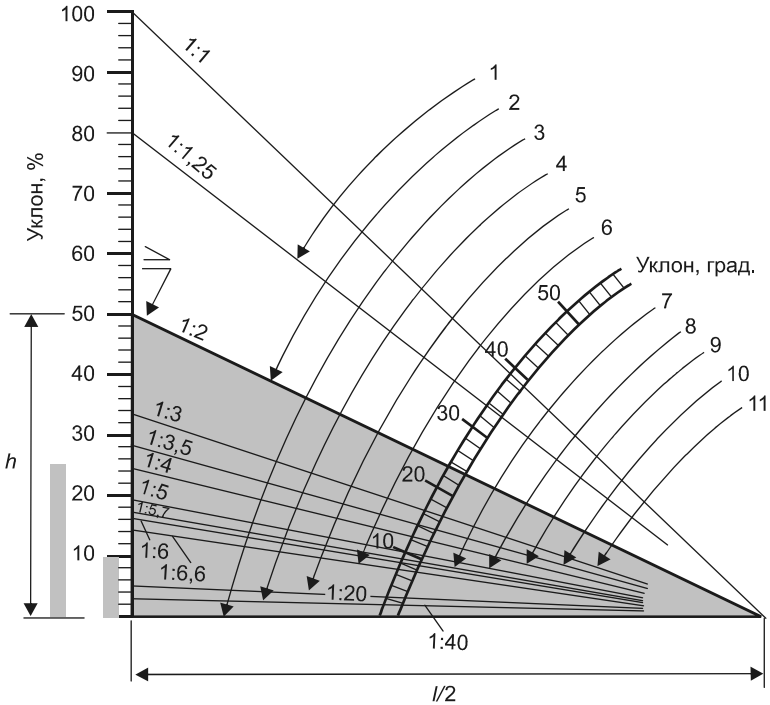
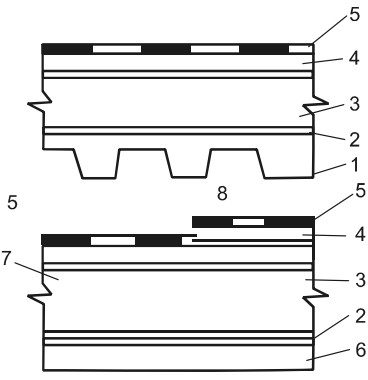
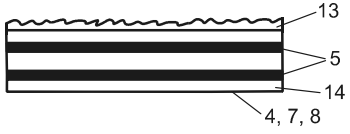
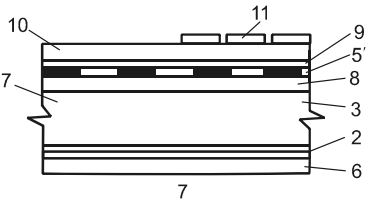
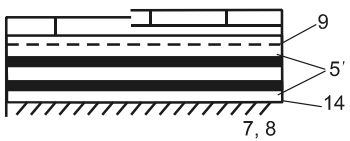
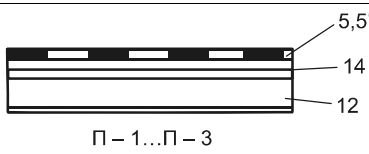
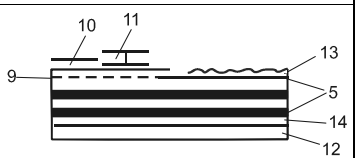


Рис. 6.6. График для выбора кровельного материала в зависимости от уклона крыши: *1* — стружка, щепа, гонт; *2* — черепица, асбестоцементные листы; *3* — рулонные материалы четырехслойных кровель с защитным слоем гравия, втопленного в горячую мастику, и лотки ендов таких же кровель; *4* — рулонные материалы четырехслойных кровель с защитным слоем гравия, втопленного в горячую мастику; *5* — рулонные материалы трехслойных кровель без защитного слоя; *6* — рулонные материалы, наклеиваемые на горячих и холодных мастиках двухскатных кровель; *7* — волнистые асбестоцементные листы унифицированного профиля; *8* — черепица; *9* — асбестоцементные листы усиленного профиля; *10* — листовая сталь; *11* — асбестоцементные листы обыкновенного профиля; *h* — высота конька; *l* — заложение; *l/2* — расстояние по горизонтали (проекция) от конька до карниза свеса

Таблица 6.25. Конструктивные решения кровли

Уклон, %	Вид строительства и тип покрытия	Схема кровельного ковра
1,5—10	1. Новое строительство или капремонт с заменой теплоизоляции 	
1,5—3		
1,5—10		

Условные обозначения: *1* — профнастил; *2* — пароизоляция; *3* — плитный утеплитель; *4* — сборная стяжка; *5* и *5′* — основной кровельный ковер; *6* — железобетонная плита; *7* — монолитный утеплитель; *8* — выравнивающая стяжка; *9* — разделительный слой; *10* — защитный слой из цементно-песчаного раствора или асфальтобетона; *11* — плитки на цементно-песчаном растворе; *12* — существующая старая кровля; *13* — крупнозернистая посыпка на верхнем слое ковра; *14* — грунт

Конструкции и технология устройства мягких кровель представлены на рис. 6.7—6.9.

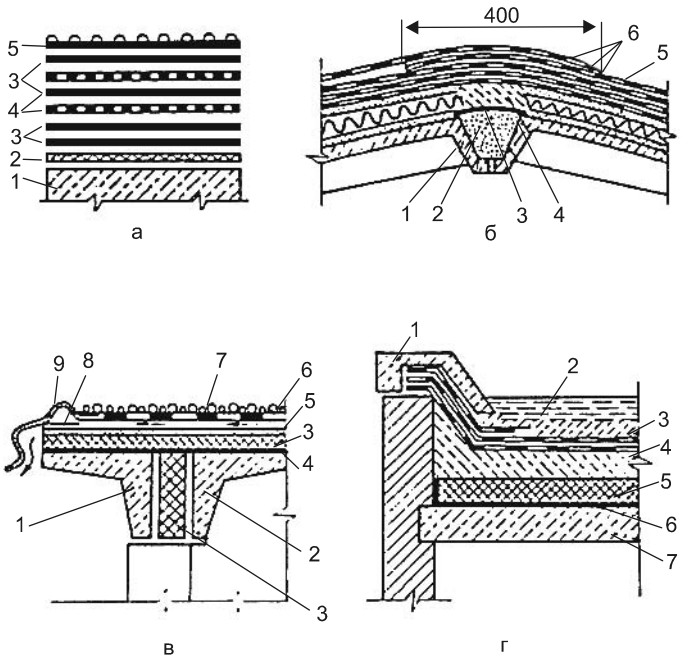


Рис. 6.7. Гидроизоляция кровельных покрытий:
а — конструкция усиленной гидроизоляции (*1* — железобетонное основание; *2* — грунтовка; *3* — рубероид; *4* — армирующие прокладки; *5* — защитный слой);
б — устройство кровельного изоляционного ковра на коньке при уклоне 15% и более (*1* — железобетонная плита; *2* — мелкозернистый бетон; *3* — пароизоляция; *4* — теплоизоляция; *5* — стяжка; *6* — слой рулонного ковра);
в — конструкция карниза при устройстве мягкой кровли (1 — карнизный блок; *2* — плита покрытия; *3* — утеплитель; *4* — пароизоляция; *5* — стяжка; *6* — перфорированный рулонный материал; *7* — защитный слой; *8* — металлическая полоса; *9* — фартук из оцинкованной стали);
г — деталь примыкания водозаполняемой кровли к парапету (*1* — керамический блок; *2* — защитный слой; *3* — водоизоляционный ковер; *4* — стяжка; *5* — теплоизоляция; *6* — пароизоляция; *7* — железобетонная плита)

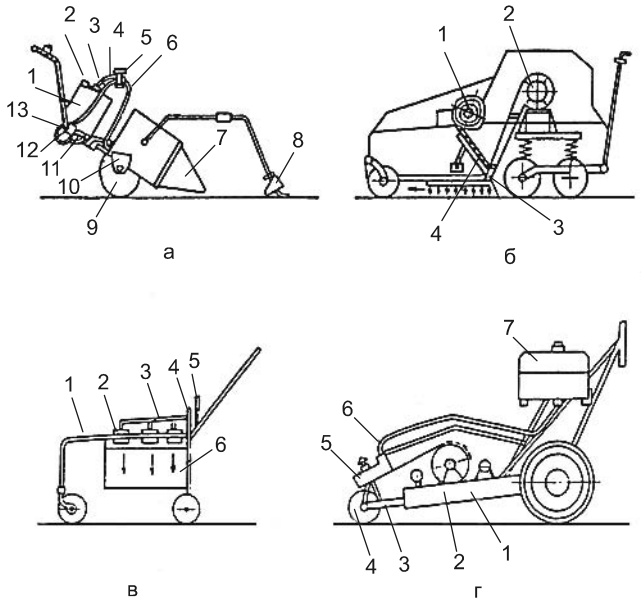


Рис. 6.8. Принципиальные схемы машин для устройства оклеечной изоляции из рулонных материалов со склеивающим слоем:
а — с разогревом горелками, работающими на жидком топливе (*1* — тележка; *2* — топливный бак; *3* — входной трубопровод; *4* — сливной патрубок; *5* — переливная камера; ***б*** — выходной трубопровод; *7* — горелка; *8* — раскатчик; *9* — колесо; *10* — кулачок; *11* — двуплечий рычаг; *12* — толкатель; *13* — топливный насос);
б — с разогревом инфракрасными излучателями, нагреваемыми электрическим током (*1* — рулонный материал; *2* — привод установки; *3* — насадка; *4* — блок нагрева);
в — с разогревом инфракрасными излучателями, работающими на газообразном топливе (*1* — подвижная рама; *2* — инфракрасные излучатели; *3* — газораспределительная труба; *4* — кран; *5* — рычаг управления; *6* — отражательный экран);
г — с использованием органических растворителей (*1* — рама; *2* — рулонный материал; *3* — направляющие прижимного валика; *4* — прижимной валик; *5* — гребенка-щиток; *6* — кронштейн; *7* — бак для растворителя)

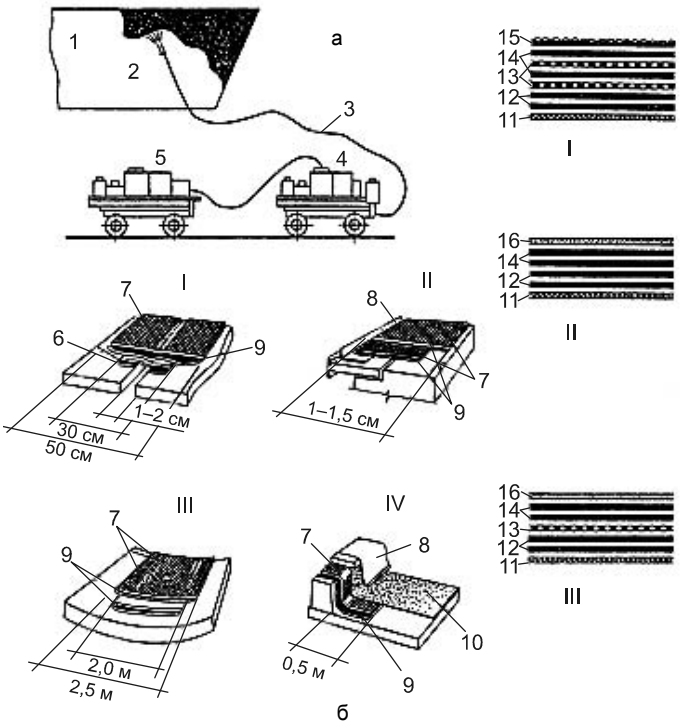


Рис. 6.9. Устройство мастичных кровель:
а — схема устройства мастичных кровель;
б — схема усиления мастичного кровельного ковра; *I* — над швами в стыках; *II* — на карнизах; *III* — в ендовах; *IV* — в местах примыканий;
в — конструктивные решения; *I* — 0—5%; *II* — 5—25%; *III* — свыше 25% (*1* — покрытие; *2* — распыляющая форсунка; *3* — шланг; *4* — установка для механизированной подачи и нанесения паст и мастик; *5* — установка для транспортирования паст и мастик на строительном объекте; *6* — компенсатор из пленки ПХВ; *7* — локальные прокладки из стеклоткани; *8* — фартук из оцинкованной стали; *9* — слой эмульсионной пасты; *10* — мастичная кровля; *11* — грунтовка; *12* — слой пасты; *13* — сплошные армирующие прокладки; *14* — слой мастик; *15* — мелкий гравий; *16* — окраска кровли суспензией алюминиевой пудры в керосине)

Таблица 6.26. Характеристики полимерных покрытий металлочерепицы

Параметры	PVF2	Пурал	Пластизол 200	Пластизол 100	Матовый полиэстер	Полиэстер
Толщина покрытия, мкм	27	50	200	100	35	25
Блеск по Гарднеру, 60°	30—40	—	30—40	30—40	—	10—100
Макс. рабочая температура, °С	120	120	60	60	120	120
Мин. температура обработки, °С	–10	–10	+10	+10	–10	–10
Коррозийная стойкость*	4	5	5	3	4	3
Стойкость к ультрафиолетовому излучению*	5	4	33	23	4	3

* Шкала: 5 — отличная, 4 — очень хорошая, 3 — хорошая, 2 — удовлетворительная, 1 — слабая.

6.4.1. Инверсионные кровли

Инверсионной называется кровля, конструкция которой "перевернута" по сравнению с традиционной, то есть гидроизоляционный слой располагается под слоем утеплителя непосредственно на поверхности бетонного перекрытия (основания кровли).

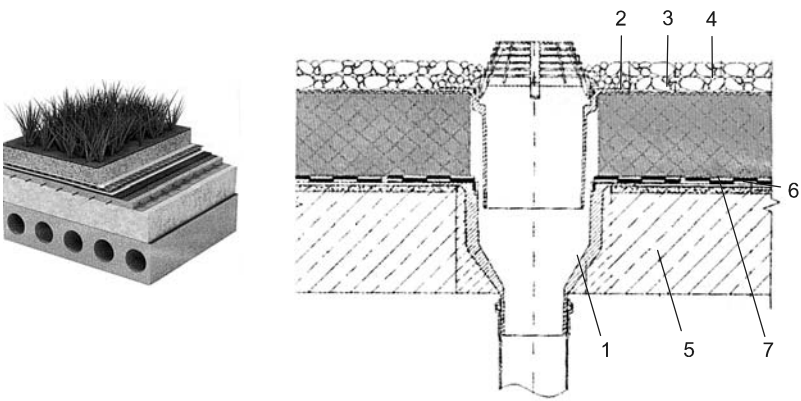


Рис. 6.10. Устройство гидроизоляции водоприемных воронок:
1 — водоприемная воронка сборная; *2* — URSA FOAM; *3* — геотекстиль; *4* — гравийный слой, фракция 16/32 мм; *5* — железобетонная плита перекрытия; *6* — уклонообразующая цементно-песчаная стяжка; *7* — гидроизоляционный слой

ПЕНОПЛЭКС (экструзионный пенополистирол)

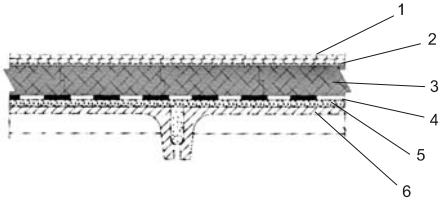


Рис. 6.11. Неэксплуатируемые инверсионные кровли:
1 — пригрузочный слой из гравия; *2* — предохранительный (фильтрующий) слой — геотекстиль; *3* — ПЕНОПЛЭКС; *4* — гидроизоляция кровли рулонным материалом; *5* — уклонообразующий слой из легкого бетона или цементно-песчаного раствора; *6* — железобетонная плита перекрытия

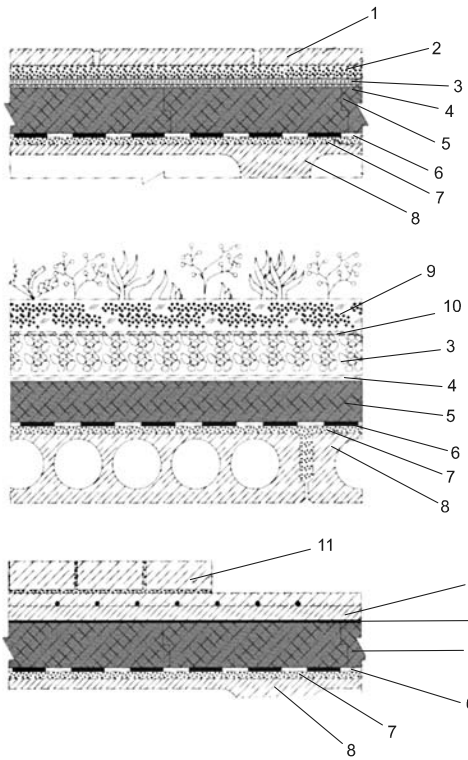


Рис. 6.12. Эксплуатируемые инверсионные кровли:
1 — плиты тротуарные; *2* — песок; *3* — дренажный слой из гравия фракции 10—20 мм; *4* — фильтрующий слой (геотекстиль); *5* — ПЕНОПЛЭКС; *6* — гидроизоляция кровли рулонным материалом; *7* — уклонообразующая цементно-песчаная стяжка; *8* — железобетонная плита перекрытия; *9* — растительный слой; *10* — противокорневой слой; *11* — плиты тротуарные на растворе; *12* — армированный железобетон; *13* — полиэтиленовая пленка

6.5. Устройство мансарды по технологии "сухого строительства"

Мансарда с обшивкой на деревянном каркасе

Конструкция из гипсокартонных листов и каркаса из деревянных брусков, закрепленных непосредственно на стропилах или при помощи прямых подвесов (рис. 6.13, *а*, *б*).

Вариант А — крепление брусков обрешетки потолка и ската непосредственно к стропилам.

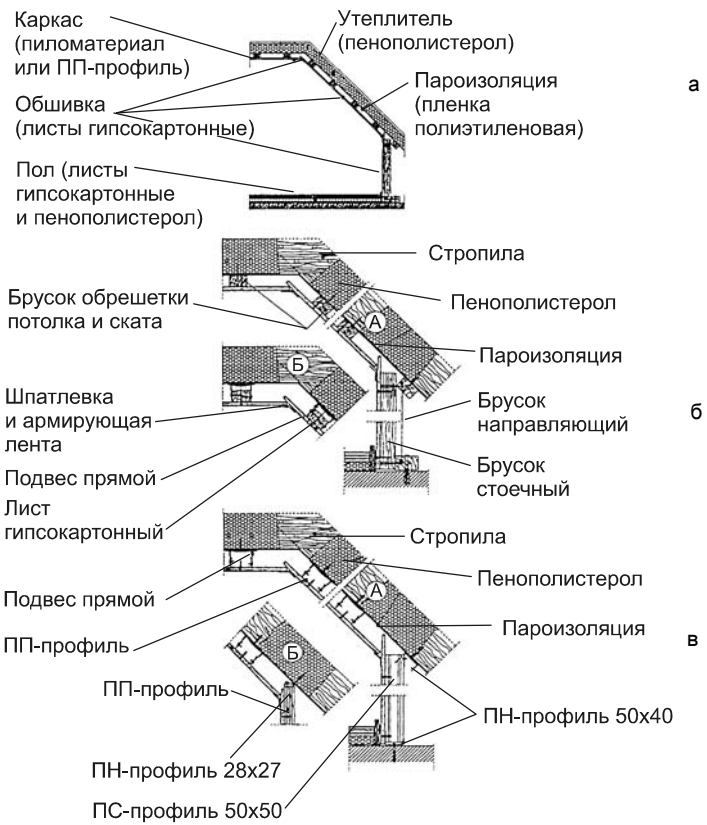


Рис. 6.13. Устройство мансарды

Вариант Б — крепление брусков обрешетки потолка и ската к стропилам при помощи прямых подвесов деревянных брусков.

Мансарда с обшивкой на металлическом каркасе

Конструкция из гипсокартонных листов и каркаса из металлических профилей, закрепленных на стропилах при помощи прямых подвесов (рис. 6.13, *в*).

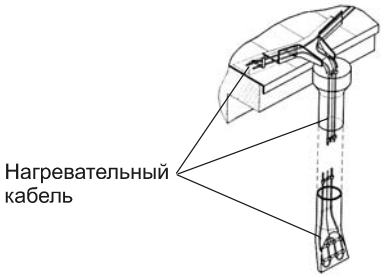
Вариант А — устройство стены с использованием стоечных ПС-профилей 50×50×0,6 и направляющих ПН-профилей 50×40×0,6 (крепление верхней направляющей показано как одно из возможных решений).

Вариант Б — устройство стены с использованием потолочных ПН-профилей 60×27×0,6 и направляющих ПН-профилей 28×27×0,6.

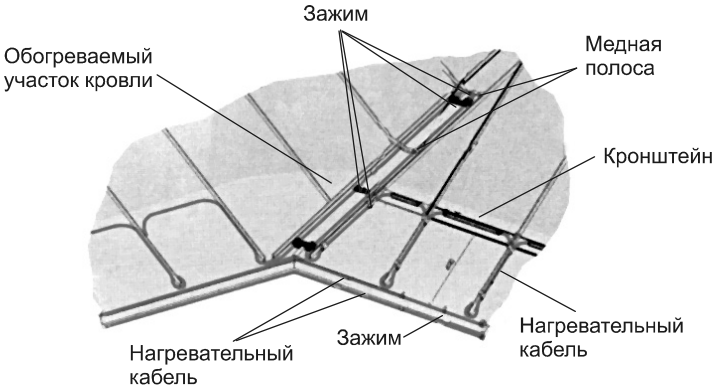
6.5.1. Кабельная антиобледенительная система "Теплоскат"

Система "Теплоскат":

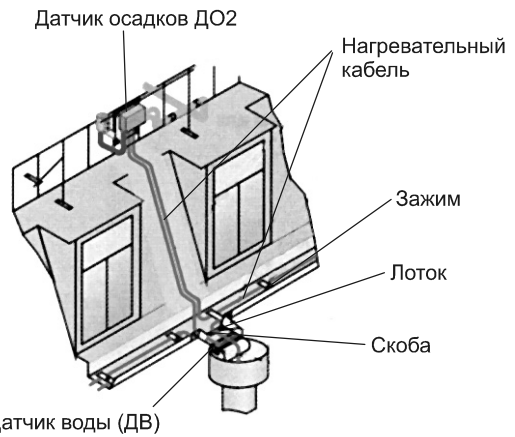
- ❒ исключает образование наледи;
- ❒ увеличивает срок службы кровли и водостоков;
- ❒ предотвращает разрушение фасадов зданий;
- ❒ обезопасит человека от падения сосулек и ледяных глыб;
- ❒ устанавливается на любую крышу;
- ❒ не требует демонтажа на лето;
- ❒ надежный обогревательный кабель стоек к перепадам температуры и солнечной радиации;
- ❒ управляется автоматически или вручную.



а



б



в

Рис. 6.14. Примеры антиобледенительной системы "Теплоскат", исключающей образование льда и сосулек на крыше здания:
а **—** пример обогрева водосточной трубы и лотка (типичный случай);
б **—** пример обогрева ендовы и нижней части ската (для обогреваемой кровли);
в **—** пример обогрева крутой крыши с мансардными окнами

Система DEVI (Дания)

Компания DEVI разработала микропроцессорный терморегулятор — **devireg™ 810**. Он оснащен сигнализатором, который сообщает о сбоях или помехах в работе, а также датчиками температуры и влажности. Терморегулятор имеет жидкокристаллический дисплей, на который постоянно выводятся параметры работы системы снеготаяния. Он прост в эксплуатации и легко программируется, благодаря этому режим работы можно менять.

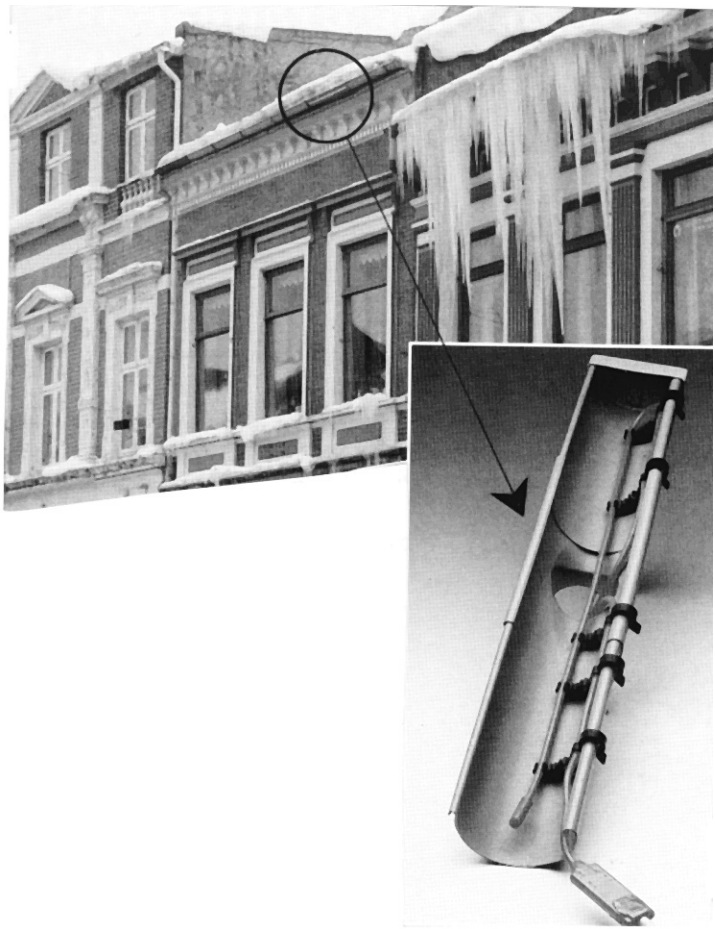


Рис. 6.15. Защита крыши и водостоков от наледей

devireg™ 810 обеспечивает оптимальное управление процессом стаивания снега и льда. Система начинает работать при определенных климатических условиях.

Если температура воздуха опускается ниже температуры таяния (0—6 °С), и при этом датчик регистрирует наличие осадков, система включает обогрев. А если, например, на улице дождь, но при этом тепло, то обогрев крыш включаться не будет.

Рис. 6.16. Интеллектуальный дом

7. Бетонные работы

7.1. Опалубочные работы

Классификация и типы опалубок представлены на рис. 7.1—7.5.

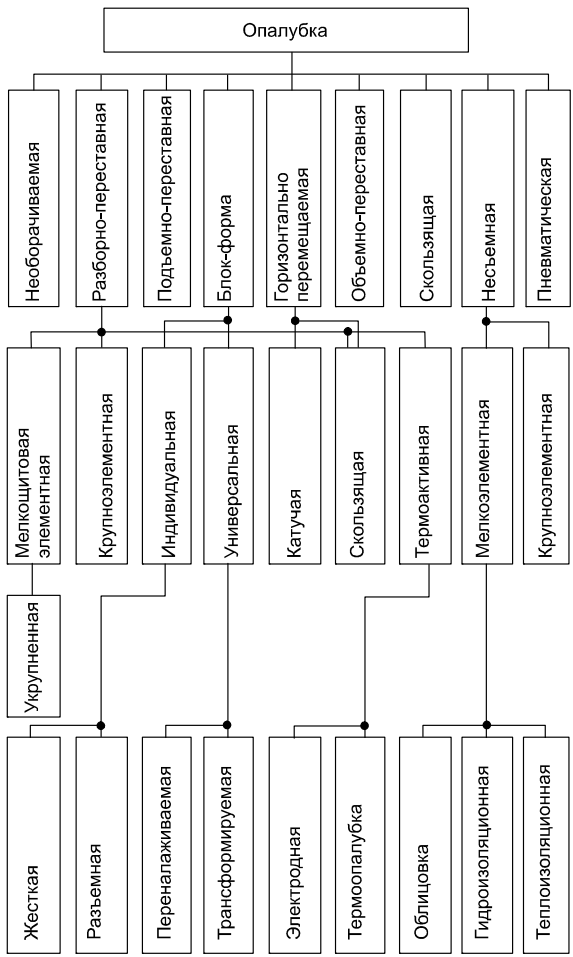


Рис. 7.1. Классификация опалубок по различным признакам

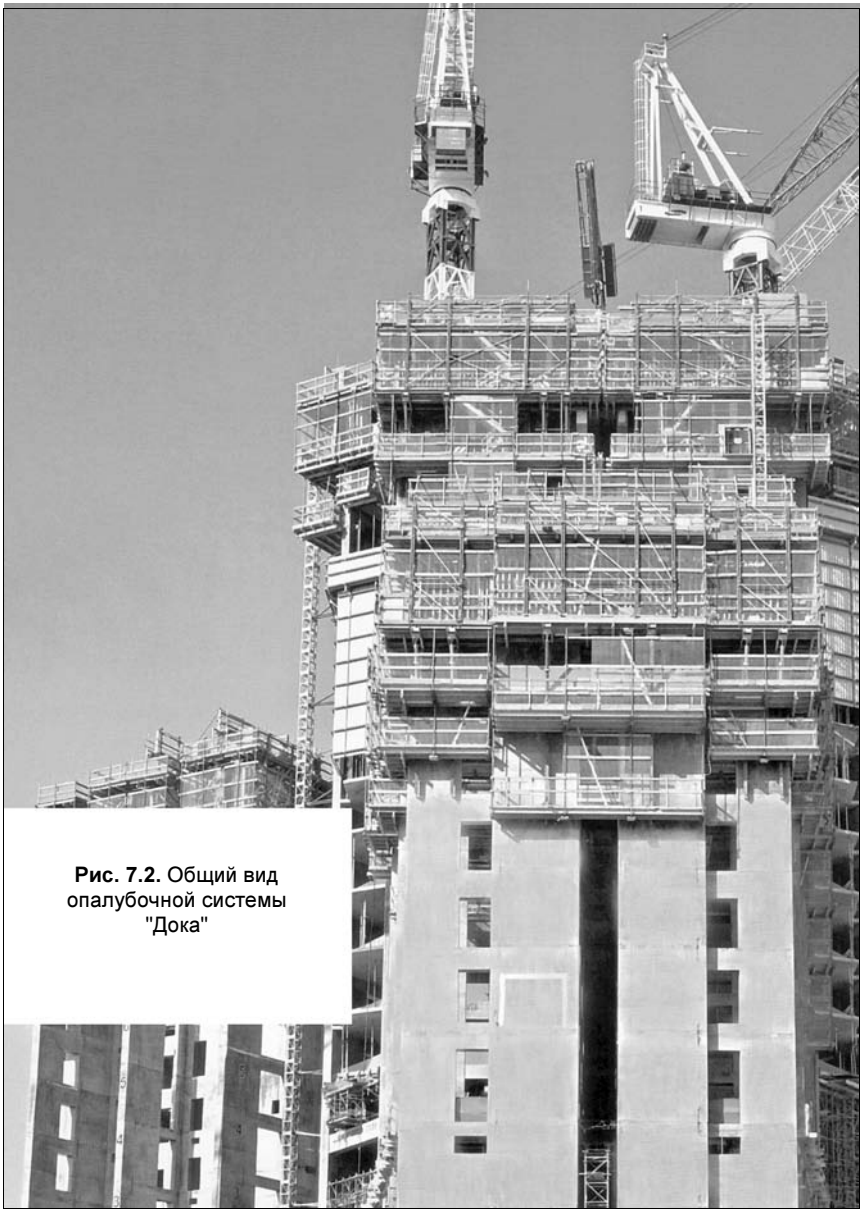


Рис. 7.2. Общий вид опалубочной системы "Дока"

Таблица 7.1. Трудоемкость выполнения работ по устройству опалубок различных конструкций, чел·ч/м^2

Наименование или тип опалубки	Стены, м					Ступенчатые фундаменты, м		Фундаменты под оборудование (до 4,2 м)
	2,7	3	3,3	4,2	6	4,2	8,1	
Монтаж поэлементно вручную								
"Монолит-72"	0,483	0,626	0,68	0,916	1,583	0,885	1,366	1,085
Фанерная	0,61	0,01	0,89	0,96	1,38	1,16	1,63	1,3
Дощатая	0,81	1,02	1,21	1,4	1,68	1,31	2,11	1,32
Стальная из гнутых профилей	0,51	0,71	0,8	0,38	1,48	0,59	0,961	0,91
Несъемная стеклоцементная	0,42	0,51	0,53	0,61	0,825	0,59	0,99	0,93
Монтаж предварительно укрупненными панелями								
"Монолит-72"	0,37	0,41	0,48	0,61	0,61	—	—	—
Крупнощитовая	0,25	0,31	0,36	0,42	0,42	—	—	0,42
Монтаж блок-форм индивидуальных	—	—	—	—	—	0,28	0,5	—
Инвентарная деревометаллическая; крупными щитами, содержащая водостойкую фанеру	0,32	0,41	0,53	0,6	0,66	—	—	—
Несъемная из набрызг-бетона	0,53	0,41	0,45	0,5	0,53	0,61	0,79	0,99
Катучая	0,52	0,54	0,57	0,65	0,695	—	—	—
Крупнощитовая металлическая	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	—	—	—
Крупнощитовая металлическая (ЦНИИОМТП)	0,35	0,35	0,8	0,83	0,63	—	—	—
Укрупненные панели, размер ячеек 600×900 мм (НИИСП)	0,32	0,33	0,4	0,5	0,63	—	—	—
Мелкощитовая, собираемая на месте (ЦНИИОМТП)	0,489	0,55	0,58	0,113	1,56	—	—	—

Таблица 7.2. Точность изготовления и установки опалубки (СНиП 3.03.01–87, таблица 10)

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Точность изготовления опалубки:		Технический осмотр, регистрационный
инвентарной	По рабочим чертежам и техническим условиям	
пневматической	По техническим условиям	
Уровень дефектности	Не более 1,5 %	Измерительный
Точность установки инвентарной опалубки:		Измерительный, всех элементов, журнал работ
для конструкций, готовых под окраску без шпатлевки	Перепады поверхностей не более 2 мм	
для конструкций, готовых под оклейку обоями	То же, не более 1 мм	
для конструкций, к поверхностям которых не предъявляются требования точности	По проекту	
Точность установки и качество поверхности несъемной опалубки-облицовки	Определяется качеством поверхности облицовки	То же
Точность установки несъемной опалубки, выполняющей функции внешнего армирования	По проекту	То же
Прогиб собранной опалубки:		Измерительный
вертикальных поверхностей	1/400 пролета	
перекрытий	1/500 пролета	
Минимальная прочность бетона незагруженных монолитных конструкций при распалубке поверхностей:		Измерительный, журнал работ
вертикальных	0,2–0,3 МПа	
горизонтальных и наклонных при пролете:		
до 6 м	70% проектной	
свыше 6 м	80% проектной	
Минимальная прочность бетона при распалубке загруженных конструкций, в том числе от вышележащего бетона	По ППР и согласованию с проектной организацией	То же

7.1.1. Стеновая опалубка

Опалубка системы "КРАМОС" рассчитана на давление бетонной смеси 80 кПа (8 т/м^2).

Трудоемкость монтажа — 0,5 чел·ч/м^2.

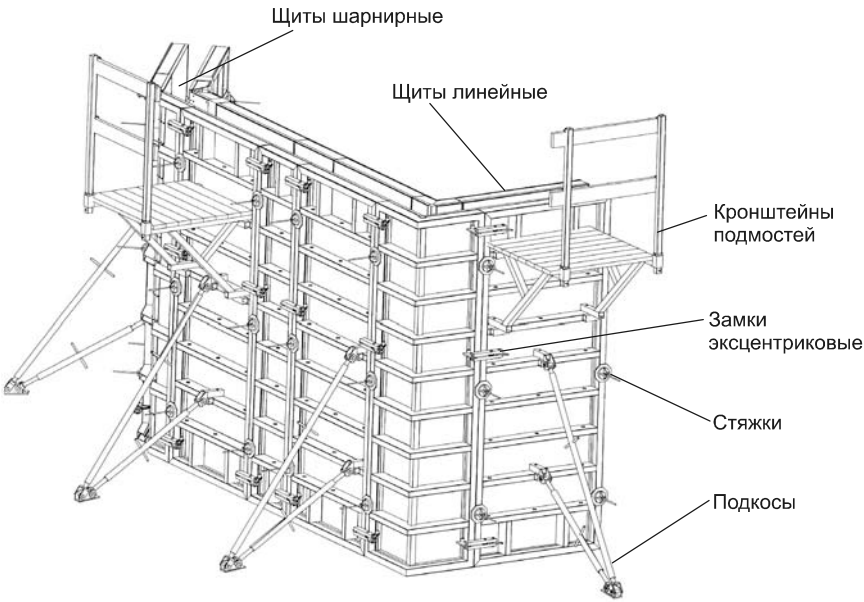


Рис. 7.3. Общий вид стеновой опалубки системы "КРАМОС"

Таблица 7.3. Допуски при установке опалубки

Элементы конструкций опалубки	**Допускаемые отклонения, мм**
Расстояние между опорами изгибаемых элементов опалубки и связями вертикальных поддерживающих конструкций:	
на 1 м длины	25
на весь пролет, не более	75

Таблица 7.3 *(окончание)*

Элементы конструкций опалубки	Допускаемые отклонения, мм
Расстояние от вертикали или проектного наклона плоскостей опалубки и линий их пересечений:	
на 1 м высоты	5
на всю высоту:	
фундаментов	20
стен и колонн высотой до 5 м	10
то же более 5 м	15
балок и арок	5
Смещение осей опалубки от проектного положения:	
фундаментов	15
стен и колонн	8
балок, прогонов, арок	10
фундаментов под стальные конструкции	$1{,}1\sqrt{L}$ (L — длина пролета или шага конструкции, м)
Наибольшая разность отметок плоскостей верхних кружал или поверхности рабочего пола скользящей опалубки на расстояние:	
до 3 м	10
от 3 м и более	15
Положение стоек домкратных рам и осей домкратов от вертикали	Не допускается
Наибольшая разность в отметках ригелей однотипных домкратных рам	10
"Конусность" скользящей опалубки на одну сторону	+4; –2
Обратная "конусность"	Не допускается
Расстояние между домкратами, рамами	10
Смещение осей домкратов от оси конструкции	2
Смещение осей перемещаемой или переставляемой опалубки относительно осей сооружения	10

Таблица 7.4. Минимальная оборачиваемость опалубки, циклы

Тип опалубки	Палуба			Поддерживающие элементы из стали
	Металлическая (из стали)	Фанерная	Деревянная	
Разборно-переставная мелкощитовая	100	30	20	200
То же крупнощитовая, подъемно-переставная, блочная	120	30	20	120
Объемно-переставная	200	30	20	200
Скользящая	300	60	30	600
Горизонтально перемещаемая (катучая, туннельная)	400	80	40	800

7.1.2. Смазка опалубки и форм при бетонировании

Для уменьшения силы сцепления бетона с опалубкой применяют различные смазки, которые образуют защитную пленку. Снизить адгезию (прилипание) можно путем нанесения на поверхность опалубки пленкообразующих, гидрофобных и комбинированных смазок, а также смазок-замедлителей схватывания бетона. Смазки наносят на опалубку пистолетами-распылителями типа 0-19, 0-31, 0-45 или удочками-распылителями. Пленкообразующие смазки состоят из петралатума, извести-кипелки и жидкого стекла.

Наибольшее распространение получили гидрофобизирующие смазки (солидольная, петролатум-керосиновая, масляная № 2 и т. п.), прямые и обратные эмульсии (ЭС-2, ЭСО-6). Эффективны комбинированные смазки (ЭСО-ГИСИ-30, ЭСЩ-ГИСИ-42 и т. п.) при добавлении в них сульфатно-дрожжевой барды (СДБ) и мылонафта. Деревянные (дощатые, фанерные, из ДСП) опалубки покрывают смазкой марки ЭПХВА-Х или эпоксидной двухсоставной.

Для получения поверхностей высокого качества применяют облицовки из полипропилена, гексолита, гетинакса, винипласта, полиэтилена и т. п.

Изделия с рельефом и изделия сложного очертания изготавливают в стеклопластиковых и железобетонных формах с полимерным рабочим слоем.

Таблица 7.5. Расчетная оборачиваемость неметаллических форм

Формы	Условия тепловой обработки бетона	Число циклов
Деревянные обычного исполнения	Без пропаривания	40
	С пропариванием	15
То же повышенного качества	Без пропаривания	120
	С пропариванием	50
Стеклопластиковые	Без пропаривания	400
	С пропариванием	200
Железобетонные:		
без полимерного рабочего слоя	Любые, кроме автоклавных	300
с полимерным рабочим слоем	С пропариванием	300

Металлические передвижные формы выдерживают 30—100 оборотов до текущего ремонта и 300—750 оборотов до капитального, а неподвижные — 60—120 и 400—900 оборотов соответственно.

Таблица 7.6. Рекомендуемые составы смазки

Вид смазки	Компоненты смазки		Область применения
	Наименование	Содержание,%	
Обратная эмульсия	Эмульсол кислый синтетический (ЭКС), насыщенный раствор извести при температуре 50—55 °С или то же в сочетании с соляровым маслом (5—10%)	20 80	Вертикальные и горизонтальные поверхности форм, кассет при температуре смазки 50—55 °С
Прямая эмульсия	ЭКС + кальцинированная сода + вода	—	Горизонтальные поверхности форм
Масляная	Отработанные масла групп ММО и МИО по ГОСТ 21046-80	—	Поверхности изделий сложных очертаний
Консистентная	Технический вазелин Стеарин Соляровое масло	35 15 50	Поверхности изделий, требующих повышенного качества

Таблица 7.6 *(окончание)*

Вид смазки	Компоненты смазки		Область применения
	Наименование	Содержание,%	
То же	Технический вазелин Стеарин	70 30	То же

7.1.3. Подъемные опалубки

Подъемные леса сконструированы так, что они полностью опираются на стену, крепятся с помощью консолей или выступающей арматуры. Верхний настил повышает безопасность работ. Изменение высоты нижней платформы дает возможность найти нужную точку опирания в каркасных сооружениях.

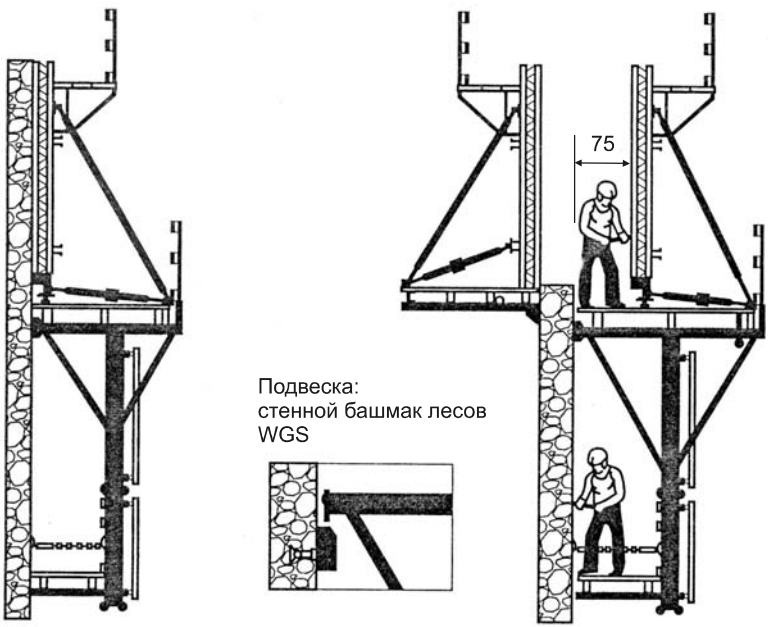


Рис. 7.4. Опалубочные системы "Пери". Подъем опалубки без крана (могут передвигаться назад и вперед на 75 см)

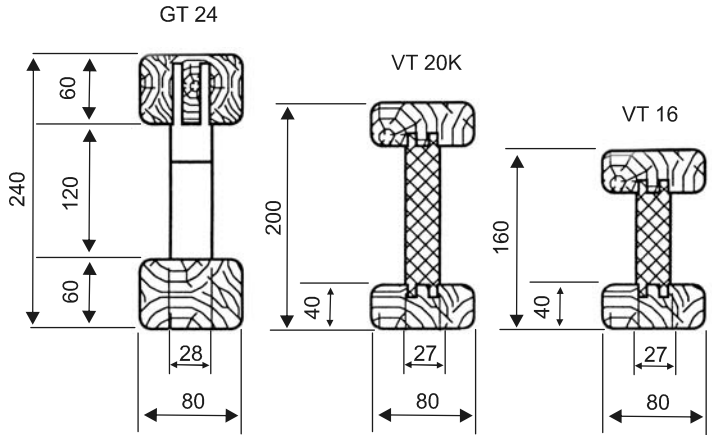


Рис. 7.5. Поперечное сечение балок фирмы "Пери"

Таблица 7.7. Допускаемые отклонения заготовленных элементов разборно-переставной опалубки

Наименование	Величина допускаемых отклонений, мм
Деревянная и фанерная опалубка	
Отклонение от проектных размеров по длине и ширине щитов	+5
Разница в толщине смежных досок щитов нестроганой опалубки	±2
То же строганой опалубки	±0,5
Стальная и деревометаллическая опалубка (со стальным каркасом)	
Отклонения от минимальных размеров по длине и ширине щитов и каркасов для них	±1
Отклонения кромок щитов от прямых линий	±2
Отклонения в расположении отверстий для соединительных элементов (клиньев, болтов, натяжных крюков, пружинных скоб и т. п.)	±2
Отклонения от номинальных размеров по длине стальных схваток	±4
Отклонения кромок схваток	±2 — ±4
Уменьшение высоты поперечных сечений изгибаемых элементов	Не допускается

Таблица 7.8. Допускаемые отклонения при установке опалубки, поддерживающих лесов и креплений

Наименование	Величина допускаемых отклонений, мм
Отклонения от проектных расстояний между опорами изгибаемых элементов опалубки (стойками, схватками, ригелями, прогонами, тяжами и т. п.) и между раскосами и другими связями вертикальных поддерживающих элементов и лесов:	
на 1 м длины	±25
на весь пролет, не более	±75
Отклонения от вертикали или проектного наклона плоскостей опалубки и линий их пересечений:	
на 1 м высоты	5
на всю высоту конструкций фундаментов	20
стен и колонн высотой до 5 м, поддерживающих монолитные перекрытия	10
то же высотой более 5 м	15
колонн каркаса, связанных балками арок	10
Смещение осей опалубки от проектного положения:	
фундаментов	15
стен и колонн	8
балок прогонов, арок	10
Смещение осей горизонтально перемещаемой опалубки относительно осей сооружения	10
Отклонения внутренних размеров коробов опалубки балок, колонн и расстояний между внутренними поверхностями опалубки стен до проектных размеров	+5

Таблица 7.9. Современные опалубочные системы для монолитного строительства

Характеристика	Алюминиевая крупнощитовая опалубка AGS-80AL	Алюминиевая крупнощитовая опалубка AGS-50AL	Стальная крупнощитовая опалубка AGS-80ST
Опалубка стен	Каркасные модульные щиты		
	H = 3 м, B = 0,25—1,2 м		H = 3 м, B = 0,3—2,4 м
	H = 3,3 м, B = 0,25—1,2 м		

Таблица 7.9 *(окончание)*

Характеристика	Алюминиевая крупнощитовая опалубка AGS-80AL	Алюминиевая крупнощитовая опалубка AGS-50AL	Стальная крупнощитовая опалубка AGS-80ST
Опалубка колонн	Каркасные модульные щиты		
	H = 3 м, сечением от 0,2 до 1 м H = 3,3 м, сечением от 0,2 до 1 м		H = 3 м, сечением от 0,2 до 0,8 м
Опалубка перекрытий	Стойка телескопическая (оцинкованная), алюминиевые рамы (H = 0,3—2,4 м, B = 1,2—1,8 м) крестовые связи, домкраты, основания, опоры под балки, алюм. балки (H = 140, 165 мм)		
Комплектующие элементы	Центрирующие клиновые замки для монтажа и демонтажа крупноразмерными элементами, подкосы для установки, рихтовки и распалубки, навесные подмости для бетонирования, накатные шпильки (стяжки) для восприятия давления бетонной смеси, шкворня, хомуты для сборки колонн		
Каркас	Высокоточные алюминиевые профили		Стальные специальные профили, оцинкованные методом горячего цинкования (толщина покрытия не менее 80 мкм)
Палуба	Ламинированная фанера — толщина 18 мм, марка BUF-100, ламинат с p = 220 г/м^2		
Средний приведенный вес	30 кг/м^2	25 кг/м^2	40 кг/м^2
Максимальный прогиб	1/400 пролета		
Расчетная нагрузка от давления бетонной смеси	80 кПа	50 кПа	80 кПа

В табл. 7.9 приведены сведения об опалубочных системах ООО "АгриСОВГАЗ".

7.1.4. Балочные опалубки и столы для перекрытий

Рис. 7.6. Опалубка для балок UZ "МУЛЬТИФЛЕКС"

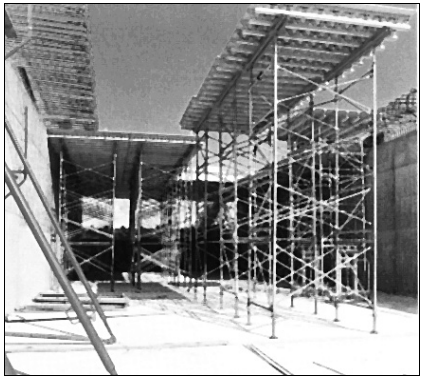


Рис. 7.7. Стол для перекрытия. Система PD 8

Рис. 7.8. Стол для перекрытия "УНИПОРТАЛЬ"

7.1.5. Опоры для перекрытия, опорные леса

Система "СКАЙДЕК" — новая и быстрая опалубка для перекрытия из высокопрочного алюминия.

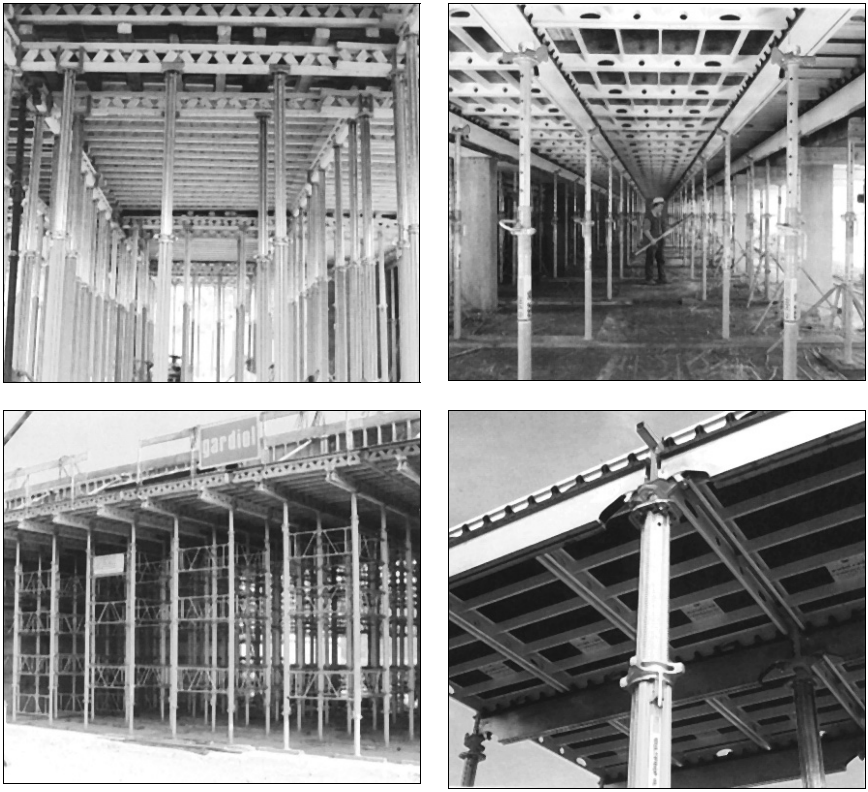


Рис. 7.9. Опалубка для перекрытия ПЕРИ "СКАЙДЕК"

Продольная балка экономит опоры — только 0,29 опор/м^2 перекрытия.

Минимальные расходы на очистку — углы стока, пластмассовые рейки и порошковое покрытие почти полностью избавляют от проблем при очистке опалубки.

Конструкции "СКАЙДЕК" из алюминия — максимальный вес 15 кг.

Падающая головка дает возможность распалубки уже через одни сутки.

7.1.6. Опалубка для колонн

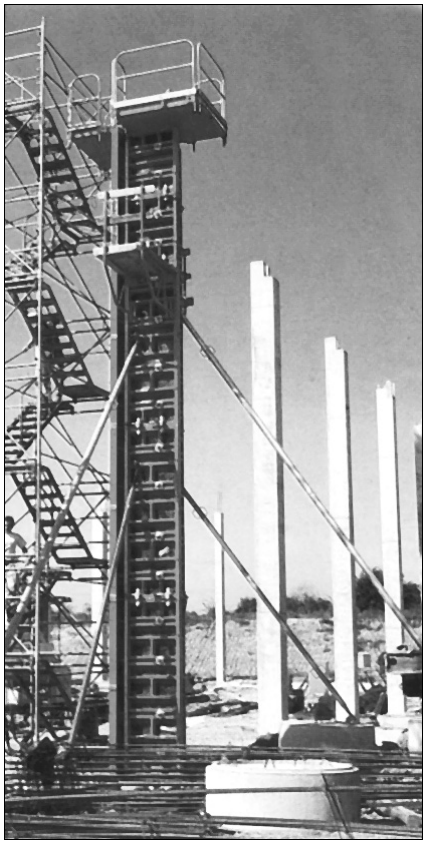


Рис. 7.10. Опалубка для колонн системы ПЕРИ "ТРИО"

Элементы опалубки для колонн могут использоваться так же, как обычные элементы опалубки стены.

Возможно бетонирование колонн сечением до 75×75 см.

Допустимое давление свежего бетона до 100 кН/м^2 разрешает быстрое бетонирование.

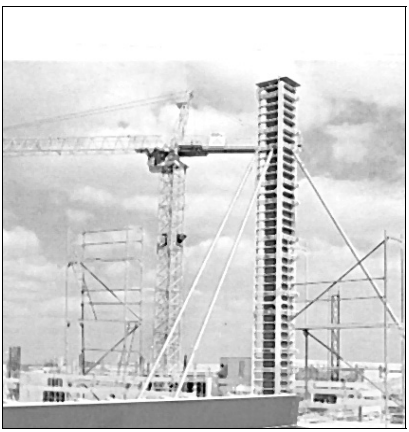


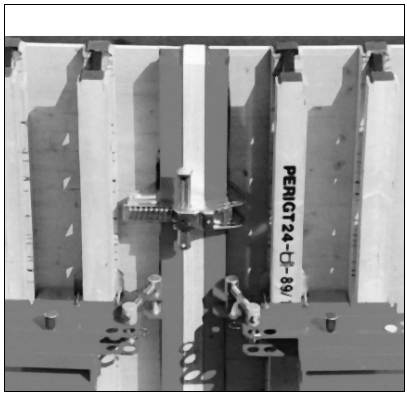
Рис. 7.11. Опалубка для колонн системы ПЕРИ "РАПИД"

Допустимое давление свежего бетона до 120 кН/м^2.

Бесступенчатое изменение сечения до 60×60 см.

Облегченный монтаж (рама высотой 300 см весит 58 кг).

7.1.7. Круглая опалубка



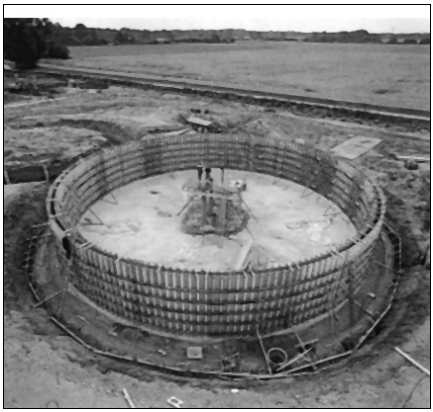


Рис. 7.12. Круглые опалубки ПЕРИ "РУНДФЛЕКС"

Система "Рундфлекс":

- ❒ Настройка любого радиуса, начиная с одного метра.
- ❒ Изменение радиуса без разборки элементов.
- ❒ Быстрое соединение элементов выпрямляющим замком BFD.
- ❒ Только три размера по ширине для любой конструкции.

GRV-шарнирные запоры:

- ❒ Круглая опалубка без тяжей. При замкнутом контуре не требуется тяжей.
- ❒ Настройка любого радиуса.

7.1.8. Опалубка типа NOE

Рис. 7.13. Опалубочные столы NOE

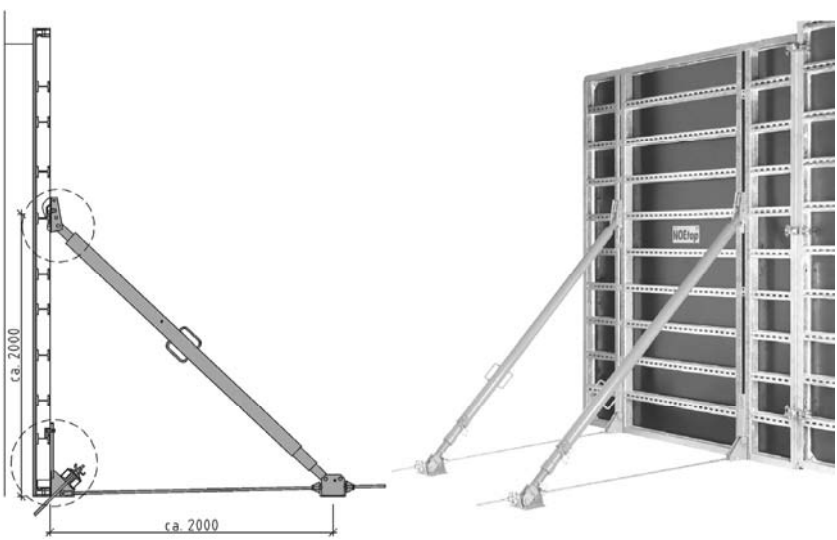


Рис. 7.14. NOEtop (одностороннее опалубливание стен до 3,31 м опалубочной высоты)

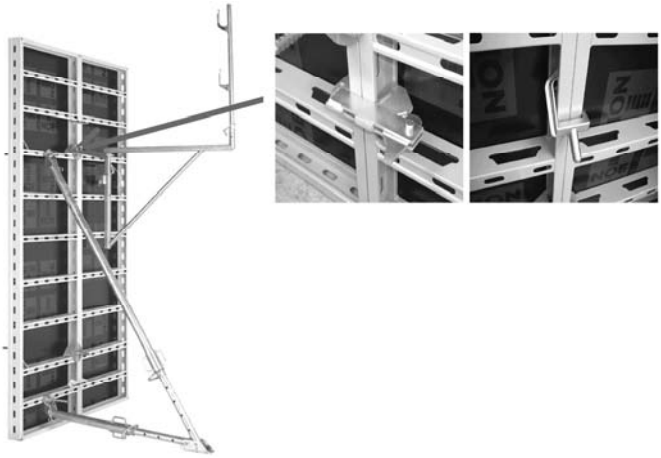


Рис. 7.15. Опалубка NOElight

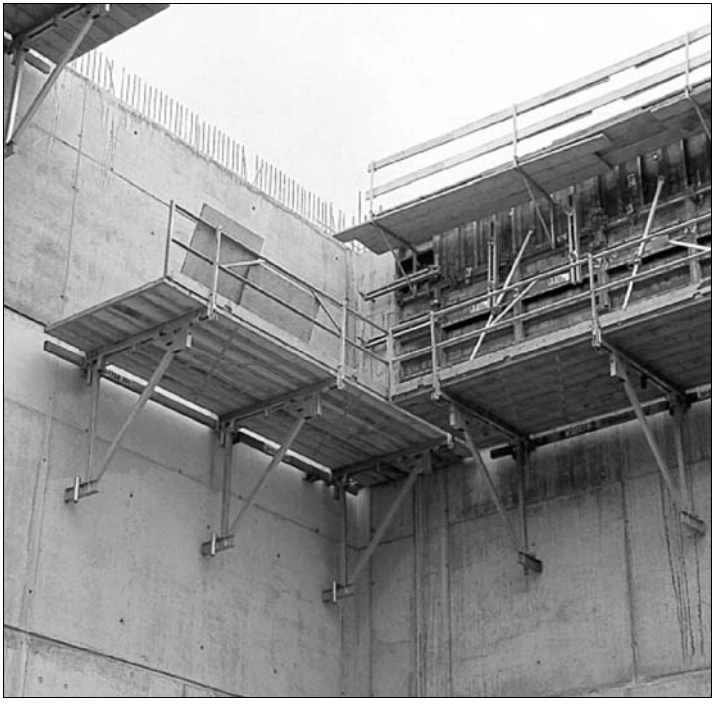


Рис. 7.16. Откидные подмости NOE AB 300

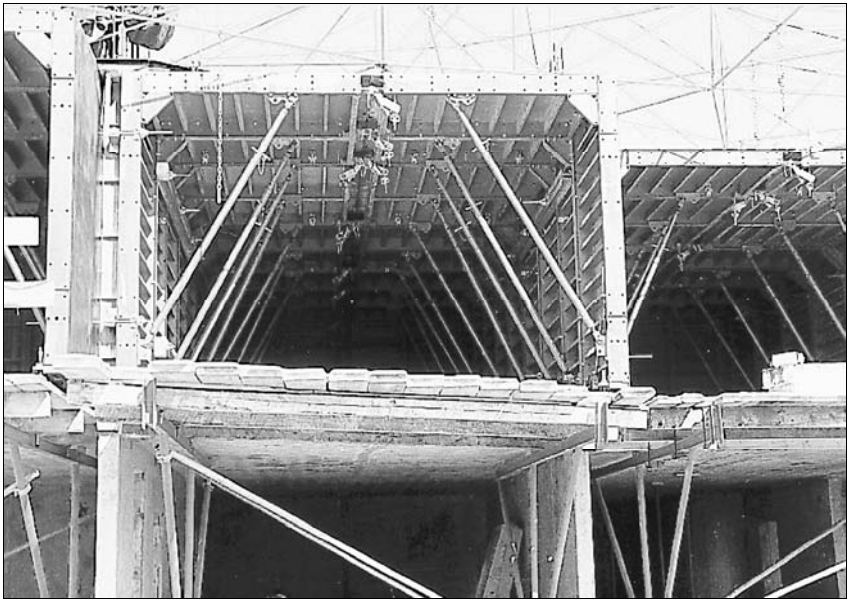


Рис. 7.17. Туннельная опалубка Noe

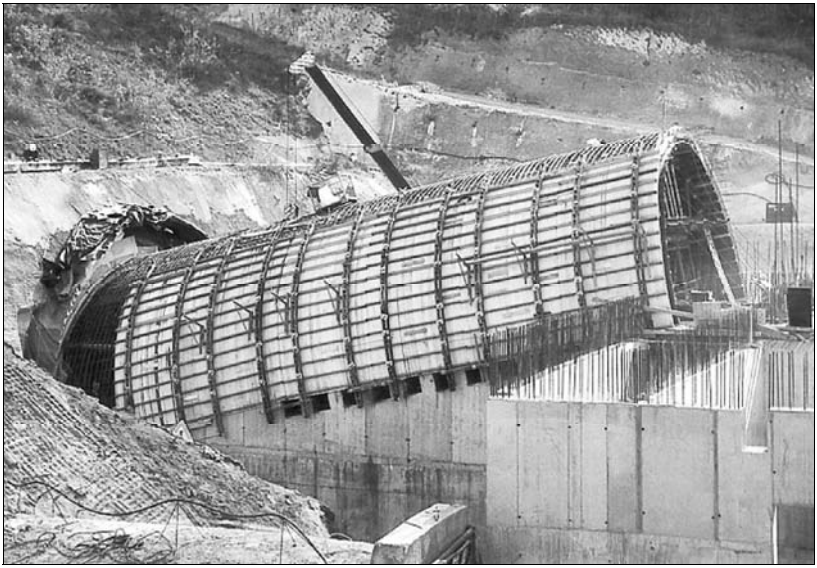


Рис. 7.18. Монтаж арочной туннельной опалубки "Branisko" в Словакии

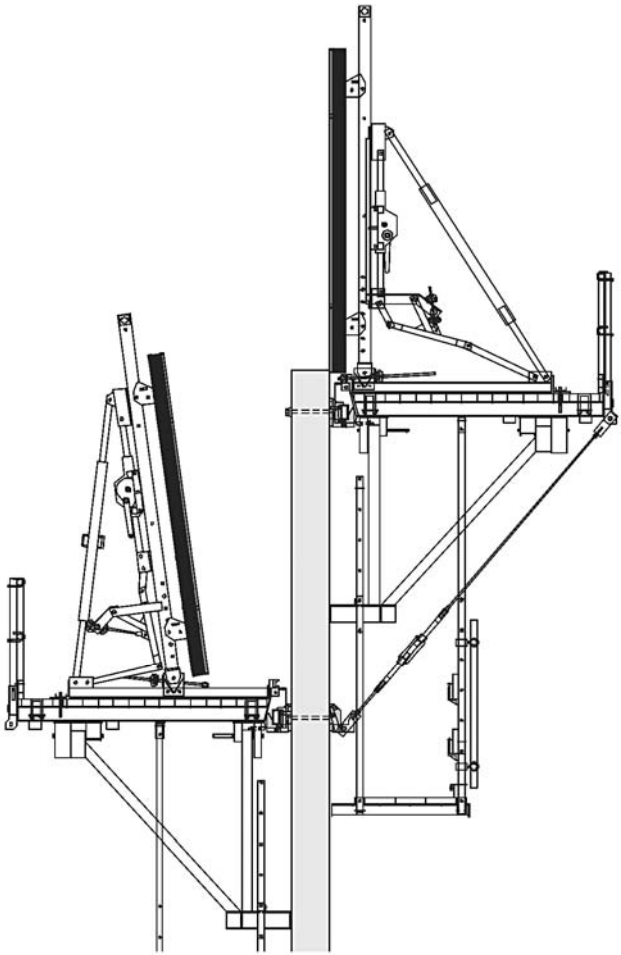
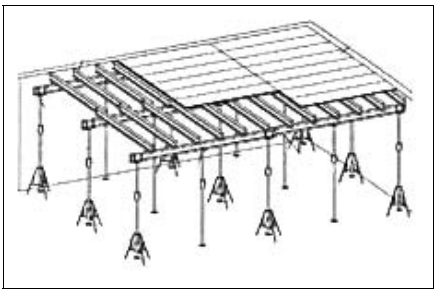


Рис. 7.19. Откидные подмости NOE AB 300

Откидные подмости NOE AB 300.

- Используются с передвижным устройством.
- Имеют высокую полезную нагрузку.
- Опалубочная высота до 5,30 м.



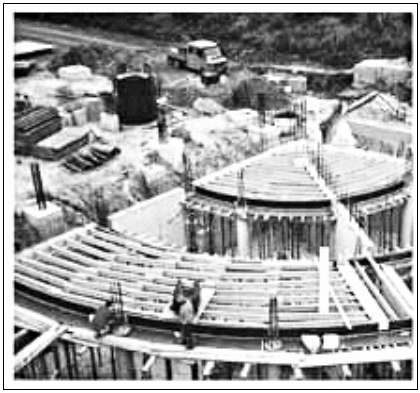
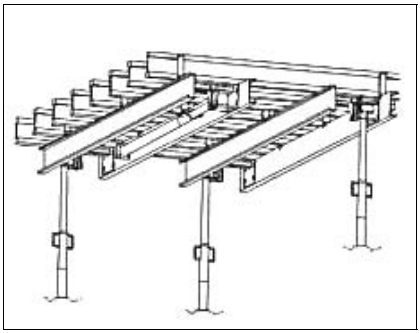


Рис. 7.20. Балочная система NOE H2O для перекрытий

Система H2O — универсальная опалубка для любых помещений различной высоты.

- Комплект опалубки состоит из деревянных балок H2O (торцы защищены стальными элементами), вилочных головок, опорных стоек и штативов.
- Все стальные элементы оцинкованы.
- В качестве палубы применяются 3-слойные деревянные щиты шириной 50 см различной длины.
- Недостатком системы является относительная недолговечность деревянных балок и невысокая оборачиваемость палубы.



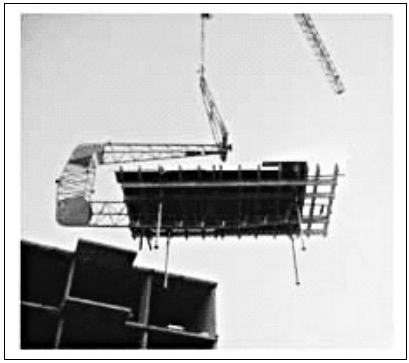
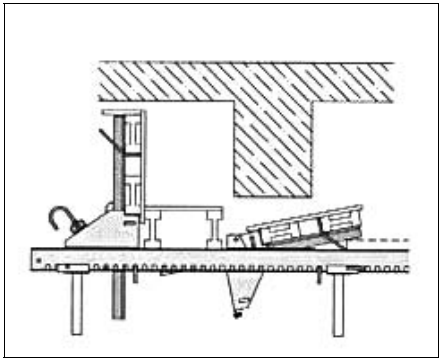
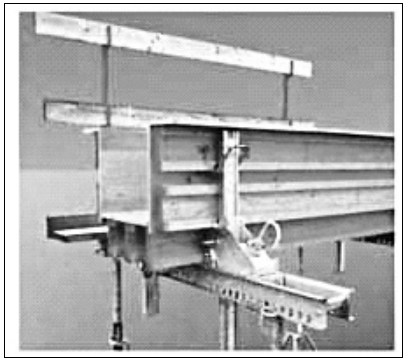


Рис. 7.21. Опалубочные столы NOE для перекрытий

Применение опалубочных столов для перекрытий фирмы NOE позволяет добиться экономии трудозатрат и высочайших темпов строительства.

- Складные стальные оцинкованные головки обеспечивают устойчивость и жесткость конструкции.
- Применение балок H2O различной длины в качестве балочного настила позволяет регулировать ширину стола.
- Применение боковых крановых захватов обеспечивает безопасность демонтажа.
- Оцинкованный профиль C20 позволяет трансформировать длину стола путем наращивания.





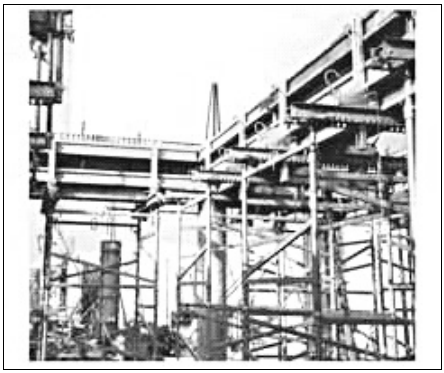
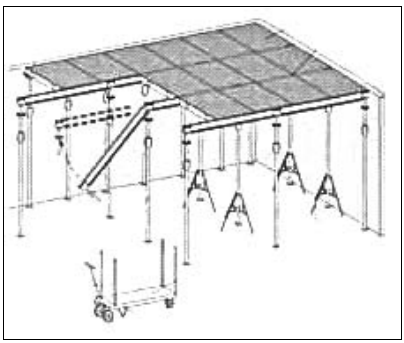


Рис. 7.22. Опалубка NOE для балок

Система NOE UZ-Schalung — недорогое и экономичное решение для балок с поперечным сечением по высоте до 800 мм.

- ❒ Без крепежного анкера в бетоне.
- ❒ Нетеряемые элементы и боковое армирование.
- ❒ Легко комбинируется с элементами опалубки перекрытия, но также применяется и самостоятельно.
- ❒ Применение с опорными стойками и башенными опорами.
- ❒ Оцинкованная высокопрочная сталь.
- ❒ Простая и рациональная в монтаже и демонтаже.



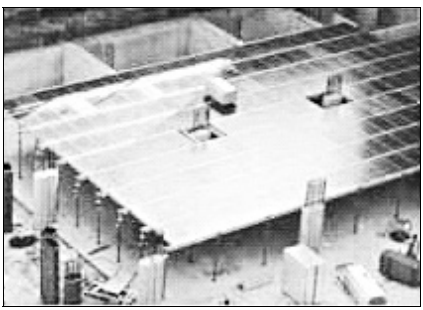
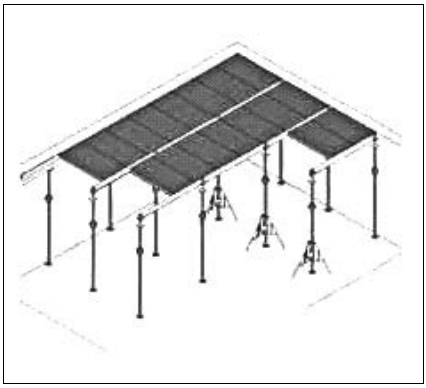


Рис. 7.23. Опалубка для перекрытий NOEdeck

NOEdeck — система из алюминиевых щитов с интегрированной ламинированной фанерой и балок, оцинкованных опорных стоек и падающих головок из ковкого чугуна для скоростного бетонирования перекрытий.

- Возможность демонтажа через 1—2 дня.
- Высота опускания падающей головки — 17 см.
- Ламинированная фанера — 12 мм.
- Длина балок — 1500 и 2400 мм.
- Ширина щитов — 450, 600 и 900 мм.
- Длина щитов — 90 и 1500 мм.
- Опалубка перекрытия и балок может выполняться одновременно.
- Вес щита 1500×900 мм составляет 22,3 кг.
- Трансформирование в балочную систему (без щитов).
- Экономичность — 0,22 опоры на 1 $м^2$ перекрытия.
- Специальные Г-образные щиты для балок.



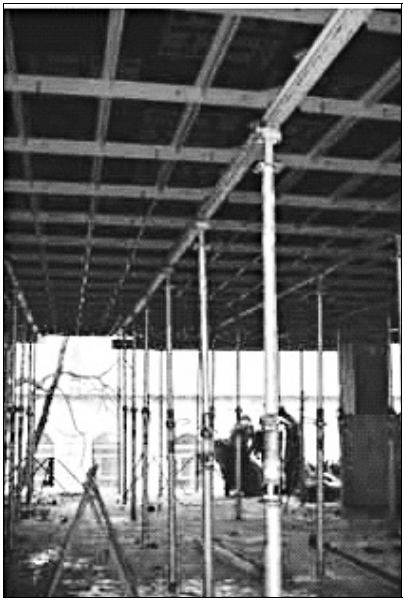
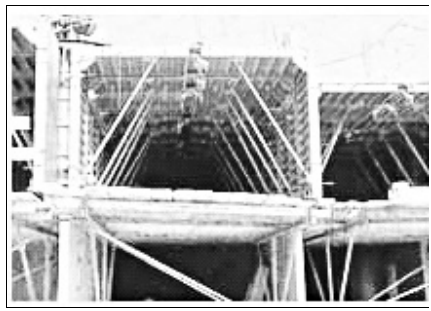


Рис. 7.24. Опалубка для перекрытий NOE SFK

NOE SFK — система из стальных щитов с интегрированной ламинированной фанерой и балок, оцинкованных опорных стоек и падающих головок из ковкого чугуна для скоростного бетонирования перекрытий.

- Возможность демонтажа через 1—2 дня.
- Высота опускания падающей головки — 12 см.
- Ламинированная фанера — 12 мм.
- Длина балок — 1200, 1500, 1800 и 2100 мм.
- Ширина щитов — 300, 450, 600 и 750 мм.
- Длина щитов — 1200 и 1500 мм.
- Опалубка перекрытия и балок может выполняться одновременно.
- 0,65 м^2 опалубливаемой площади на одну опорную стойку.
- Экономичность — 0,22 опоры на 1 м^2 перекрытия.
- Г-образные щиты для опалубливания балок.



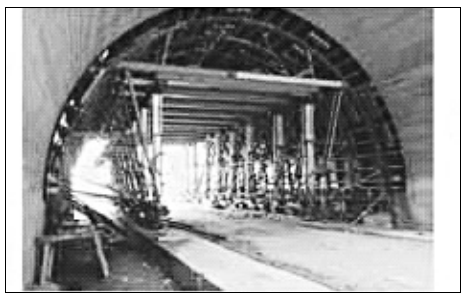


Рис. 7.25. Туннельная опалубка и сводчатая опалубка

Туннельная опалубка NOE — рациональная и наиболее продуктивная опалубочная система для многоэтажного строительства, которая позволяет вести одновременно скоростное бетонирование стен и перекрытия.

- Состоит из двух полутуннелей и щитов-вставок, которые могут быть комбинированы для получения размеров помещения в пределах от 1,00 до 7,00 м и высотой до 3,00 м.
- Время установки 0,12—0,25 чел.ч/м^2.
- Бетонные поверхности стен и потолков после демонтажа опалубки готовы для чистовой отделки.
- Суточный темп не срывается при неблагоприятных погодных условиях благодаря применению разработанной газовой системы отопления.

7.1.9. Шарнирные запоры

Применение системы "ТРИО-Л" выгодно на всех стройках, где нет возможности применения крана.

100% совместима с системой "ТРИО"-сталь.

Высокая устойчивость при высоких скоростях бетонирования, как у "ТРИО"-сталь.

Оснастка отличается унификацией, отсутствием неприкрепленных деталей и универсальностью.

Благодаря конструкциям из высокопрочного алюминия при одинаковом размере элементов экономится до 45% веса.

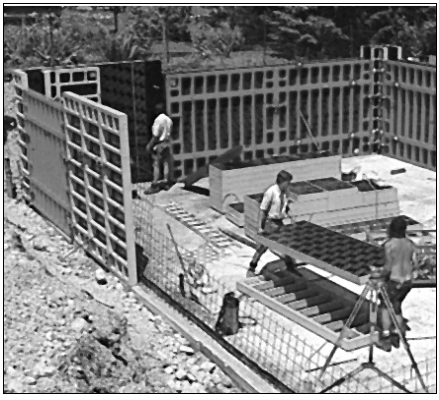


Рис. 7.26. Опалубки (из алюминия) для стен системы ПЕРИ "ТРИО-Л"

7.2. Арматурные работы

Таблица 7.10. Допускаемые отклонения толщины защитного слоя бетона (СНиП 3.03.01–87)

Технические требования	Предельные отклонения, мм
Отклонения при толщине защитного слоя до 15 мм и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм:	
до 100	+4
от 101 до 200	+5
При толщине защитного слоя от 16 до 20 мм включительно и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм:	
до 100	+4; –3
от 101 до 200	+8; –3
от 201 до 300	+10; –3
свыше 300	+15; –5
При толщине защитного слоя свыше 20 мм включительно и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм:	
до 100	+4; –5
от 101 до 200	+8; –5
от 201 до 300	+10; –5
свыше 300	+15; –5

Таблица 7.11. Предельные отклонения при арматурных работах (СНиП 3.03.01–87, таблица 9)

Технические требования	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Отклонение в расстоянии между отдельно установленными рабочими стержнями для:		Технический осмотр всех элементов, журнал работ
колонн и балок	±10	
плит и стен фундаментов	±20	
массивных конструкций	±30	

Таблица 7.11 *(продолжение)*

Технические требования	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Отклонение в расстоянии между рядами арматуры для:		То же
плит и балок толщиной до 1 м	±10	
конструкций толщиной более 1 м	±20	
Отклонение от проектной толщины защитного слоя бетона не должно превышать:		То же
при толщине защитного слоя до 15 мм и линейных размерах поперечного сечения конструкции, мм:		
до 100	+4	
от 101 до 200	+5	
при толщине защитного слоя от 16 до 20 мм включительно и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм:		
до 100	+ 4; –3	
от 101 до 200	+ 8; –3	
от 201 до 300	+10; –3	
свыше 300	+25; –5	
при толщине защитного слоя свыше 20 мм и линейных размерах поперечного сечения конструкции, мм:		
до 100	+ 4; –5	
от 101 до 200	+ 8; –5	
от 201 до 300	+10; –5	
свыше 300	+15; –5	
Длина нахлестки при армировании конструкций без сварки:		То же
отдельными стержнями:	Не менее:	
для арматуры А–I	40	
для арматуры А–II	40	
для арматуры А–III	50	
сварными сетками и каркасами	По проекту, но не менее 250	

Таблица 7.11 *(окончание)*

Технические требования	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Суммарная длина сварных швов на стыке стержней внахлестку или на каждой половине стыка с накладками:		То же
для арматуры А–I:		
при двухсторонних швах	3	
при односторонних швах	6	
для арматуры А–II, А–III:		
при двухсторонних швах	4	
при односторонних швах	8	

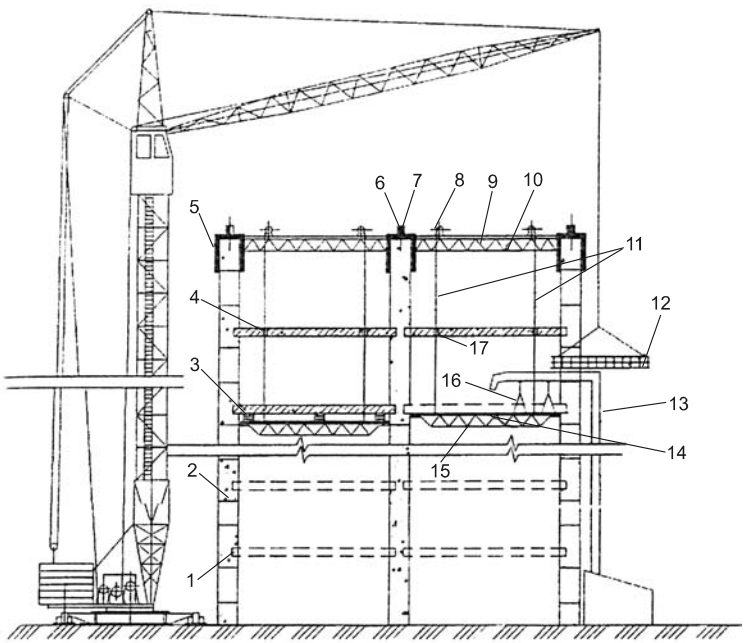


Рис. 7.27. Устройство опалубки и армирование междуэтажных перекрытий методом "сверху вниз":
1 — гнезда; *2* — стена; *3* — пневматическое отрывное устройство; *4* — монолитное перекрытие; *5* — домкратная рама; *6* — домкратный стержень; *7* — гидродомкрат; *8* — тормозные устройства; *9* — опалубочный щит; *10* — рабочий стол; *11* — гибкие тяги; *12* — армокаркас; *13* — бетоновод; *14* — опалубка перекрытия; *15* — несущая ферма опалубки перекрытия; *16* — стойка; *17* — гильза

Таблица 7.12. Типы электродов для сварки (СНиП 3.03.01–87, таблица 39)

Класс арматуры	Рекомендуемые типы электродов для сварки		
	ванной, ванно-шовной и дуговой многослойными швами стыковых соединений	протяженными швами стыковых и нахлесточных соединений	дуговой ручной прихватками
A-I	Э42, Э46; Э42, Э46		
A-II	Э500, Э55	Э42А, Э46А, Э50А	Э50А, Э55
A-III	Э55, Э60		
Ат-IIIС			
Ат-IVС		Э50А, Э55, Э60	

Таблица 7.13. Контроль качества сварных соединений (ГОСТ 10922–90, ГОСТ 14098–91)

Технические требования	Допускаемые отклонения для свариваемых стержней диаметром, мм		
	10—28	32—40	45—50
Смещение продольных осей стержней относительно друг друга в стыковых соединениях, выполненных различными способами сварки	0,2	0,1	0,05
То же, для соединений, выполненных дуговой сваркой швами с накладками из стержней	0,3	0,3	0,2
Смещение линии, соединяющей центры сечений круглых накладок относительно стыкуемых стержней, при сварке односторонними швами	0,5	0,5	0,3
Смещение круглых и желобчатых накладок относительно оси сварного стыка в продольном направлении	0,5	0,5	0,5
Отклонение длины круглых накладок	0,5	0,5	0,5
Отклонение длины протяженных швов в стыковых соединениях с круглыми накладками	0,5	0,5	0,5
Отклонение длины нахлестки при сварке стержней	0,5	0,5	0,5
Уменьшение ширины протяженных швов	0,1	0,1	0,5

Таблица 7.14. Сварка арматурной стали
(СНиП 3.03.01–87, таблица 38)

Способ сварки	Характеристика сварочной проволоки	Марки сварочной проволоки	Класс арматурной стали		
			A-I	A-II	A-III
Ванная механизированная под флюсом в инвентарной форме или на стальной скобе-накладке	Сплошного сечения	Св-08А Св-08АА	Рекомендуется	Допускается	Не допускается
		Св-08ГА	Рекомендуется		Допускается
		Св-08Г2С Св-08ГС Св-10Г2 Св-10ГА	Допускается	Рекомендуется	
Дуговая механизированная в инвентарной форме или на стальной скобе-накладке	Сплошного сечения без дополнительной защиты	Св-20ГСТЮА (ЭП-245) Св-15ГСТЮА (ЭП-439)	Рекомендуется		Допускается
Дуговая механизированная СОДГП на стальной скобе-накладке	Порошковая (самозащитная) проволока	ПП-АН3 ПП-АН3С ПП-АН11 СП-9 ППТ-9	Рекомендуется		
Дуговая механизированная протяженными швами		ПП-АН7 ПП-АН19С			

Таблица 7.15. Предельные отклонения при монтаже стен из панелей типа "Сэндвич"
(СНиП 3.03.01–87, таблица 27)

Технические требования	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Отклонение от вертикали продольных кромок панелей	0,001L	Измерительный, каждая панель, журнал работ
Разность отметок концов горизонтально установленных панелей при длине панели, м:		Измерительный, каждая панель, журнал работ
до 6	5	
свыше 6 до 12	10	

Таблица 7.15 *(окончание)*

Технические требования	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Отклонение плоскости наружной поверхности стенового ограждения от вертикали, мм	0,002*H*	Измерительный, через каждые 30 м по длине стены, но не менее трех контрольных измерений на принимаемый объем, журнал работ

Примечание. L — длина панели, H — высота ограждений.

Таблица 7.16. Требования к приготовлению и транспортированию бетонных смесей (СНиП 3.03.01–87, таблица 1)

Технические требования	Допускаемые отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Число фракций крупного заполнителя при крупности зерен, мм:		Измерительный, журнал работ
до 40	Не менее двух	
свыше 40	Не менее трех	
Наибольшая крупность заполнителей:		То же
для железобетонных конструкций	Не более 2/3 наименьшего расстояния между стержнями арматуры	
для плит	Не более 1/2 толщины плиты	
для тонкостенных конструкций	Не более 1/3—1/2 толщины изделия	
при перекачивании бетононасосом	Не более 0,33 внутреннего диаметра трубопровода	
в том числе зерен наибольшего размера лещадной и игловатой форм	Не более 15% по массе	
При перекачивании по бетоноводам содержание песка крупностью менее, мм:		Измерительный, по ГОСТ 8736-93*
0,14	5—7%	
0,3	15—20%	

7.3. Транспортирование бетонной смеси

Таблица 7.17. Максимальная продолжительность транспортирования бетонной смеси температурой 18 °С (при температуре воздуха 20—30 °С)

Дорожное покрытие	Средняя скорость транспортирования, км/ч	Продолжительность транспортировки, мин		
		автобетоносмесителем	автобетоновозом	автосамосвалом
Жесткое (асфальтобетонное, асфальтовое и т. д.)	30	200 140 90	90 50 30	60 35 20
Мягкое (грунтовое улучшенное)	15	Не рекомендуется	45 30 15	30 20 10

Примечание. При температуре окружающей среды от 6 до 20 °С и от –5 до +5 °С время транспортирования бетонных смесей может быть увеличено на 10 и 25% соответственно.

Таблица 7.18. Средние значения расхода материалов на 1 м^3 бетонной смеси

Марка бетона	Марка цемента	Расход цемента, кг/м^3	Расход щебня, кг/м^3	Расход песка, кг/м^3
50	300	163	1267	749
75	300	175	1267	742
100	300	193	1271	722
150	300	244	1282	666
200	400	244	1289	659
250	400	282	1290	625
300	400	348	1285	590
350	400	359	1280	564
400	500	339	1275	591
450	500	367	1274	569
500	600	346	1274	580

Таблица 7.19. Предельные расстояния доставки бетонных смесей, км, в режимах А, Б, В, Г, Д

Подвижность смеси, см	Вид дорожного покрытия	Скорость транспортирования, км/ч	Автобетоносмесителем			Автобетоновозом		Автомобилем-самосвалом	
			А	Б	В	Г	Д	Г	Д
Тяжелые бетонные смеси									
1—3	Бетонное, асфальтобетонное	30	Не ограничено	120	100	45	90	30	45
4—6				100	80	30	60	20	30
7—9				80	60	20	40	15	22
10—14				60	45	15	30	—	15
1—3	Грунтовое, улучшенное	15	То же	—	—	12	20	7	10
4—6				—	—	9	15	5	7
7—9				—	—	5,5	9	4	5
10—14				—	—	4	7	—	—
Легкие бетонные смеси									
1—3	Бетонное, асфальтобетонное	30	Не ограничено	100	80	30	50	25	40
4—6				80	60	25	40	18	30
7—9				70	50	15	30	10	15
10—14				60	40	10	20	8	10
1—3	Грунтовое улучшенное	15	То же	—	—	10	16	7	—
4—6				—	—	7	12	4	—
7—9				—	—	5	8	3	—

Примечание. Данные приведены для условий: температура воздуха 20—30 °С; бетонной смеси 15—25 °С. Режимы: А — сухие смеси с подачей воды за 10—20 мин до разгрузки; Б — частично затворенные смеси с перемешиванием в пути; В — готовые смеси с периодическим перемешиванием в пути; Г — готовые бетонные смеси; Д — частично затворенные смеси.

Таблица 7.20. Рекомендуемое время и режим транспортирования в автобетоносмесителях

Вид бетонной смеси	Коэффициент использования барабана	Рекомендуемое время нахождения в пути, ч	Режим транспортирования смеси
Сухая	0,5—0,57	Не ограничено	А
Пластичная	0,64—0,69	Не более 3	Б
Готовая	0,71—0,80	Не более 2	В

Примечание. А — включение барабана в пути следования или на строительном объекте за 10—20 мин до разгрузки; Б — включение барабана непосредственно после его наполнения исходным материалом; В — периодическое включение барабана во время транспортирования смеси до объекта.

Таблица 7.21. Время и дальность транспортирования в автосамосвалах разогретых бетонных смесей подвижностью до 3 см по дорогам с жестким покрытиям

Температура окружающей среды, °С	Температура бетонной смеси при ее приготовлении, °С	Предельно допустимая дальность транспортирования, км, при V = 30 км/ч	Время транспортирования, мин
–40 … –50	+30 …+45	15	30
–30 … –40	+20 …+30	22,5	45
–20 … –30	+10 …+20	30	60
0 …–30	+20 …+30	30	60
0 …+30	+10 …+20	45	90

Таблица 7.22. Максимальная продолжительность перевозки и укладки бетонной смеси, приготовленной без добавок

Температура свежеприготовленной смеси, °С	Максимально допустимая продолжительность перевозки и укладки смеси, мин
25	30—60
30	15—30
35	10—15

Примечание. Не допускается восстанавливать подвижность бетонной смеси до требуемой консистенции добавлением воды.

Таблица 7.23. Подвижность бетонной смеси

Конструкции	Осадка конуса, см
Подготовка под фундаменты и полы, основания дорог и аэродромов	0—1
Покрытия дорог и аэродромов. Полы, неармированные и малоармированные конструкции, подпорные стены, фундаменты, блоки, конструкции, бетонируемые в горизонтально скользящей опалубке	1—3
Массивные армированные конструкции, плиты. Балки, колонны большого и среднего сечения (со стороной 0,4—0,8 м)	3—6
Тонкие стенки, колонны, бункеры, силосы, балки, плиты малого сечения толщиной до 120 мм и элементы сильно насыщенных арматурой конструкций:	
горизонтальных	6—8
вертикальных	8—10
Конструкции, бетонируемые в вертикально скользящей опалубке	6—8
Конструкции, сильно насыщенные арматурой и закладными деталями	20—24

Примечания. Подвижность бетонных смесей, перекачиваемых по трубопроводам, назначается с учетом технической характеристики применяемых бетононасосов и пневмонагнетателей и должна быть не менее 4 см.

При любом виде подачи бетонной смеси в армированные конструкции высота свободного срабатывания не должна превышать 2 м, а при подаче на перекрытие — 1 м. Допускаемая высота сбрасывания бетонной смеси в опалубку колонн со сторонами сечения 0,4—0,8 м должна быть не более 5 м.

Таблица 7.24. Технические характеристики бетоноводов

Характеристика	Диаметр, мм					
	75	100	125	150	175	200
Сечение, $см^2$	42	80	127	182	227	324
Наибольшая крупность заполнителей, мм, при расходе цемента, $кг/м^3$:						
более 300	20	40	40	40	80	80
менее 300	20	20	40	40	40	80
Масса бетонной смеси в бетоноводе, кг	30	55	90	130	165	240

Таблица 7.24 *(окончание)*

Характеристика	Диаметр, мм					
	75	100	125	150	175	200
Объемная подача бетонной смеси, м³/ч, при скорости, м/с:						
0,3	4,5	9	14	20	25	35
0,6	8	18	28	40	50	71
0,9	14	27	41	60	74	—
1,2	18	36	55	80	—	—

7.3.1. Растворо- и бетоновозы, автобетоносмесители

Таблица 7.25. Растворовозы

Показатель	СБ-83	СБ-89Б
Объем готового замеса, м³	5	1,6
Объем смесительного барабана, м³	9,1	2,5
Подвижность перевозимых растворов по осадке конуса, см	5—14	5—14
Объем бака для воды, л	1000	—
Высота загрузки, мм	3420	2350
Максимальная высота разгрузки, мм	1650	680
Частота вращения смесительного барабана, мин	2…18	5…15
Мощность привода побудителя, кВт	40	—
Масса технологического оборудования, т	7,5	5,65
Базовый автомобиль	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130АН

Таблица 7.26. Автобетоносмесители

Показатель	СБ-69Б	СБ-19Б-1А	СБ-159	СБ-127	СБ-130	АМ-6ЕН	АМ-6	42184-03
Вместимость смесительного барабана по готовому замесу, м^3	2,5	4	5	6	8	6	6	7
Условия эксплуатации, °С	–15…40	–15…40	–15…40	–15…40	–15…40	–15…40	–15…40	–15…40
Геометрический объем смесительного барабана, м^3	6	6,1	8	10	12	10	10	11,6
Частота вращения смесительного барабана, мин.	До 14	До 14	До 20	До 16	До 16	До 20	До 20	До 12
Привод барабана	механический				гидравлический			
Высота загрузки материала, мм	3420	3350	3520	3480	3800	3675	3675	3500
Объем бака для воды, л	650	650	850	850	850	400	400	1750
Базовый автомобиль	МАЗ-503	КамАЗ-5511	КамАЗ-5511	КамАЗ-5412	КамАЗ-5412	КрАЗ-250	КрАЗ-250	Седельный тягач

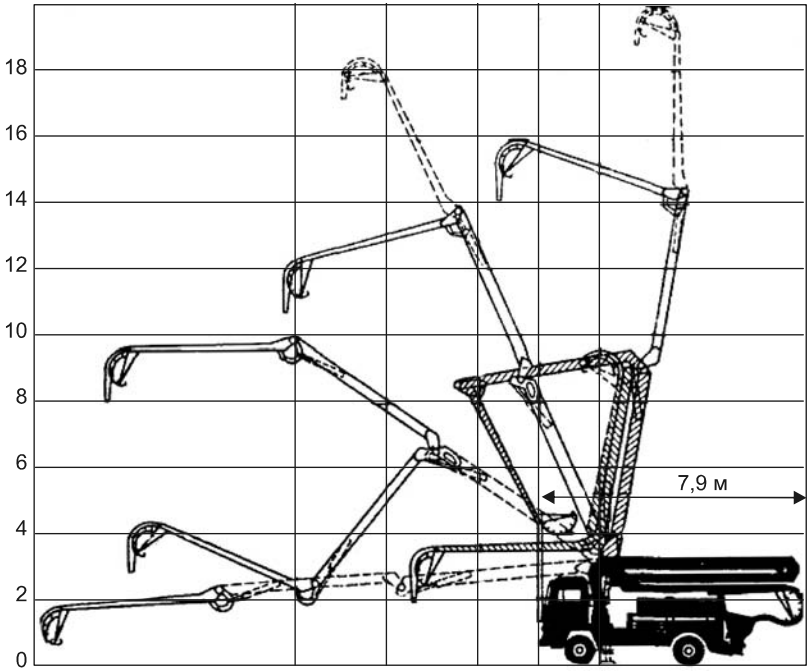


Рис. 7.28. Рабочее положение распределительной стрелы автобетононасоса

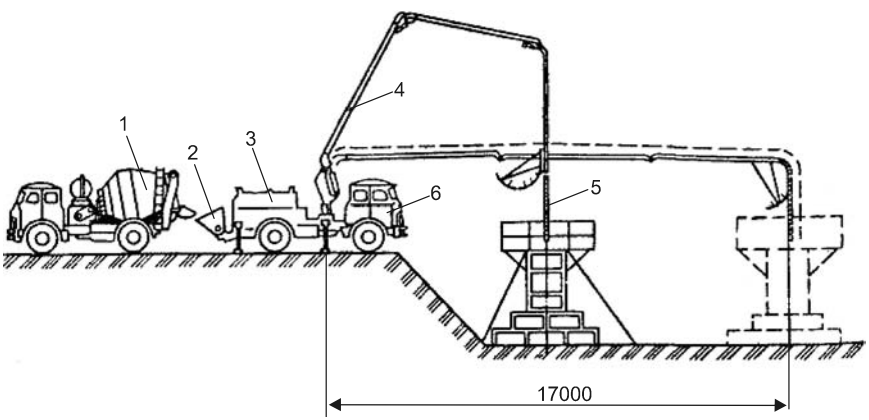


Рис. 7.29. Автобетононасос с гидравлически управляемой стрелой:
1 — автобетоносмеситель; *2* — приемный бункер; *3* — бетононасос;
4 — стрела; *5* — гибкий шланг; *6* — базовый автомобиль

Таблица 7.27. Автобетоновозы

Показатель	СБ-113	СБ-113М	СБ-124	СБ-128	АЗ-32	АБ-2
Базовый автомобиль	ЗИЛ-130Д	МАЗ-504Г	КамАЗ-5511	КрАЗ-6505	МАЗ-503А	МАЗ-503А
Вместимость кузова, м^3	1,8	3	4	6	3,2	3,2.
Объем кузова, м^3	2,8	4,3	7,3	9,4	5	5
Грузоподъемность, т	3,8	6,6	8,5	14	7,7	8
Высота, мм:						
загрузки	2600	2675	2880	3200	2700	2700
выгрузки	1600	1600	1200	1200	1250	1250
Наклон кузова, град.:						
донной части	100	100	90	90	80	85
разгрузочной	60	60	60	60	55	55
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:						
длина	5730	5850	6790	7985	6450	5780
ширина	2500	2600	2880	2500	2500	2600
высота	2675	2640	2880	3200	2755	2930
Масса автомашины, т:						
в снаряженном состоянии	5,2	7,6	10,5	11,5	7,8	8,2
в загруженном состоянии	9,3	14,2	19,1	23,5	15,7	16,2

Таблица 7.28. Контроль качества бетонной смеси и бетона (СНиП 3.03.01–87, таблица 3)

Параметр	Величина параметра	Контроль
Расслоение, не более	6%	Измерительный, 2 раза в смену, журнал работ
Прочность бетона (в момент распалубки конструкций), не ниже:		Измерительный по ГОСТ 18105-86, не менее одного раза на весь объем распалубки, журнал работ
теплоизоляционного	0,5 МПа	
конструкционно-теплоизоляционного	1,5 МПа	
армированного	3,5 МПа, но не менее 50% проектной прочности	
предварительно напряженного	14,0 МПа, но не менее 70% проектной мощности	

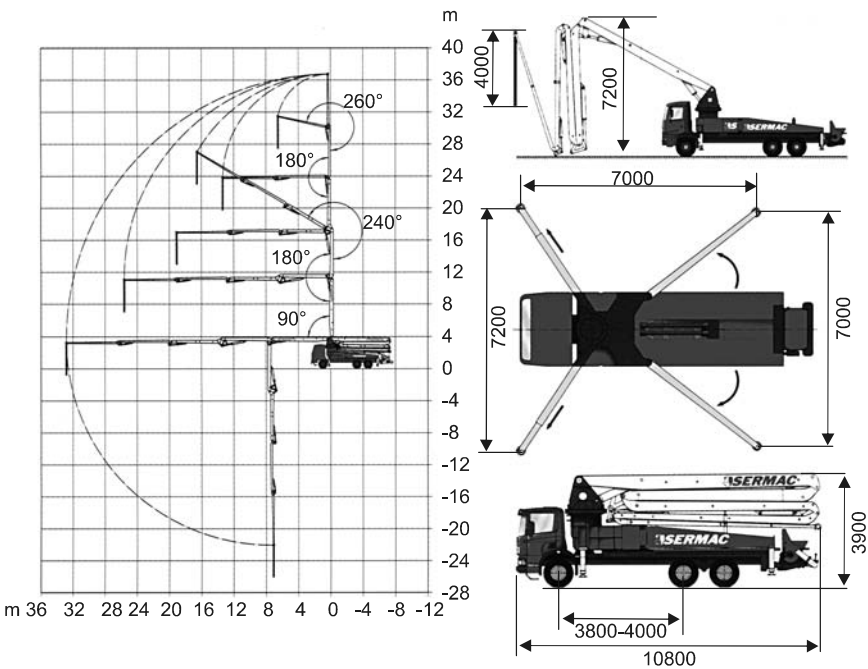


Рис. 7.30. Бетоноукладчики типа Extreme

Таблица 7.29. Производство бетонных работ при отрицательных температурах. Приготовление бетонных смесей зимой (при $t^{o}_{в} < -5$ °С) (СНиП 3.03.01–87, таблица 6)

Цементы	Наибольшая допускаемая температура, °С	
	воды	бетонной смеси при выходе из смесителя
Портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент марок ниже 600	70	35
Быстротвердеющий портландцемент и портландцемент марок 600 и выше	60	30
Глиноземистый	40	25

Таблица 7.30. Требования к укладке и уплотнению бетонных смесей (СНиП 3.03.01–87, таблица 2)

Технические требования	Допускаемые отклонения
Прочность поверхностей бетонных оснований при очистке от цементной пленки:	Не менее, МПа:
водной и воздушной струей	0,3
механической металлической щеткой	1,5
гидропескоструйной или механической фрезой	5,0
Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку конструкций:	Не более, м:
колонн	5,0
перекрытий	1,0
стен	4,5
неармированных конструкций	6,0
слабоармированных подземных конструкций в сухих и связных грунтах	4,5
густоармированных	3,0

Таблица 7.30 *(окончание)*

Технические требования	Допускаемые отклонения
Толщина укладываемых слоев бетонной смеси:	
при уплотнении смеси тяжелыми подвесными вертикально расположенными вибраторами	На 5—10 см меньше длины рабочей части вибратора
при уплотнении смеси подвесными вибраторами, расположенными под углом к вертикали (до 30°)	Не более вертикальной проекции длины рабочей части вибратора
при уплотнении смеси ручными глубинными вибраторами	Не более 1,25 длины рабочей части вибратора
при уплотнении смеси поверхностными вибраторами в конструкциях:	
неармированных	40
с одиночной арматурой	25
с двойной арматурой	12

Примечание. Контроль: измерительный по ГОСТ 10180-90, ГОСТ 18105-86, ГОСТ 22690-88, регистрация в журнале работ.

Таблица 7.31. Увеличение прочности бетона в зависимости от водоцементного отношения

Водо-цементное отношение	Прочность бетона, %, в зависимости от R^n_{28} для смесей жесткостью, с								
	20—30 и менее			60—120			150		
	Возраст, сут.								
	1	3	7	1	3	7	1	3	7
0,6	10—15	30—40	55—65	15—20	35—45	60—70	25—30	40—50	65—75
0,5	15—20	35—45	60—70	20—25	40—50	65—75	25—30	45—55	70—80
0,4	20—25	45—55	70—80	25—30	50—60	70—80	30—35	50—60	75—85
0,3	25—30	50—60	75—85	30—35	75—85	75—85	35—40	55—65	80—90

Предел прочности при сжатии в 28-дневном возрасте твердения при нормальных условиях принят за марку бетона.

Для конструкций, которые проектируют с учетом требований СНиП 2.03.01-84 и международных норм, прочность бетона на сжатие характеризуется классами: В1; В1,5; В2; В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60.

Для перехода от класса бетона В к средней прочности бетона (МПа) необходимо В разделить на коэффициент 0,778. Например, для класса В5 средняя прочность 5/0,778 = 6,43 МПа.

Таблица 7.32. Способы ускорения твердения бетона и методы зимнего бетонирования среднемассивных и маломассивных монолитных конструкций

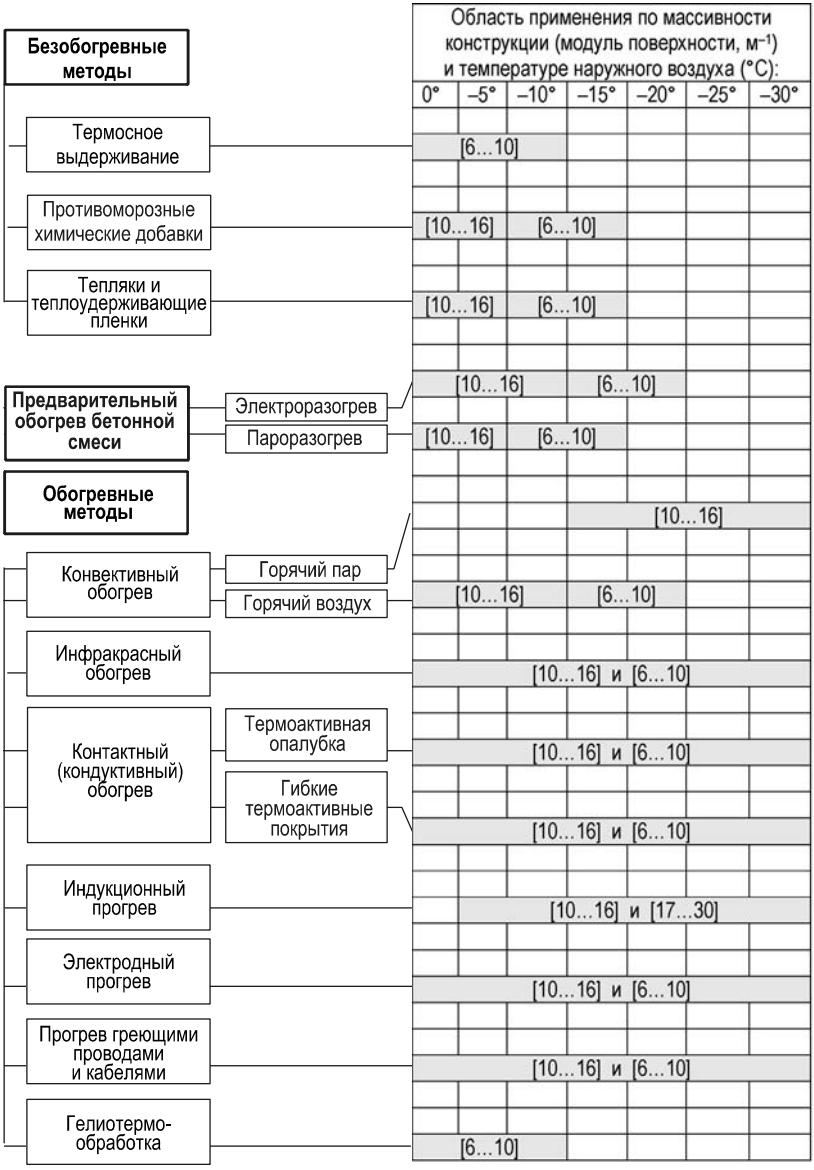


Таблица 7.33. Требования к бетонным работам при отрицательных температурах воздуха (СНиП 3.03.01–87, таблица 6)

Параметр	Величина параметра
Прочность бетона монолитных и сборномонолитных конструкций к моменту замерзания:	
для бетона без противоморозных добавок:	Не менее 5 МПа
конструкций, эксплуатирующихся внутри здания, фундаментов под оборудование, не подвергающихся динамическим воздействиям, подземных конструкций	
конструкций, подвергающихся атмосферным воздействиям в процессе эксплуатации, для класса:	Не менее, %, проектной прочности
В7,5–В10	50
В12–В25	40
В30 и выше	30
конструкций, подвергающихся по окончании выдерживания переменному замораживанию и оттаиванию в водонасыщенном состоянии или расположенных в зоне сезонного оттаивания вечномерзлых грунтов при условии введения в бетон воздухововлекающих или газообразующих ПАВ	70
в преднапряженных конструкциях	80
для бетона с противоморозными добавками	К моменту охлаждения бетона до температуры, на которую рассчитано количество добавок, не менее 20% проектной прочности
Загружение конструкций, расчетной нагрузкой допускается после достижения бетоном прочности	Не менее 100% проектной
Температура бетонной смеси, уложенной в опалубку, к началу выдерживания или термообработки:	
при методе термоса	По расчету, но не ниже 5 °С
с противоморозными добавками	Не менее чем на 5 °С выше температуры замерзания раствора затворения
при тепловой обработке	Не ниже 0 °С
Температура в процессе выдерживания и тепловой обработки для бетона на:	Определяется расчетом, но не выше, °С
портландцементе	80
шлакопортландцементе	90

Таблица 7.33 *(окончание)*

Параметр	Величина параметра
Скорость подъема температуры при тепловой обработке бетона:	
до 4	5
от 5 до 10	10
свыше 10	15
для стыков	20
Скорость остывания бетона по окончании тепловой обработки для конструкций с модулем поверхности:	
до 4	По расчету
от 5 до 10	Не более 5 °С/ч
свыше 10	Не более 10 °С/ч
Разность температур наружных слоев бетона и воздуха при распалубке с коэффициентом армирования до 1%, до 3% и более 3% должна быть соответственно для конструкций с модулем поверхности:	
от 2 до 5	Не более 20, 30, 40 °С
свыше 5	Не более 30, 40, 50 °С

Примечание. Контроль — измерительный по ППР, регистрация — в журнале работ.

Таблица 7.34. Предельные отклонения при монтаже фундаментов и стен подвалов (СНиП 3.03.01–87, таблица 12)

Технические требования	Предельные отклонения, мм
Отклонение от совмещения установочных ориентиров фундаментных блоков и стаканов фундаментов с рисками разбивочных осей	12
Отклонение отметок опорной поверхности дна стаканов фундаментов от проектных:	
до устройства выравнивающего слоя по дну стакана	–20
после устройства выравнивающего слоя по дну стакана	±5
Отклонение отметки выравнивающего слоя песка под блоки от проектной	–15
Отклонение от вертикали верха плоскостей блоков стен	12

Примечание. Контроль — измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема.

Таблица 7.35. Требования к законченным бетонным и железобетонным конструкциям или частям сооружений (СНиП 3.03.01–87, таблица 11)

Технические требования	Предельные отклонения, мм
Отклонение линий плоскостей пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкций для:	
фундаментов	20
стен и колонн, поддерживающих монолитные покрытия и перекрытия	15
стен и колонн, поддерживающих сборные балочные конструкции	10
стен зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке, при отсутствии промежуточных перекрытий	1/500 высоты сооружения, но не более 100
стен зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке, при наличии промежуточных перекрытий	1/1000 высоты сооружения, но не более 50
Отклонение горизонтальных плоскостей на всю длину выверяемого участка	20
Местные неровности поверхности бетона при проверке двухметровой рейкой, кроме опорных поверхностей	5
Длина или пролет элементов	±20
Размер поперечного сечения элементов	+6; –3
Отметки поверхностей и закладных изделий, служащих опорами для стальных или сборных железобетонных колонн и других сборных элементов	–5
Уклон опорных поверхностей фундаментов при опирании стальных колонн без подливки	0,0007
Расположение анкерных болтов:	
в плане внутри контура опоры	5
в плане вне контура опоры	10
по высоте	20
Разница отметок по высоте на стыке двух смежных поверхностей	3

Примечание. Контроль: измерительный, журнал работ, исполнительная схема.

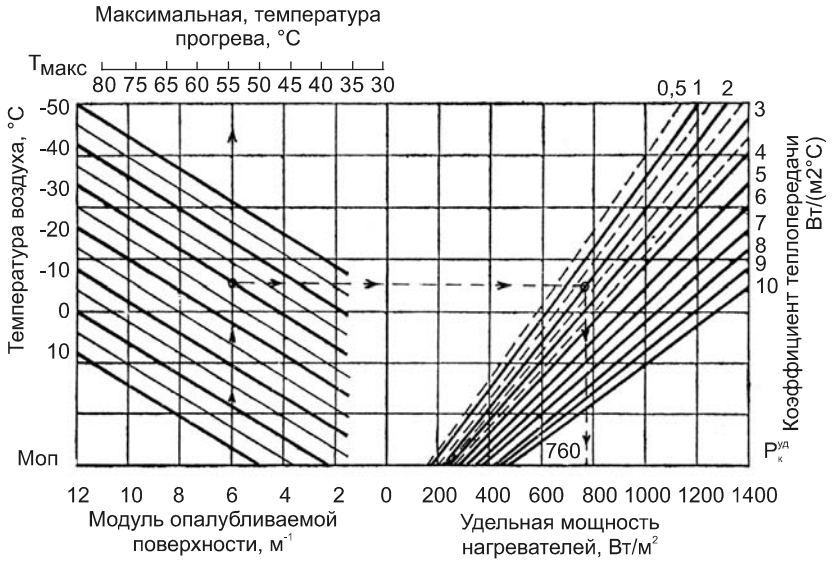


Рис. 7.31. Номограмма для определения оптимального режима прогрева бетона нагревателями в термоопалубках

Таблица 7.36. Допустимая скорость остывания бетонных конструкций

Конструкции	Модуль поверхности, Мп, м$^{-1}$	Скорость остывания, °С/ч
Бетонные и слабоармированные железобетонные	10—15 6—8	12 5
Железобетонные средне- и сильноармированные	3—5 8—15	2—3 Не более 15

Примечание. Модуль поверхности Мп = F/V, где F — площадь поверхности конструкции, м^2, V — объем конструкции, м^3.

8. Строительно-монтажные работы

8.1. Кирпичная кладка

Таблица 8.1. Основные характеристики строительного кирпича

Наименование	Марка	Размеры, мм	Плотность, кг/м³
Глиняный обыкновенный (полнотелый) ГОСТ 530-80	75—300	250×120×65 250×120×88	1700—1900
Глиняный (пустотелый) пластичного прессования ГОСТ 530-80	75—300	250×120×65 250×120×88	1700—1900
Силикатный ГОСТ 379-79	75—300	250×120×65 250×120×88 250×120×138	1800—2000

Различают следующие кладки: бутовая и бутобетонная из природных камней неправильной формы; сплошная и облегченная кирпичная; мелкоблочная из керамических легкобетонных камней; огнеупорная — из шамотного, магнезиального, углеродистого и других видов кирпича.

Таблица 8.2. Высота кладки свободностоящих каменных стен

Толщина стен, см	Плотность кладки, кг/м³	Допустимая высота кладки, м, при скорости ветра, м/с			
		15	21	27	40
25	Более 1600	3,8	2,6	1,6	—
	1300—1600	3	2,1	1,4	—
	1000—1300	2,3	1,6	1,3	—

Таблица 8.2 *(окончание)*

Толщина стен, см	Плотность кладки, кг/м³	Допустимая высота кладки, м, при скорости ветра, м/с			
		15	21	27	40
38—40	Более 1600	5,2	4,7	4	1,7
	1300—1600	4,8	4,3	3,1	1,5
	Более 1600	6,5	6,3	6	3,1
50—52	Более 1600	6,3	6	5,6	2,5
	1300—1600	6	5,7	4,3	2
	1000—1300	7,7	7,4	7	4,3
60—64	1300—1600	7,4	7	6,5	3,5
	1000—1300	7	6,6	6	2,7

Таблица 8.3. Марки растворов для каменной кладки

Влажностный режим	Раствор	Степень долговечности здания		
		I	II	III
Кладка наружных стен				
Сухие помещения (относительная влажность до 60%)	Цементно-известковый	10	10	4
	Цементно-глиняный	10	10	5
	Известковый	—	4	4
Влажные помещения (относительная влажность 61—75%)	Цементно-известковый	25	25	10
	Цементно-глиняный	25	25	25
Мокрые помещения (относительная влажность более 75%)	То же	50	25	10
		50	50	25
Подземная кладка и кладка цоколей ниже гидроизоляционного слоя				
Грунт маловлажный (при заполнении водой до 50% всего объема пор)	Цементно-известковый	25	10	10
	Цементно-глиняный	25	10	10
	Известковый	—	—	4
Грунт очень влажный (при заполнении водой 50—80% всего объема пор)	Цементно-известковый	50	25	10
	Цементно-глиняный	50	25	10
Грунт, насыщенный водой (при заполнении водой более 80% всего объема пор)	Цементный	50	50	25

Таблица 8.4. Расход материалов на 1 м^3 кирпичной кладки без облицовки

Наименование работ	Единица измерения	Кирпич глиняный или силикатный, шт.	Раствор, м^3
Кладка простых наружных и внутренних стен из глиняного обыкновенного или силикатного полнотелого кирпича при толщине стен, в кирпичах:	1 м^3 кладки		
1		400	0,221
1,5		395	0,234
2		394	0,24
2,5		392	0,245
То же средней сложности при толщине стен, в кирпичах:	То же		
1,5		402	0,237
2		400	0,241
2,5		398	0,245
То же сложных при толщине стен, в кирпичах	”		
1,5		406	0,237
2		403	0,242
2,5		400	0,245
Кладка стен приямков и каналов	”	398	0,24
Заполнение и облицовка каркасов и фахверков зданий и сооружений одинарным полнотелым кирпичом	”	400	0,24
Кладка перегородок кирпичных, армированных, толщиной 1/4 кирпича	100 м^2 перегородок	2700	0,768
То же толщиной 1/2 кирпича	То же	5000	2,27

Таблица 8.5. Допускаемые отклонения при каменной кладке

Наименование	Величина отклонения для конструкции, мм,					
	из бута- и бутобетона			из кирпича, бетонных, керамических и других камней правильной формы		
	фунда-менты	стены	столбы	фунда-менты	стены	столбы
Отклонения от проектных размеров:						
по толщине	+30	+20	+20	+15	+15 (+10)	10
по отметкам обрезов и этажей	25	15	15	15	15	15
по ширине простенков	—	–20	—	—	–20 (–15)	—
по смещению осей смежных оконных проемов	—	20	—	—	20	—
по смещению осей конструкций	20	15	10	10	10	10
Отклонения поверхностей и углов кладки от вертикали:						
на один этаж	—	20	15	—	10	10
на все здание	10	30	10	30	30	30
Отклонения рядов кладки от горизонтали на 10 м длины стены	30	20	—	20	20 (15)	—
Неровности на вертикальной поверхности кладки, обнаруженные при накладывании рейки длиной 2 м:						
оштукатуриваемой	—	15	15	—	10	5
неоштукатуриваемой	20	15	15	5	5	5

Примечание. В скобках приведены размеры допускаемых отклонений для конструкции из кирпича.

Таблица 8.6. Предельные отклонения при кладке каменных конструкций (СНиП 3.03.01-87, таблица 34)

Проверяемые конструкции (детали)	Предельные отклонения, мм				
	стен	столбов	фундаментов	стен	столбов
	из кирпича, керамических и природных камней правильной формы, из крупных блоков		из бута- и бутобетона		
Толщина конструкций	±15	±10	±30	±20	±20
Отметки опорных поверхностей	–10	–10	–25	–15	–15
Ширина простенков	–15	—	—	–20	—
Ширина проемов	+15	—	—	+20	—
Смещение вертикальных осей оконных проемов от вертикали	20	—	—	20	—
Смещение осей конструкций от разбивочных осей	10 (10)	10	20	15	10
Отклонения поверхностей и углов кладки от вертикали:					
на один этаж	10 (5)	10	—	20	15
на здание высотой более двух этажей	30 (30)	30	30	30	30
Толщина швов кладки:					
горизонтальных	–2; +3	–2; +3	—	—	—
вертикальных	–2; +2	–2; ±2	—	—	—
Отклонения рядов кладки от горизонтали на 10 м длины стены	15 (15)	—	30	20	—
Неровности на вертикальной поверхности кладки, обнаруженные при накладывании рейки длиной 2 м	10	5	—	15	15
Размеры сечения вентиляционных каналов	±5	—	—	—	—

Примечание. В скобках приведены размеры допускаемых отклонений для конструкций из вибрированных кирпичных, керамических и каменных блоков и панелей.
Контроль: измерительный, геодезическая исполнительная схема, регистрация в журнале работ.

Таблица 8.7. Рекомендуемые составы растворов

Марка вяжущего	Составы в объемной дозировке для растворов марок						
	200	150	100	75	50	25	10
Для помещений с влажностью воздуха до 60% и фундаментов в маловлажных грунтах							
500	1:0,2:3	1:0,3:4	—	1:0,8:7	—	—	—
400	1:0,1:2,5	1:0,2:3	1:0,4:4,5		1:0,9:8	—	—
300	—	—	1:0,2:3,5	—	1:0,6:6	1:1,4:10,5	—
200	—	—	—	—	1:0,3:4	1:0,8:7	—
150	—	—	—	—	—	1:0,3:4	1:1,2:9,5
100	—	—	—	—	—	1:0,1:2	1:0,5:5
50	—	—	—	—	—	—	1:0,1:2,5
25	—	—	—		—	—	—
Для помещений с влажностью воздуха до 60% и фундаментов во влажных грунтах							
500	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,5:5,5	1:0,5:7	—	—	—
400	1:0,1:2,5	1:0,2:3	1:0,4:4,5	1:0,5:5,5	1:0,9:8	—	—
300	—	1:0,1:2,5	1:0,2:3,5	1:0,3:4	1:0,6:6	1:1:10,5	—
200	—	—	—	1:0,1:2,5	1:0,3:4	1:0,8:7	—
150	—	—	—	—	—	1:0,3:4	1:1:9
100	—	—	—	—	—	1:0,1:2	1:0,5:5

Таблица 8.8. Рекомендуемый состав звеньев для каменных работ

Звено	Квалификация каменщика (разряд)	Количество рабочих данной квалификации для кладки		
		простой	средней сложности	сложной
"Двойка"	6	—	—	1
	5	—	1	—
	4	1	—	—
	3	1	1	1

Таблица 8.8 *(окончание)*

Звено	Квалификация каменщика (разряд)	Количество рабочих данной квалификации для кладки		
		простой	средней сложности	сложной
"Тройка"	6	—	—	1
	5	—	1	—
	4	1	—	—
	3	2	2	2
"Четверка"	6	—	—	1
	5	—	1	—
	4	2	1	1
	3	2	2	2
"Пятерка"	6	—	—	1
	5	—	1	—
	4	2	1	1
	3	3	3	3
"Шестерка"	5	1	1	—
	4	1	1	—
	3	1	2	—
	2	3	2	—

Таблица 8.9. Минимальная температура раствора при кладке способом замораживания

Температура наружного воздуха, °С	Температура раствора, °С, на поверхности кладки при скорости ветра, м/с	
	до 6	более 6
До –10	5	10
До –20	10	15
Ниже –20	15	20

Таблица 8.10. Допустимая высота кладки способом замораживания

Толщина стен и столбов, м	Марка раствора	Предельная высота кладки, м	
		свободно стоящей	связанной перекрытиями
0,38	10—25	1,75	3,5
0,51		2,5	5,0
0,64		3,0	6,0
0,38	50	2,0	4,0
0,51		2,75	5,5
0,64		3,5	7,0
0,38	100	2,25	4,5
0,51		3,0	6,0
0,64		4,0	8,0

Таблица 8.11. Ориентировочный состав нормокомплекта для производства каменных и бетонных работ

Наименование элементов нормокомплекта	Количество, шт.	Срок службы, мес.
Установка для приема раствора УПГР-27	1	72
Трансформатор сварочный ТД-300	1	60
Глубинный вибратор ИВ-67	1	60
Вибратор-булава ИВ-56	1	60
Поверхностный вибратор ИВ-2	1	72
Сверлильная ручная машина ИЭ-1022В	1	24
Перфоратор ИЭ-4701	1	36
Трамбовка ИЭ-4503	1	24
Бункер для бетона (ЦНИИОМТП)	4	24
Бункер с челюстным затвором	2	24
Захват Б-8 (ЦНИИОМТП)	1	48
Подхват-футляр (ЦНИИОМТП)	1	12
Траверса (ЦНИИОМТП)	1	24
Маяк причальный	8	24
Шаблон для горизонтальных швов кладки	8	24
Линейка Т-образная	8	24
Рейка-порядовка	8	24
Скобка причальная	16	12

Таблица 8.11 *(окончание)*

Наименование элементов нормокомплекта	Количество, шт.	Срок службы, мес.
Шкаф инструментальный	1	48
Подмости ППУ (ЦНИИОМТП)	12	60
Площадка-подмости	2	12
Лестница для подъема на подмости	6	24
Лестницы	2	24
Ограждения конструкции (ЦНИИОМТП)	12	24
Светильник переносной	6	24
Каска	28	36
Пояс предохранительный	2	48
Ручной инструмент:		
кельма типа КБ	24	6
лопата типа ЛР	12	6
то же типа ЛКП-1	10	12
молоток-кирочка МКИ	16	18
молоток-кулачок МКУ	3	36
расшивка типа РВ-1	8	12
расшивка РВ-2	8	12
лом типа ЛМ-24	5	24
бетонолом	2	36
лом-гвоздодер ЛГ-16	2	24
ножницы для резки арматуры	1	18
киянка круглая	3	4
зубило слесарное	1	18
скребки	3	12
швабровка сдвоенная	2	12
топор строительный типа А-2	2	24
ножовка по дереву	2	12
клещи строительные КС-225	2	24
рубанок	1	36
молоток плотничий МПП	3	36
отвес стальной	8	36
рулетка желобчатая РЖ-2	8	12
рулетка типа РЗ-20	1	24
уровень водяной	1	24
уровень типа УСБ-1-750	2	24
правило дюралюминиевое	8	18
шаблоны различные	16	18

Таблица 8.12. Коэффициенты снижения несущей способности кладки стен, столбов и простенков, поврежденных вертикальными трещинами при перегрузке

Характер повреждения	Для кладки	
	неармированной	армированной
Трещины в отдельных камнях	1	1
Волосяные трещины, пересекающие не более 2 рядов кладки, длиной 15—18 см	0,9	1
То же при пересечении не более четырех рядов кладки длиной до 30—35 см при количестве трещин не более трех на 1 м ширины (толщины) стены, столба или простенка	0,75	0,9
То же при пересечении не более четырех рядов кладки на 1 м ширины (толщины) стены, столба или простенка	0,5	0,7
То же при пересечении не более восьми рядов кладки длиной более 60—65 см при количестве трещин более четырех на 1 м ширины (толщины) стен, столбов или простенков	0	0,5

Таблица 8.13. Значение коэффициента снижения несущей способности кладки при наличии дефектов производства работ

Вид дефекта	Коэффициент
Отсутствие перевязки рядов кладки (тычковых рядов, арматурных сеток, каркасов):	
в 5—8 рядах (40—50 см)	1,0
в 8—9 рядах (60—65 см)	0,9
в 10—11 рядах (75—80 см)	0,75
Отсутствие заполнения раствором вертикальных швов (пустот) при толщине горизонтальных швов более 2 см (3—4 шва на 1 м высоты кладки):	
при марке раствора шва 75 и более	1,0
то же 25—50	0,9
то же менее 25	0,8

Таблица 8.14. Коэффициенты снижения несущей способности кладки стен, простенков и столбов, поврежденных при пожаре

Глубина слоя поврежденной кладки (без учета штукатурки), см	Коэффициенты		
	для стен и простенков толщиной 38 см и более		для столбов при размере сечения 38 см и более
	при одностороннем обогреве	при двустороннем обогреве	
0,5	1	0,95	0,9
2	0,95	0,9	0,85
6	0,9	0,8	0,7

Таблица 8.15. Коэффициенты снижения несущей способности кладки опор ферм, балок и перемычек из полнотелого кирпича, поврежденных трещинами, имеющих сколы и раздробления

Характер повреждения	Для кладки	
	неармированной	армированной
Местное (краевое) повреждение кладки на глубину до 2 см (трещины, сколы, раздробления) и образование вертикальных трещин по концам балок, ферм и перемычек или их опорных подушек длиной до 15—18 см	0,75	0,9
То же при длине трещины до 30—35 см	0,5	0,75
Краевое повреждение кладки на глубину более 2 см при образовании по концам балок, ферм и перемычек или их опорных подушек вертикальных и косых трещин длиной более 35 см	0	0,5

Таблица 8.16. Цементы, применяемые для тампонажа трещин и каверн

Наименование цемента	Марка	Сроки схватывания, мин		Предел прочности, МПа, в возрасте		Линейное расширение (в воде) через		Водонепроницаемость, атм., через	
		Начало, не ранее	Конец, не позднее	24 ч	28 сут	1 сут	28 сут	1 сут	7 сут
Водонепроницаемый расширяющийся	400	4	10	15	50	До 1	0,6	5	—
Гипсоглиноземистый расширяющийся	400	—	—	35	—	—	0,3—1	—	—
	500	20	240	45	—	0,15	—	10	—
Расширяющийся портландцемент	400	—	—	100	400	—	0,3—1	—	—
	500	30	720	150	500	0,15	До 0,6	5	15
	600	—	—	200	600	—	—	—	—
Тампонажный	600	120	600	—	—	—	—	—	—

Таблица 8.17. Пределы применения тампонажных растворов на основе синтетических смол

Наименование раствора	Состав раствора	Толщина трещин, мм				
		До 0,5	0,5+2	2+5	5+10	Более 10
Эпоксидный без наполнителя	ЭД-16, ЭД-20 + ПЭПА	+	+	+	—	—
То же с наполнителем	Эпоксидная смола + цемент + ПЭПА	—		+	+	+
Эпоксидный без наполнителя	ЭД-16, ЭД-20 + ПЭПА	+	+	+		—
То же с наполнителем	Эпоксидная смола + цемент + ПЭПА	—		+	+	—

Примечание. ПЭПА — полиэтиленополиамин.

8.2. Кладка кирпичных стен в зимних условиях

Таблица 8.18. Кладка способом замораживания (без противоморозных добавок) (СНиП 3.03.01–87, таблица 33)

Среднесуточная температура наружного воздуха, °С	Положительная температура раствора, °С, на рабочем месте для кладки			
	из кирпича и камней правильной формы		из кирпичных блоков	
	при скорости ветра, м/с			
	до 6	свыше 6	до 6	свыше 6
До –10	5	10	10	15
От –11 до –20	10	15	10	20
Ниже –20	15	20	20	25

Примечание. Для получения необходимой температуры раствора может применяться подогретая (до 80°С) вода, а также подогретый песок (не выше 60 °С).

Таблица 8.19. Продолжительность оттаивания кладки (СНиП 3.03.01–87, таблица 31)

Характеристика кладки	Температура отогревающего воздуха, °С	Продолжительность, сутки, оттаивания кладки при толщине стен в кирпичах		
		1,5	2	2,5
Из красного кирпича на растворе:				
тяжелом	15	1,5	2,5	4
	25	1	1,5	2,5
легком	15	2,5	4	6
	25	2	3	4
Из силикатного кирпича на растворе:				
тяжелом	15	2	3,5	5
	25	1,5	2	3
легком	15	3,5	4,5	6,5
	25	2,5	3	4

Таблица 8.20. Продолжительность выдерживания кирпичных перемычек в опалубке (СНиП 3.03.01–87, таблица 29)

Конструкция перемычек	Температура наружного воздуха, °С, в период выдерживания перемычек	Марка раствора	Продолжительность выдерживания перемычек на опалубке, сутки не менее
Рядовые и армокирпичные	До 5	М25 и выше	24
	До 10		18
	До 15		12
	До 20		8
	Свыше 20		5
Арочные и клинчатые	До 5	То же	10
	До 10		8
	Свыше 20		5

Таблица 8.21. Глубина оттаивания кладки в конструкциях при обогреве их теплым воздухом с одной стороны (СНиП 3.03.01–87, таблица 30)

Расчетная температура, °С		Толщина стен в кирпичах								
		2			2,5			3		
		Глубина оттаивания при длительности обогрева, сутки								
наружного	внутреннего	5	10	15	5	10	15	5	10	15
–5	15	50/40	60/60	70/60	45/45	60/55	60/70	40/30	50/45	55/50
–5	25	70/50	80/70	80/80	55/45	70/60	75/70	50/40	65/55	75/65
–15	25	50/40	50/50	50/50	40/30	45/40	55/45	40/30	45/45	50/45
–15	35	60/60	60/60	60/60	55/45	60/55	60/55	45/30	60/45	60/45
–25	35	45/40	50/40	50/40	45/40	50/40	50/45	40/30	45/40	45/45
–25	50	55/50	60/50	60/50	55/45	60/55	60/55	50/45	50/50	50/50
–35	50	40/30	40/30	40/30	40/30	40/30	40/30	40/25	40/30	40/30

Примечание. Числитель — глубина оттаивания кладки (% толщины стены) из сухого керамического кирпича, знаменатель — то же из силикатного или влажного керамического кирпича.

Таблица 8.22. Набор прочности раствора
(СНиП 3.03.01-87, таблица 32)

Возраст раствора, сутки	Прочность раствора от марки, %, при температуре твердения, °С										
	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	1	4	6	10	13	18	23	27	32	38	43
2	3	8	12	18	23	30	38	45	54	63	76
3	5	11	18	24	33	47	49	58	66	75	85
5	10	19	28	37	45	54	61	70	78	85	95
7	15	25	37	47	55	64	72	79	87	94	99
10	23	35	48	58	68	75	82	89	95	100	—
14	31	50	71	80	86	92	96	100	—	—	—
21	42	58	74	85	92	96	100	103	—	—	—
28	52	68	83	95	100	104	—	—	—	—	—

Примечание. При применении растворов, изготовленных на шлакопортландцементе и пуццолановом портландцементе, величина относительной прочности определяется умножением значений, приведенных в таблице, на коэффициенты:
0,3 — при температуре твердения 0 °С;
0,7 — при 5 °С; 0,9 — при 9 °С; 1 — 15 °С и выше.

Для промежуточных значений температуры твердения и возраста раствора его прочность определяется интерполяцией.

8.3. Монтаж строительных конструкций, зданий и сооружений

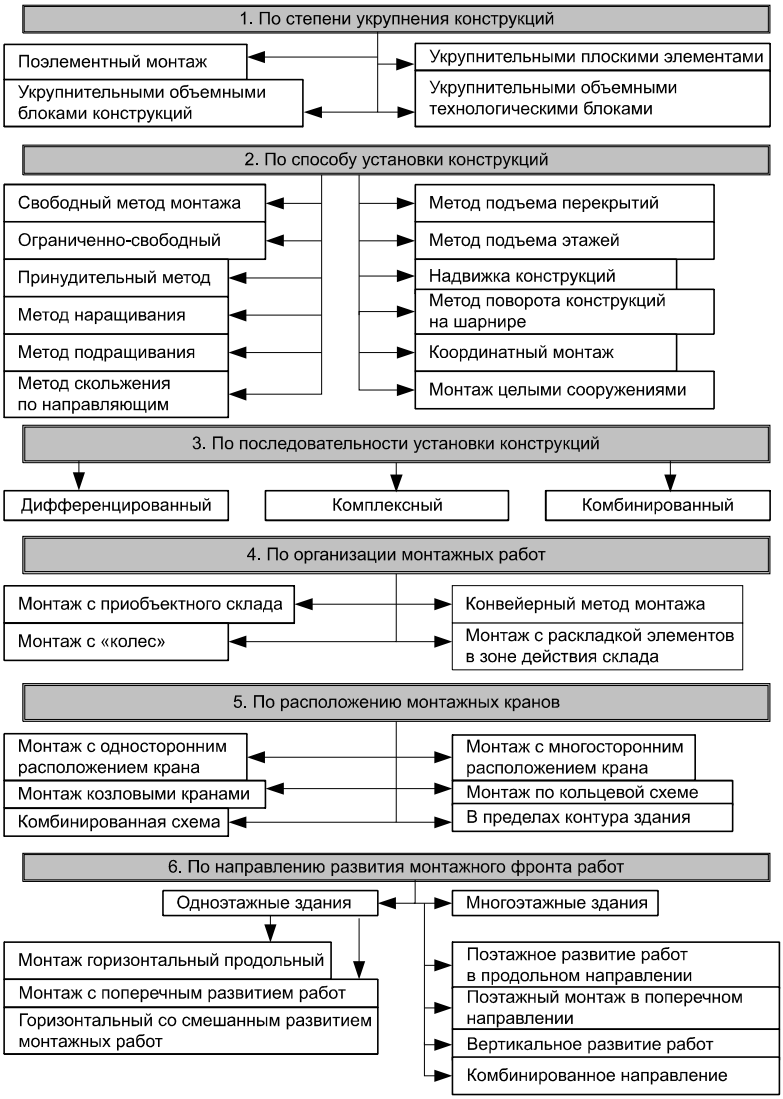


Рис. 8.1. Классификация методов и технологических схем монтажа строительных конструкций

Рис. 8.2. Способы выполнения монтажных операций

На рис. 8.3—8.5 представлены схемы основных методов монтажа конструкций при возведении промышленных и гражданских зданий.

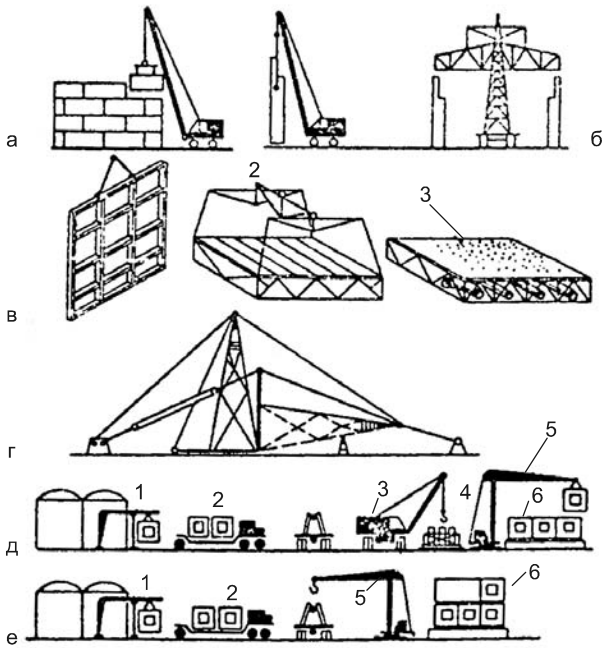


Рис. 8.3. Схемы основных методов монтажа:
а — мелкоэлементный; ***б*** — поэлементный; ***в*** — блочный:
1 — плоскими блоками; *2* — пространственными блоками;
3 — крупными блоками полной заводской готовности;
г — целым сооружением; ***д*** — с приобъектного склада; ***е*** — с транспортных средств:
1 — погрузка; *2* — доставка; *3* — разгрузка; *4* — приобъектный склад;
5 — монтажный кран; *6* — объект

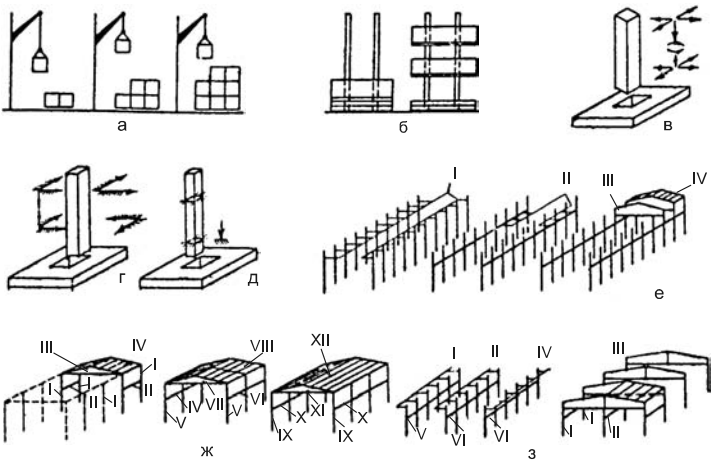


Рис. 8.4. Схемы основных методов монтажа строительных конструкций:
а — метод наращивания; ***б*** — метод подращивания; ***в*** — ограниченно-свободного монтажа; ***г***, ***д*** — принудительного монтажа; ***е*** — дифференцированный; ***ж*** — комплексный; ***з*** — комбинированный;
I…XI — очередь монтажа конструкций

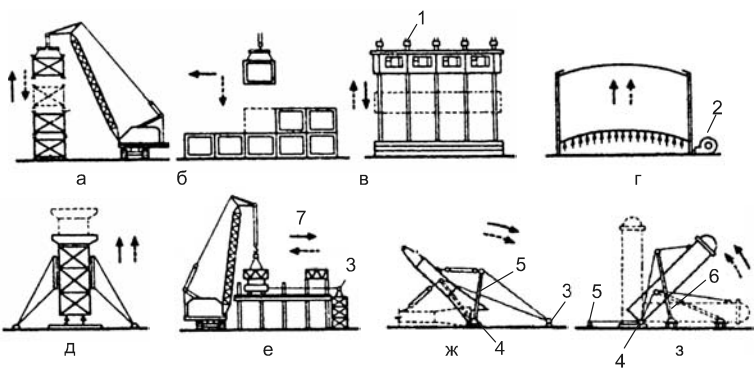


Рис. 8.5. Схемы методов монтажа сооружений:
а, ***б*** — метод свободного (вертикального, горизонтального) монтажа; ***в*** — принудительный монтаж с наращиванием по вертикали; ***г*** — пневмоподъем конструкций; ***д*** — подъем методом выжимания с подращиванием конструкций; ***в*** — надвижка конструкций; ***ж*** — поворот цельносборной конструкции методом падающей стрелы или с использованием шевра;
з — то же с помощью толкателя (крана, портала);
1 — домкраты; *2* — подача воздуха; *3* — лебедка; *4* — шарнир; *5* — падающая стрела; *6* — толкатель; *7* — направление монтажа

Монтаж колонн легкого типа обычно ведут с предварительной раскладкой (вершинами к фундаментам) непосредственно у мест их подъема. Тяжелые колонны укладывают основанием к фундаментам и поднимают с поворотом в вертикальное положение (рис. 8.6).

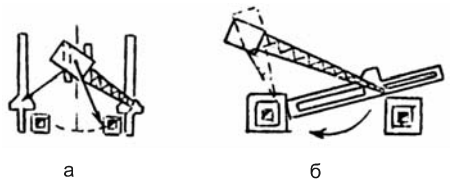


Рис. 8.6. Способы подъема железобетонных колонн: ***а*** — легких; ***б*** — тяжелых

Колонны высотой более 12 м дополнительно раскрепляют инвентарными расчалками. Подкрановые балки монтируют после геодезической проверки отметок и положения опорных площадок подкрановых консолей колонн.

Фермы и балки покрытия обычно монтируют непосредственно с транспортных средств (рис. 8.7), а плиты покрытия раскладывают таким образом, чтобы они не мешали движению крана и транспорта и позволяли их монтировать с минимального количества стоянок крана.

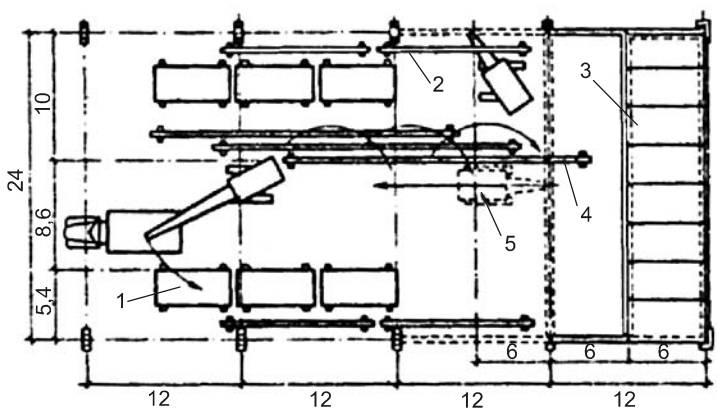


Рис. 8.7. Схема монтажа конструкций покрытия: *1* — панели; *2* — подстропильные фермы; *3* — смонтированный участок панелей покрытия; *4* — стропильные фермы; *5* — монтажный кран

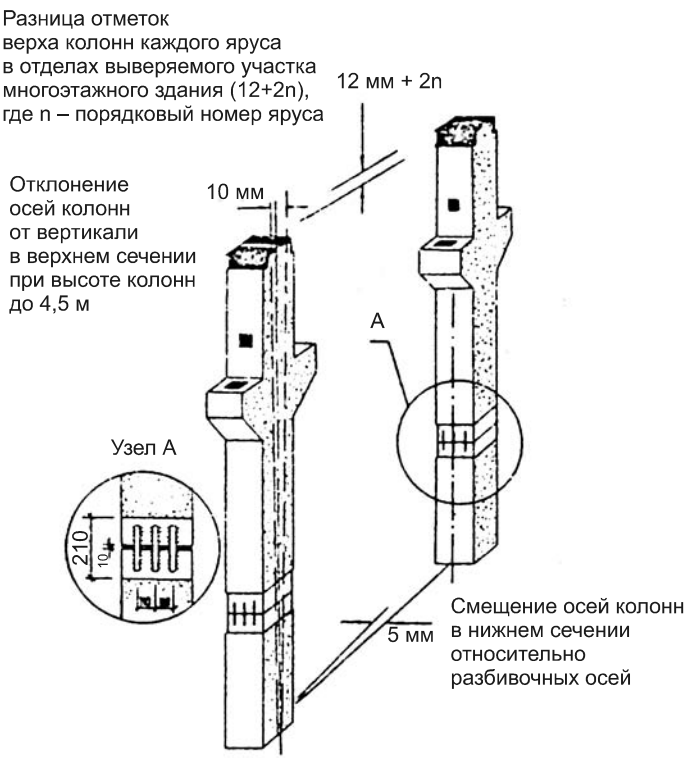


Рис. 8.8. Контроль качества работ при монтаже колонн
(Допуски (отклонения) при монтаже колонн даны в мм. n — порядковый номер яруса)

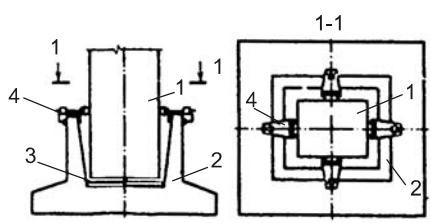


Рис. 8.9. Временное крепление колонны в стакане фундамента
с помощью кондуктора:
1 — колонна; *2* — стакан фундамента; *3* — подливка раствора для выравнивания опорной поверхности; *4* — выверочно-крепежное приспособление

Закрепление элементов и конструкций

Выверка и закрепление конструкций — это завершающая и ответственная операция монтажного цикла. Ее производят с помощью фиксирующих и крепежно-выверочных устройств. К ним относятся упоры-ограничители, упоры-шаблоны, вилочные фиксаторы, жесткие подкосы со стяжными муфтами, накидными струбцинами, штыревые фиксаторы и др.

Крепежно-выверочные устройства предназначены для фиксации и удержания монтируемого элемента в проектном положении и для его выверки. Это различного рода кондукторы для крепления и выверки колонн, опорных частей ферм, подкосы, распорки, калибровочные тяги с выверочными устройствами и др. (рис. 8.10).

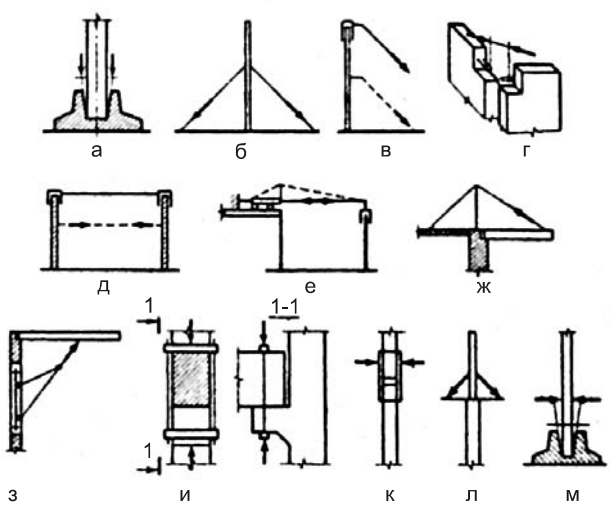


Рис. 8.10. Временное закрепление элементов и конструкций:
а — клиньями; ***б*** — расчалками; ***в*** — подкосами; ***г*** — раздвижной скобой; ***д***, ***е*** — распорками; ***ж***, ***з*** — варианты крепления консольных плит специальными приспособлениями; ***и*** — хомутами; ***к***, ***л***, ***м*** — одиночными кондукторами

Точность сборки конструкций контролируется геодезическими измерениями. При ограниченно-свободном монтаже применяют групповое монтажное оснащение в виде объемных кондукторов — установщиков базовых панелей, шарнирных связей и др.

Таблица 8.23. Предельные отклонения при монтаже колонн (СНиП 3.03.01–87, таблица 12)

Технические требования	Предельные отклонения, мм
Отклонение от совмещения ориентиров (рисок геометрических осей, граней) в нижнем сечении колонн, рам с установочными ориентирами (рисками разбивочных или геометрических осей)	8
Отклонение осей колонн одноэтажных зданий в верхнем сечении от вертикали при их длине, м:	
до 4	20
свыше 4 до 8	25
свыше 8 до 16	30
свыше 16 до 25	40
Разность отметок верха колонн или их опорных площадок (кронштейнов, консолей) одноэтажных зданий при их длине, м:	
до 4	14
свыше 4 до 8	16
свыше 8 до 16	20
свыше 16 до 25	25
Отклонение от совмещения ориентиров (рисок геометрических осей) в верхнем сечении колонн многоэтажных зданий с рисками разбивочных осей при длине колонн, м:	
до 4	12
свыше 4 до 8	15
свыше 8 до 16	20
свыше 16 до 25	25
Разность отметок верха колонн каждого яруса многоэтажного здания (сооружения) в пределах выверяемого участка при:	
контактной установке	12 + 2 n
установке по маякам	10

Примечание. n — порядковый номер яруса колонн. Контроль: измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема.

Монтаж каркаса промышленного здания

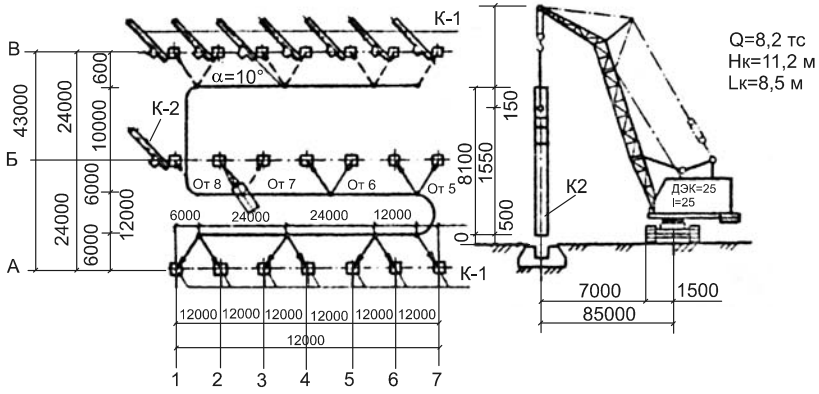


Рис. 8.11. Схемы монтажа колонн

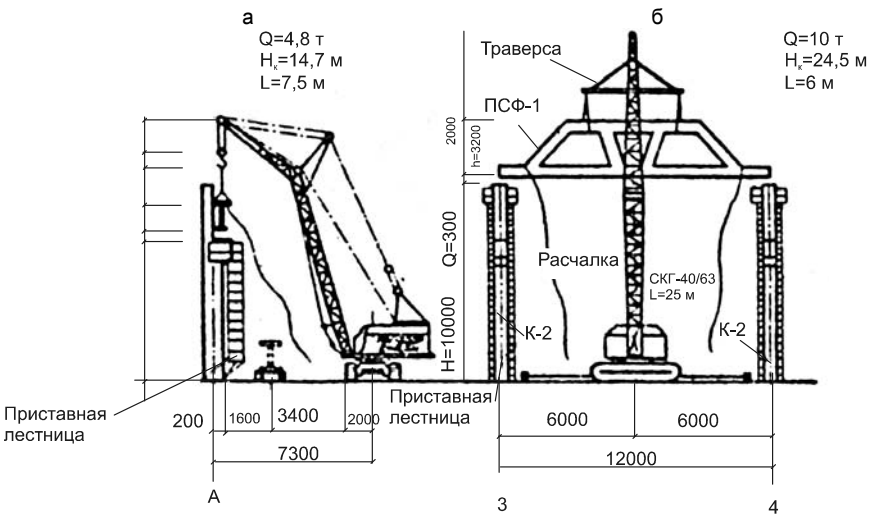


Рис. 8.12. Схемы монтажа подкрановой балки (***а***), подстропильной фермы (***б***)

Монтаж подкрановых балок промзданий

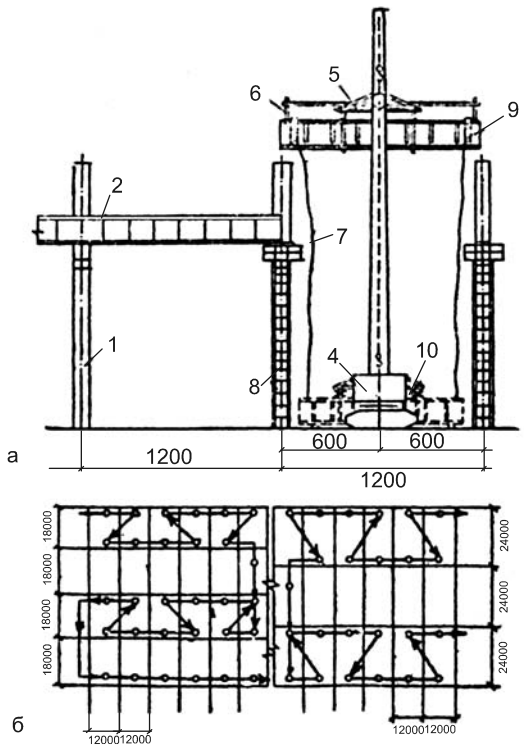


Рис. 8.13. Схемы монтажа укрупненных блоков подкрановых балок пролетом 12 м по колоннам среднего ряда:
а — схема установки укрупненных блоков; ***б*** — схема движения монтажного крана; *1* — колонны; *2* — укрупненный блок; *3* — подкладки; *4* — кран МГК-25; *5* — траверса; *6* — стойка со страховочным канатом; *7* — оттяжка; *8* — приставная лестница; *9* — навесная лестница; *10* — направление движения крана

Общая схема конвейерной сборки и крупноблочного монтажа покрытий промышленных зданий представлена на рис. 8.14.

Монтаж оболочек на проектных отметках осуществляют двумя способами: на поддерживающих устройствах или с опиранием укрупненных элементов оболочки на контурные балки и несущие конструкции (рис. 8.15). При этом применяют предварительную укрупнительную сборку и грузозахватные устройства.

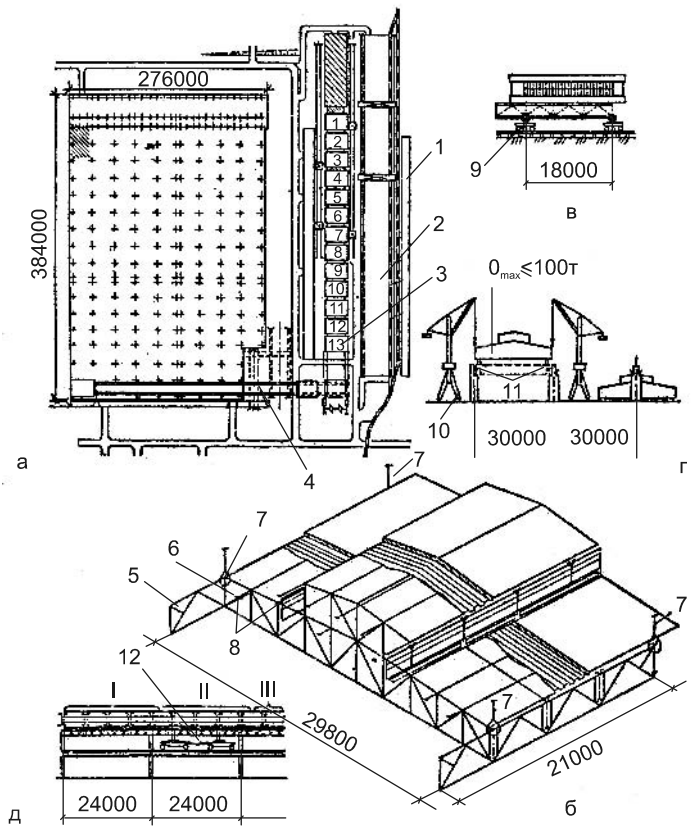


Рис. 8.14. Схема конвейерной сборки покрытий промзданий:
а — схема конвейера укрупнительной сборки и монтажа блоков покрытия;
б — конструкция блока-покрытия; ***в*** — расположение блока на тележке; ***г*** — подъем и размещение блока на установщике; ***д*** — подача блоков к месту монтажа;
1 — склад конструкций; *2* — площадка укрупнительной сборки; *3* — посты конвейерной линии; *4* — передаточная линия; *5*, *6* — подстропильная и стропильные фермы; *7* — места строповки блока; *8* — прогоны; *9* — тележка; *10* — кран БК-1000 груз. 5000 т; *11* — домкраты; *12* — мостовой установщик

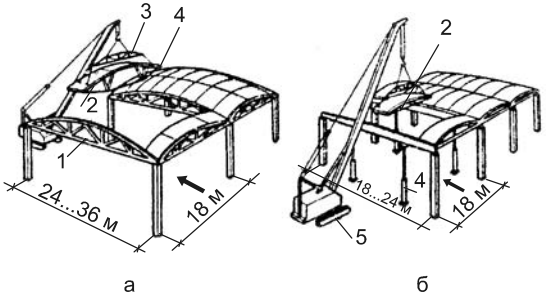


Рис. 8.15. Сборка оболочек на проектных отметках: ***а*** — оболочек двоякой кривизны; ***б*** — цилиндрических; *1* — контурные фермы; *2* — временные монтажные затяжки; *3* — траверса; *4* — монтажные опоры; *5* — монтажный кран

Монтаж элементов ограждений, стеновых панелей промзданий

Использование специального оборудования (рис. 8.16) для монтажа панелей зданий высотой 18 м снижает трудоемкость работ в 6 раз (по сравнению с монтажом гусеничным краном).

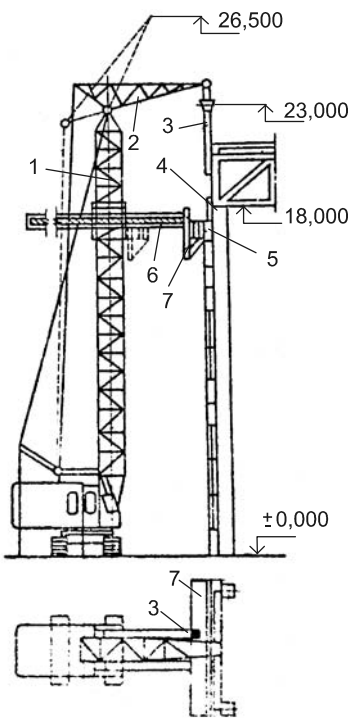


Рис. 8.16. Специальное оборудование для монтажа стеновых ограждений: *1* — башня; *2* — стрела; *3* — грузовой полиспаст; *4* — траверса; *5* — монтируемая панель; *6* — рама; *7* — монтажная площадка; *8* — пульт управления

Монтаж зданий с применением передвижного объемного кондуктора

Трудоемкость монтажных работ на объекте может быть снижена за счет применения пространственного кондуктора. Использование передвижного объемного кондуктора (рис. 8.17) обеспечивает комплексное выполнение монтажных работ и безопасный доступ к любому узлу в зоне монтажной ячейки. Передвигают кондуктор по рельсовым путям с помощью лебедки.

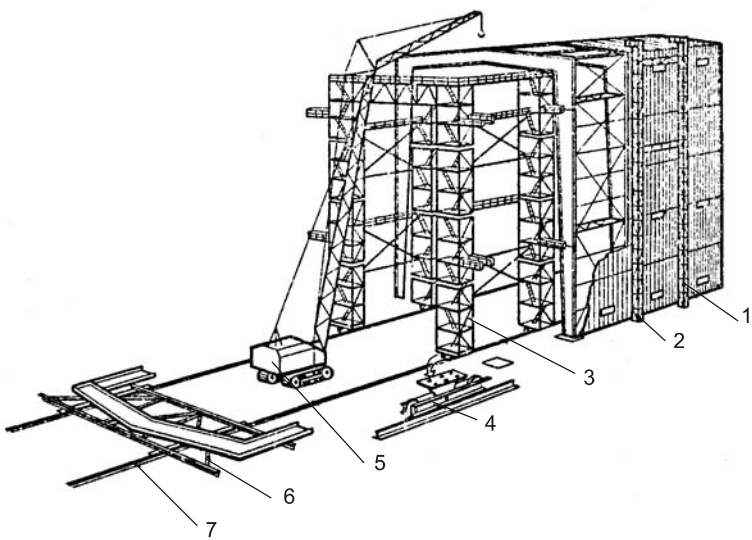


Рис. 8.17. Схема монтажа здания с помощью подвижного кондуктора-подмостей: *1* — монтируемое здание; *2* — подмости для монтажа стенового ограждения; *3* — кондуктор; *4* — ходовая тележка; *5* — стреловой гусеничный кран; *6* — транспортная тележка; *7* — рельсовые пути

Монтаж металлических арочных и купольных покрытий

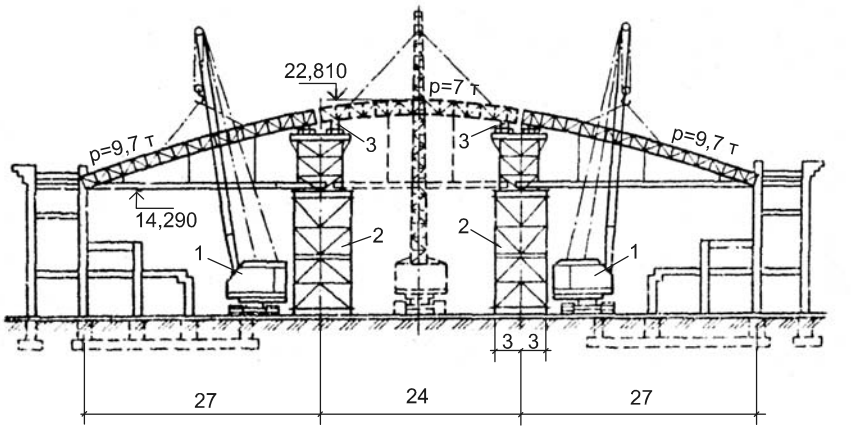


Рис. 8.18. Схема монтажа арки с затяжкой:
1 — гусеничный кран; *2* — временная опора;
3 — опорный узел с винтовым домкратом

Монтаж купольных покрытий

Метод монтажа купольных покрытий с помощью передвижной фермы-кондуктора не требует стационарных громоздких подмостей (рис. 8.19). Ферма-кондуктор перемещается по кольцевым рельсам на нижнем опорном кольце и на поворотном круге крана, установленного в центре купола. Пространственная ферма служит кондуктором при установке плит, которые монтируют поярусно, начиная с первого кольцевого пояса от наружного кольца.

Схемы монтажа куполов другими методами даны на рис. 8.20 и 8.21.

При монтаже ребристых и сетчатых куполов могут применяться гусеничные, пневмоколесные, козловые, башенные или рельсовые краны, располагаемые снаружи на двух параллельных или на одном кольцевом пути или внутри купола при отсутствии подземных сооружений.

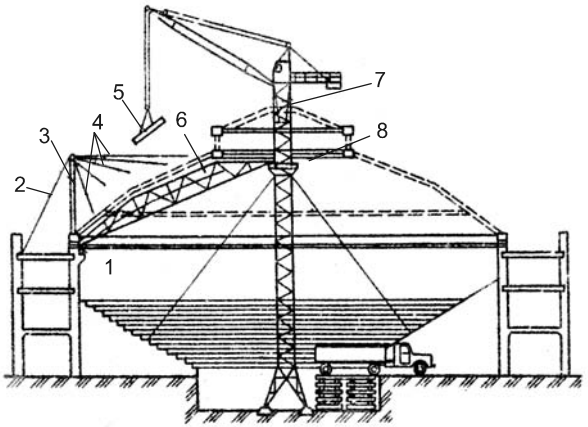


Рис. 8.19. Схема монтажа купольного покрытия с использованием в качестве опоры башни крана:
1 — кольцевой рельсовый путь; *2* — канатные расчалки; *3* — стойка; *4* — временные подвески; *5* — сборные панели; *6* — ферма-шаблон (кондуктор); *7* — башенный кран; *8* — опорная площадка

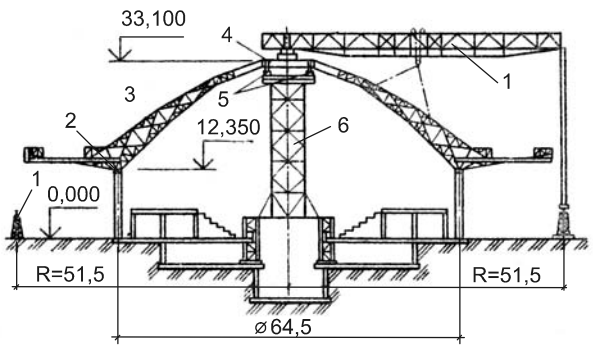


Рис. 8.20. Схема монтажа ребристого купола:
1 — подкрановая кольцевая эстакада для радиально-поворотного грузоподъемного устройства; *2* — нижнее опорное кольцо купола; *3* — ребра купола с козырьком; *4* — верхнее опорное кольцо купола; *5* — домкраты; *6* — временная опора; *7* — радиально-поворотный кран

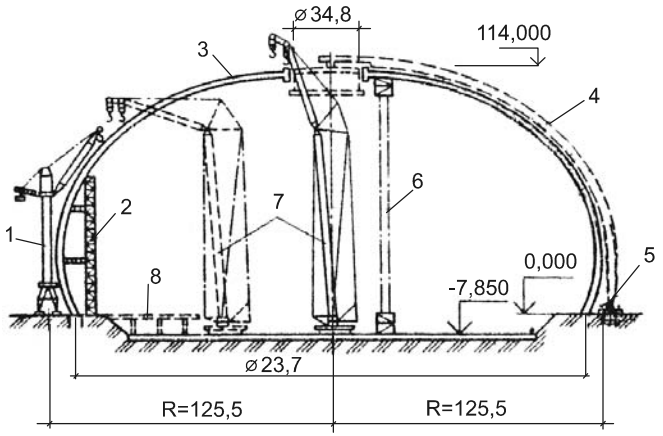


Рис. 8.21. Схема механизации монтажа сетчатого купола:
1 — башенный кран БК-300В; *2* — подъемник ПГС-800; *3* — купол; *4* — арка обслуживания; *5* — кольцевые пути для крана БК-300В; *6* — подъемник на канатных направляющих; *7* — рельсовый кран СКР-2200; *8* — конструкции подвала

Монтаж вантового покрытия

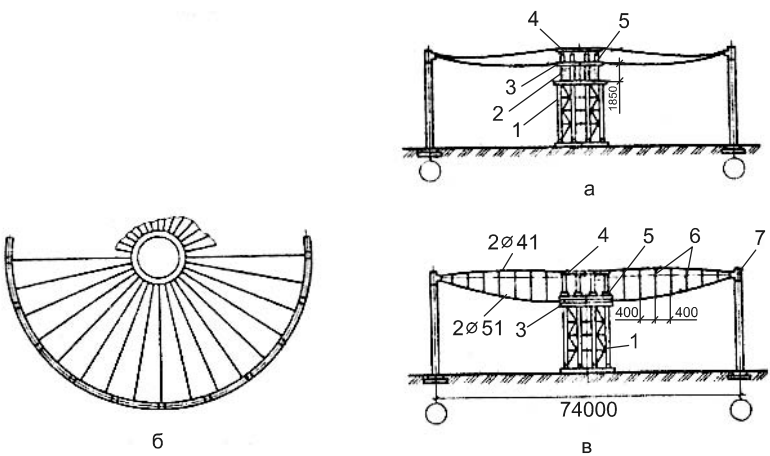


Рис. 8.22. Схема монтажа вантового покрытия:
а — сборка колец центрального барабана; ***б*** — раздвижка колец барабана;
в — схема покрытия;
1 — временная опора; *2* — клетка для сборки и опускания нижнего кольца;
3, *4* — нижнее и верхнее кольцо барабана; *5* — домкраты; *6* — стойки;
7 — домкратные узлы

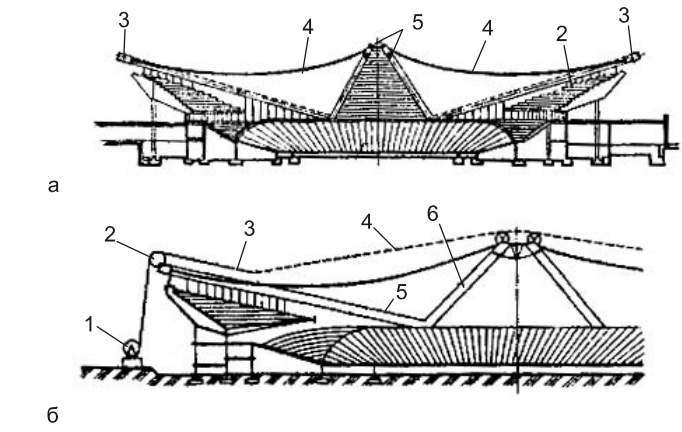


Рис. 8.23. Монтаж мембранного покрытия:
а — конструктивная схема здания; *1* — полотно велотрека; *2* — трибуны; *3* — наружные арки; *4* — мембраны; *5* — внутренние арки;
б — схема монтажа; *1* — рулон с полотнищем, установленный на вращающейся оси; *2* — катушка от рулона, выполняющего роль направляющего блока; *3* — вытягиваемый конец полотнищ мембраны; *4* — канат от тяговой лебедки; *5* — наружная арка; *6* — внутренняя арка

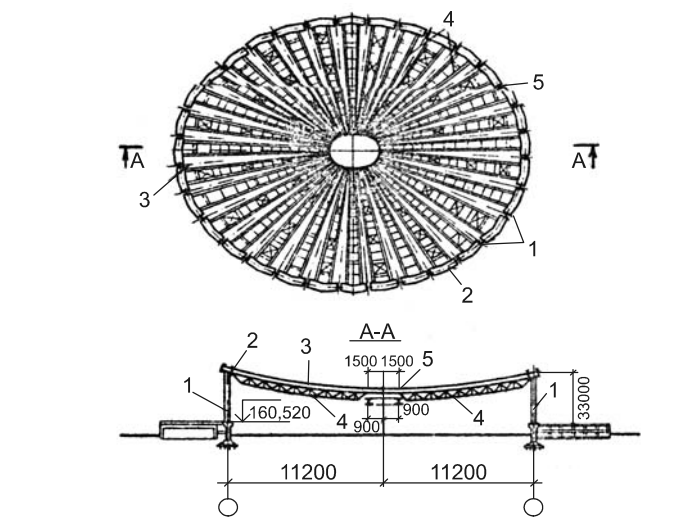


Рис. 8.24. Схема покрытия крытого стадиона спорткомплекса "Олимпийский" в Москве на 45 тыс. зрителей:
1 — колонны каркаса; *2* — наружное опорное кольцо; *3* — мембраны толщиной 5 мм; *4* — стабилизирующие фермы; *5* — центральная плита

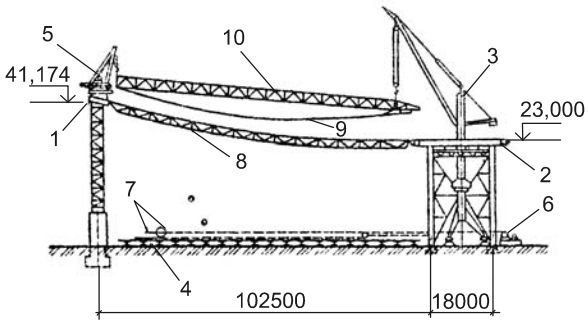


Рис. 8.25. Схема монтажа элементов мембраны:
1 — наружный опорный контур; *2* — внутреннее стальное опорное кольцо; *3* — башенный кран; *4* — стенд для разворачивания рулонов; *5* — подъемник; *6* — лебедка; *7* — канатно-тросовая система; *8* — смонтированный блок; *9* — монтируемый элемент мембраны; *10* — траверса-распорка

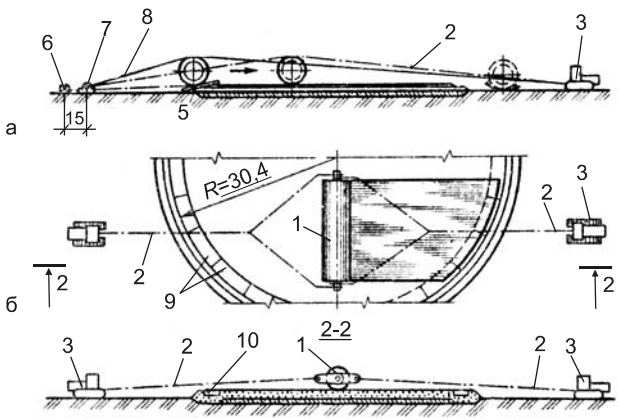


Рис. 8.26. Схема монтажа днища резервуара из рулонной заготовки:
а — одним трактором и лебедкой; ***б*** — двумя тракторами; *1* — рулон с тремя полотнищами; *2* — тяговый канат; *3* — трактор; *4* — сваи для перевозки рулона; *5* — деревянные брусья для накатки рулона на основание; *6* — якорь; *7* — тормозная лебедка; *8* — тормозной канат; *9* — окрайки днища; *10* — бетонное кольцо

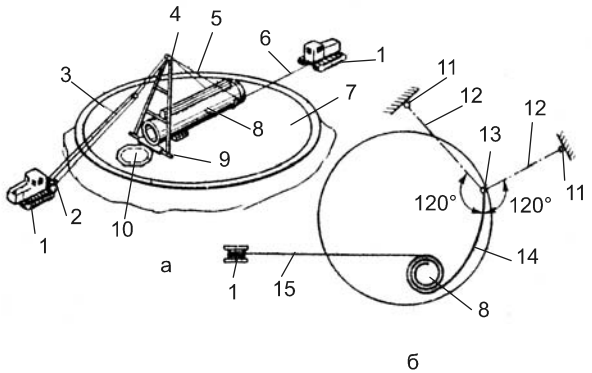


Рис. 8.27. Схема монтажа стенки резервуара из рулонной заготовки:
а — подъем рулона в вертикальном положении; ***б*** — разворачивание рулона;
1 — тракторы или лебедки; *2* — якорь подъемного полиспаста; *3*, *4* — шевр; *5* — тяги (стопоры); *6* — тормозной канат; *7* — днище; *8* — рулон; *9* — поворотный шарнир; *10* — поддон; *11* — якоря расчалок; *12*, *13* — концевая стойка жесткости с лестницей; *14* — развернутая часть полотнища стенки; *15* — тяговый канат

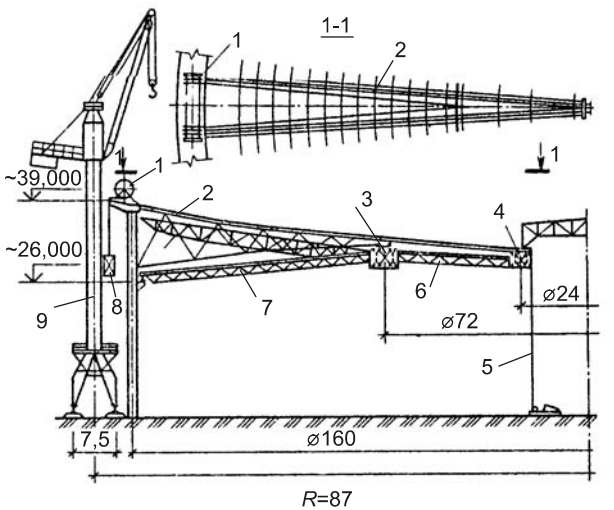


Рис. 8.28. Схема монтажа мембраны покрытия зала:
1 — барабан с рулоном лепестка мембраны; *2* — тавровые радиальные элементы для опирания лепестка мембраны; *3* — стабилизирующее кольцо; *4* — центральное кольцо; *5* — тяговый канат; *6*, *7* — передвижные подмости; *8* — противовес; *9* — кран БК-300

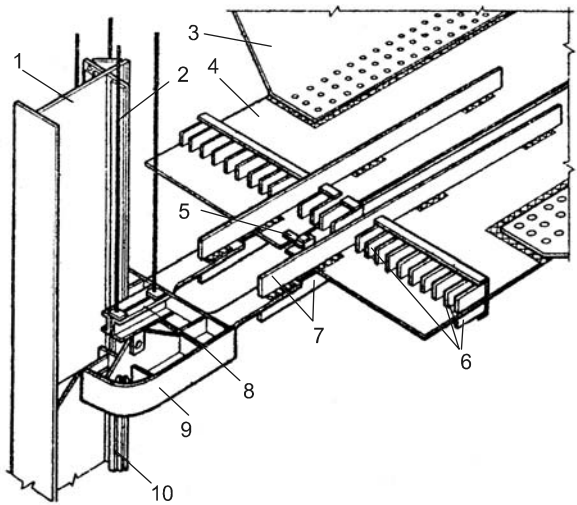


Рис. 8.29. Схема крепления мембраны при подъеме:
1 — монтажная колонна для подъема мембраны; *2* — винтовые тяги подъемника; *3* — полотно мембраны; *4* — элементы мембраны; *5* — фиксатор зазора; *6* — "гребенка" крепежа элементов к опорному корпусу; *7* — соединительные элементы; *8* — балансирующая траверса; *9* — цапфа с ползунами; *10* — направляющий рельс КР-70

Монтаж радиотелевизионных мачт и башен

Монтаж выполняют обычно с применением нескольких кранов. Нижнюю часть башни (до 100—120 м) монтируют башенным передвижным или приставным краном, вышерасположенные конструкции — самодельным краном. Монтаж ведут с максимальным укрупнением конструкций. Антенну, которая имеет высоту > 100 м, монтируют блоками самоподъемным краном или подращиванием снизу и выдвижением верхней части антенны.

Пример монтажа радиотелевизионной башни высотой 245 м с размером базы 30×30 м представлен на рис. 8.30. Монтаж телебашни

выполнялся в пять этапов. С помощью крана СКГ-40БС монтировали конструкции башни до отметки 39 м, верхнюю часть ствола антенн и ствол трубчатой антенны вместе с грузоподъемным устройством монтировали методом подращивания.

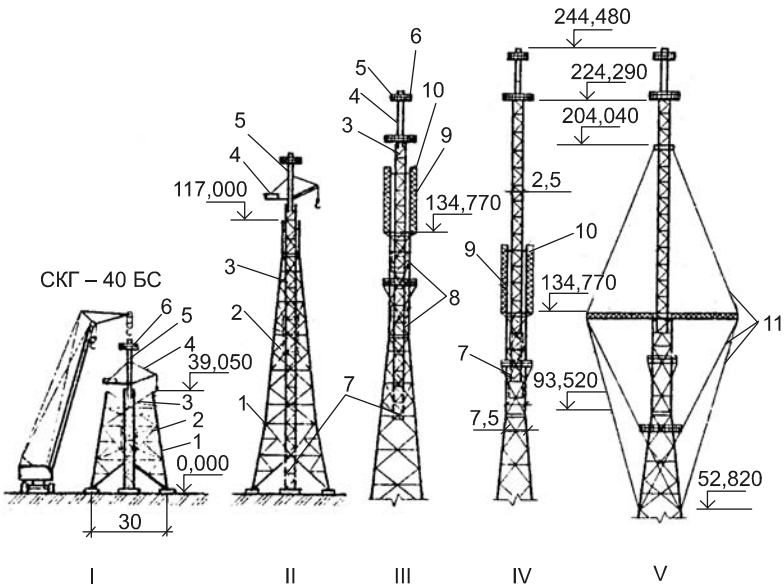
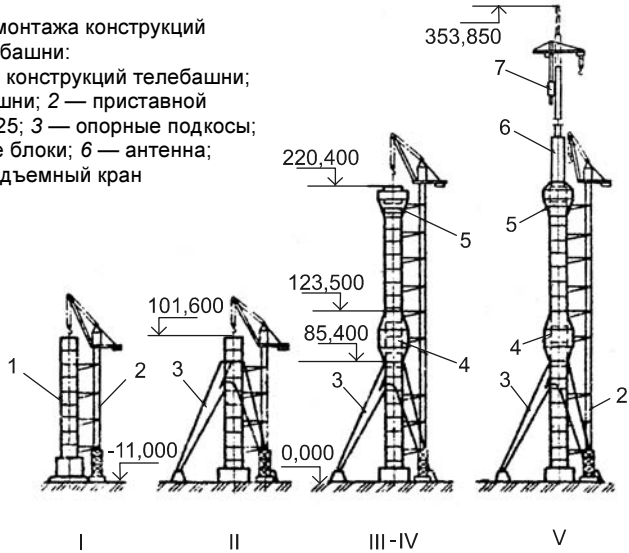


Рис. 8.30. Последовательность монтажа башни:
I…V — этапы монтажа конструкций башни;
1 — башня; *2* — обойма; *3* — ствол панельных антенн; *4* — грузоподъемное устройство; *5* — ствол трубчатой антенны; *6* — рабочие площадки; *7* — "хвостовые" секции; *8* — направляющие балки; *9* — распорки; *10* — элементы шпренгельной системы; *11* — оттяжки канатные шпренгельной системы

Другой пример монтажа башни высотой 354 м приведен на рис. 8.31. Монтаж ствола башни выполняется методом наращивания с помощью приставного крана ПК-25 и самоподъемного крана.

Рис. 8.31. Схема монтажа конструкций телебашни:
I...V — этапы монтажа конструкций телебашни; *1* — ствол телебашни; *2* — приставной (прислонный) кран ПК-25; *3* — опорные подкосы; *4*, *5* — технические блоки; *6* — антенна; *7* — самоподъемный кран



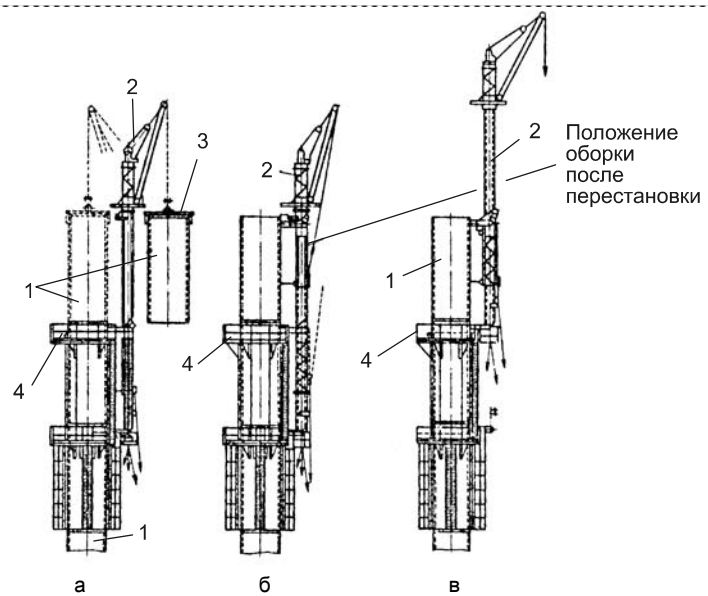


Рис. 8.32. Монтаж стальной мачты методом наращивания с помощью самоподъемного крана: ***а*** — монтаж секции; ***б*** — перестановка обоймы крана; ***в*** — перестановка ствола крана; *1* — мачта; *2* — самоподъемный кран; *3* — траверса; *4* — кольцевые подмости

Монтаж башенных сооружений методом подращивания

Последовательность монтажа башни методом подращивания приведена на рис. 8.33.

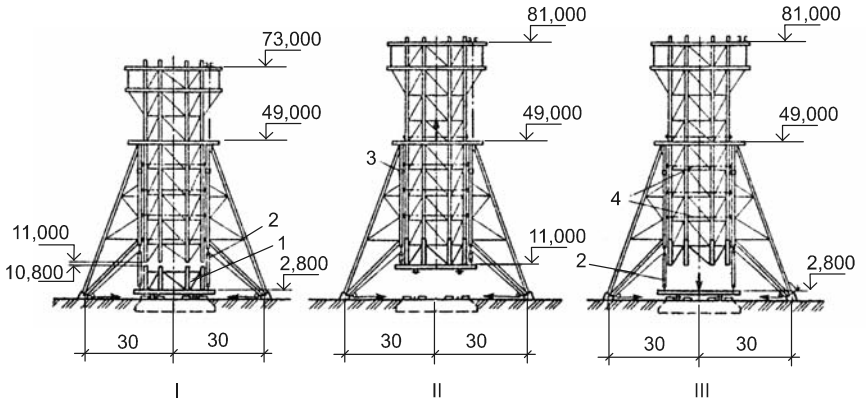


Рис. 8.33. Подъем вытяжной башни методом подращивания:
I, II, III — стадии подъема;
1 — укрупненный блок призматической части башни на стенде; *2* — тяговые полиспасты; *3* — выдвигаемые упоры; *4* — элементы пружинной стабилизирующей системы для гашения колебаний в процессе выдвижки ствола башни

Стадии монтажа:

- I — подведение укрупненного блока вместе со стендом в пространство между фундаментом и поднятой частью башни;
- II — подъем стенда вместе с частью башни (после проектного закрепления подращиваемого блока с поднятой частью башни);
- III — передача нагрузки от поднятой части башни на выдвигаемые упоры и опускание стенда на накаточные рельсовые пути для возвращения его в зону укрупнительной сборки.

Монтаж вытяжной башни высотой 180 м с базой 8 м (в призматической нижней части башни) выполняется методом подращивания и выдвижки с помощью шести тяговых полиспастов общей грузоподъемностью 1200 т.

Монтаж градирен

Для монтажа градирен с металлическим каркасом используют башенные и стреловые краны. Монтаж укрупненных блоков каркасно-обшивной гиперболической башни градирен с площадью орошения 4200 м^2 выполняют башенным краном БК-1425В или краном БК-1000 (рис. 8.34, *а*), либо кранами БК-180 и ДЭК-50 (рис. 8.34, *б*). Из-за недостаточной высоты подъема крана БК-1000 монтаж верхнего яруса градирни может быть осуществлен с помощью специальной траверсы с противовесом. Башенные краны передвигаются по кольцевым подкрановым путям, проложенным вокруг градирни. Укрупненные блоки монтируют поярусно АО всему периметру, затем проверяют геометрические размеры башни и сваривают монтажные стыки.

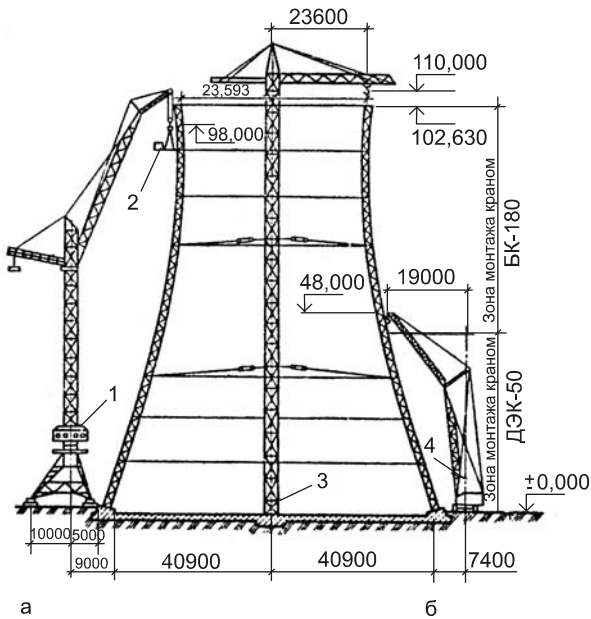


Рис. 8.34. Варианты монтажа каркасно-обшивной башни градирни:
а — модернизированным краном БК-1000;
б — приставным башенным краном БК-180;
1 — кран БК-1000; *2* — траверса с противовесом; *3* — кран БК-180;
4 — кран ДЭК-50

Монтаж стальных опор ЛЭП

Стальные опоры ЛЭП изготавливают сварными пространственными секциями. Эти секции могут быть укрупнены на сборочных площадках и в целом виде перевозиться к месту установки, если позволяют условия перевозки (ширина дорог, габариты проездов, радиус поворотов, грузоподъемность транспортных средств).

Сборку опор производят с помощью автомобильных или гусеничных кранов. Монтаж опоры ЛЭП безъякорным методом представлен на рис. 8.35. В этом случае вспомогательную мачту устанавливают внутри опоры и крепят за ее башмаки двумя расчалками; после подъема опоры ее удерживают от опрокидывания с помощью тормозной расчалки, прикрепленной к трактору. В тех случаях, когда внутри опоры нельзя установить вспомогательную мачту, применяют монтажные порталы.

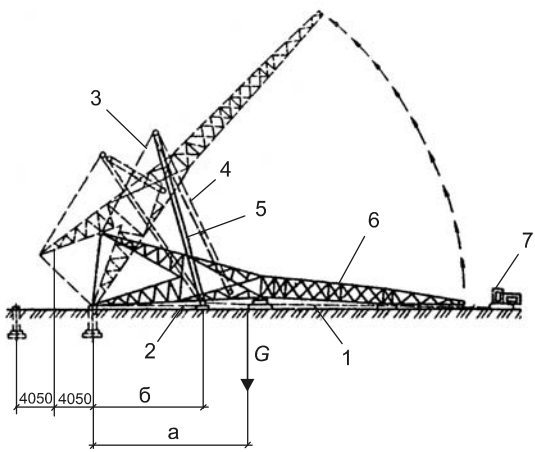


Рис. 8.35. Монтаж опор линий электропередач безъякорным методом:
1 — тяговый канат; *2* — нижние расчалки; *3* — верхние расчалки; *4* — подъемный полиспаст; *5* — вспомогательная мачта; *6* — положение опоры при сборке; *7* — трактор

В начале подъема тяжелых опор, требующего максимальных усилий, тяга создается путем совместной работы двух (иногда трех) тракторов, причем после подъема опоры на 50—60° один из тракторов переходит на торможение.

Монтаж опор ЛЭП с помощью вертолетов

Применение вертолетов целесообразно в труднодоступных районах. Связь между вертолетом и монтажниками осуществляется по радиотелефону. Таким способом устанавливали опоры до 22 м, масса которых примерно вдвое превышала грузоподъемность вертолета.

Монтаж радио- и телебашен с применением вертолетов

Монтаж высоких опор осуществляют в целом виде методом поворота с помощью вертолета (рис. 8.36) или крупными блоками методом наращивания с помощью вертолета. Для предупреждения раскачивания и вращения секции в полете к низу фюзеляжа вертолета крепят жесткую раму, охватывающую верх подвешенной секции.

Продолжительность монтажа одной секции составляет 35—40 мин.

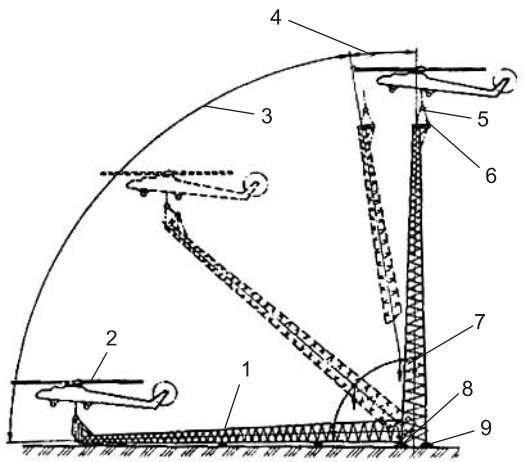


Рис. 8.36. Схема монтажа башни высотой 80 м с применением вертолета Ми-10К:
1 — монтируемая башня; *2* — вертолет Ми-10К; *3* — первый этап подъема; *4* — второй этап подъема; *5* — балансирная траверса; *6* — подъемно-тормозная система; *7* — центр тяжести башни; *8* — шарнир поворота; *9* — дополнительная опора

8.3.1.Транспортно-монтажные средства комплектно-блочного строительства объектов

В настоящее время осуществляется разработка перспективных методов перемещения и монтажа тяжеловесных блоков. Так, например, предполагается мобильные инвентарные здания массой до 300 т выгружать с барж и перемещать по суше съемно-транспортными средствами (рис. 8.37, табл. 8.24 и 8.25). Транспортное средство включает съемные ригели с телескопическими стойками, в которые встроены силовые гидроцилиндры, а также съемные стойки. Стойки снабжены подошвами в виде лыж, которые посредством специальных опор могут в любой момент движения адаптироваться к профилю трассы. Перемещение происходит циклично за счет использования горизонтальных гидроцилиндров. Электроснабжение силового оборудования осуществляется от дизельной электростанции, устанавливаемой внутри перемещаемого блока.

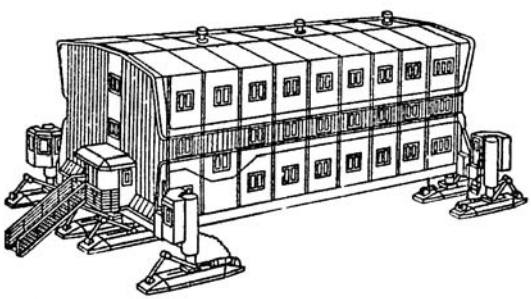


Рис. 8.37. Съемное транспортно-монтажное средство с мобильным блок-общежитием

Общий цикл перемещения блока включает следующие стадии:

- передвижение по мелководью в режиме шагания;
- самопогрузка на баржу-площадку;
- транспортирование по воде;
- саморазгрузка и выход на берег по мелководью в режиме шагания;

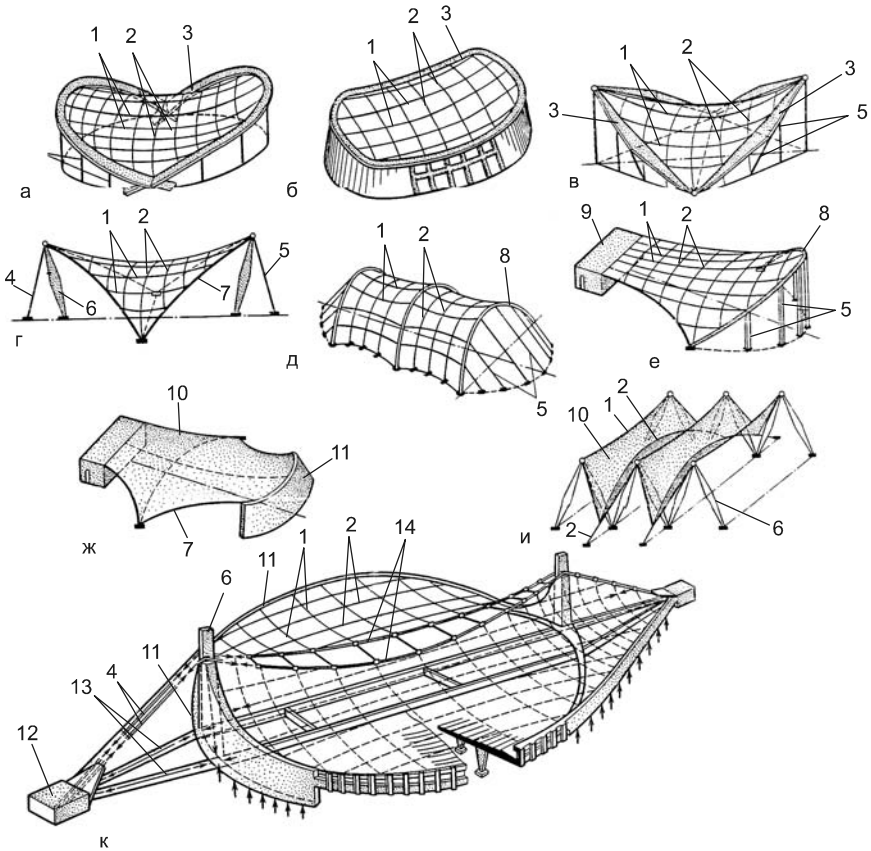


Рис. 8.38. Висячие предварительно напряженные покрытия облегченного типа:
а — седловидное по аркам; ***б*** — то же с опиранием на изогнутый контур;
в — гиперболический параболоид (гипар) с жестким контуром; ***г*** — то же, с контуром в виде троса-подбора; ***д*** — то же по вертикальным аркам; ***е*** — покрытие с опиранием на жесткий опорный диск или объем и наклонную арку; ***ж*** — тентовое покрытие с опиранием на жесткий диск и устойчивую стенку; ***и*** — то же с опиранием на несущие и стабилизирующие тросы; ***к*** — покрытие, опертое по продольной оси на два главных троса пролетом 126 м;
1 — несущие тросы; *2* — предварительно напряженные стабилизирующие тросы; *3* — жесткий опорный контур; *4* — оттяжки; *5* — стойки-оттяжки; *6* — опорные мачты; *7* — трос-подбор; *8* — опорные арки; *9* — опорный подъем; *10* — тент; *11* — устойчивая стена; *12* — опорный узел; *13* — железобетонные балки-распорки; *14* — главные тросы, поддерживающие сетчатое покрытие

- ❒ транспортирование по зимнику;
- ❒ самоустановка на свайный фундамент.

Непрерывное шагание суперблоков по зимнику возможно со скоростью 15—20 км/сут при небольших энергетических затратах на транспортирование.

При перемещении суперблоков волоком целесообразно использование виброимпульсов КБУ.

Элементы стержневых систем и пространственных структур позволяют собирать покрытия больших пролетов из металлоконструкций.

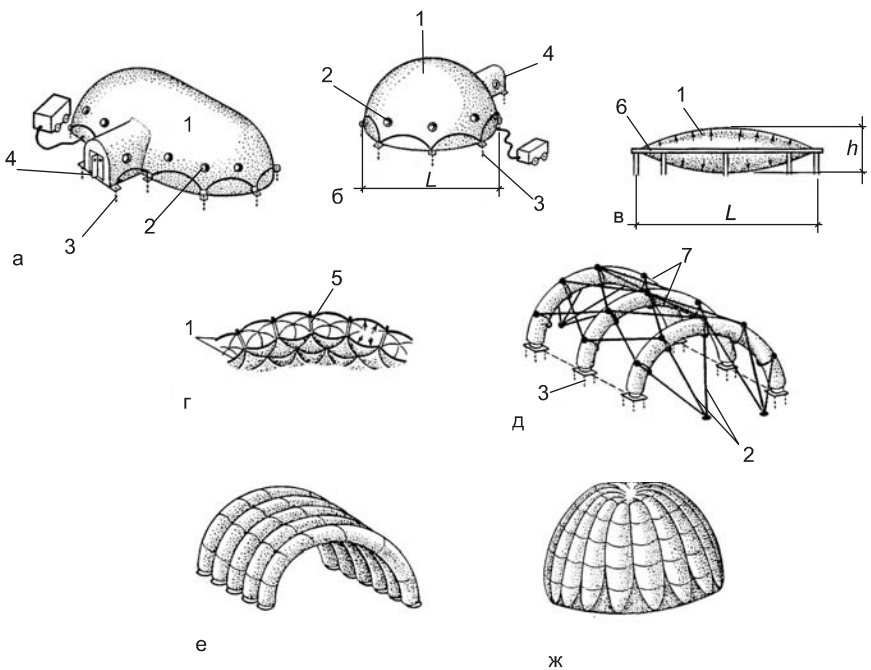


Рис. 8.39. Типы пневматических покрытий:
а, ***б*** — воздухоопорные; ***в*** — пневматическая линза; ***г*** — фрагмент стеганой конструкции; ***д***, ***е*** — каркасные пневматические сводчатые покрытия; ***ж*** — пневматический арочный купол;
1 — воздухонепроницаемая оболочка; *2* — окно-иллюминатор из органического стекла; *3* — анкеры-штопоры для крепления к грунту; *4* — шлюз; *5* — "тяж-простежка"; *6* — стальной опорный пояс линзы; *7* — растяжка для придания опорной устойчивости и поддержки тента покрытия

На рис. 8.40 представлены элементы стержневых систем и узлы пространственных структур, используемые при возведении сооружений из металлических конструкций.

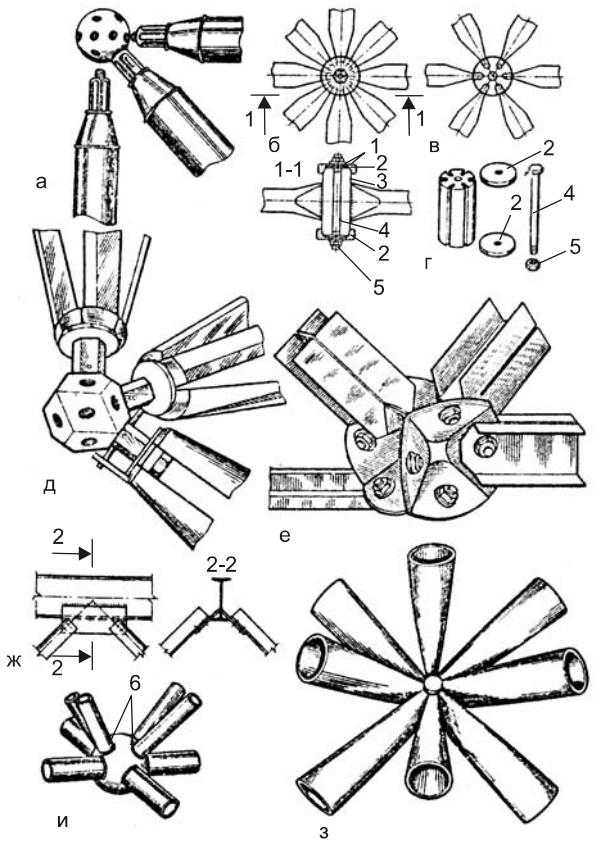


Рис. 8.40. Узловые сопряжения стержневых конструкций:
а, ***б*** — "Меро"—"ИФИ" (Германия); ***в***, ***г*** — "Триодетик" (Канада); ***д*** — "Кристалл"; ***е*** — "Сокол"; ***ж***, ***з*** — "ЦНИИСК"; и — "Октаплатте" (Германия) с полым шаром и кольцевыми угловыми сварными швами;
1 — шайба; *2* — крышка; *3* — концевые элементы; *4* — стяжной болт; *5* — гайка; *6* — кольцевые угловые швы

8.3.2. Полносборное строительство

Полупринудительный монтаж конструкций с применением трафаретного кондуктора

Трафаретный кондуктор представляет собой сложное и громоздкое оборудование (рис. 8.41).

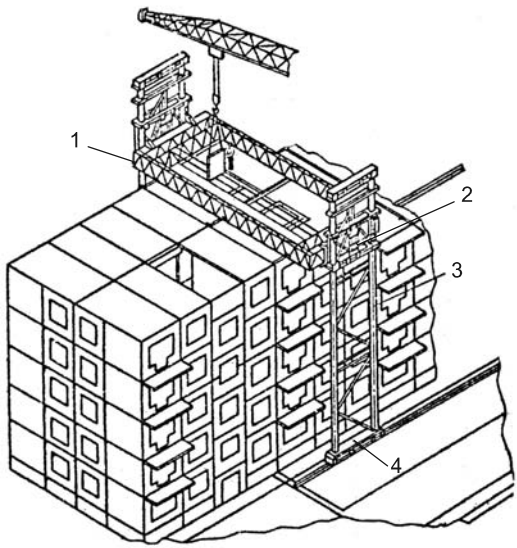


Рис. 8.41. Общий вид автономного трафаретного кондуктора для монтажа жилых зданий:
1 — рама кондуктора; *2* — механизм подъема рамы; *3* — стойка; *4* — тележка

Суть трафаретного (полупринудительного) монтажа состоит в применении кондукторов-трафаретов, имеющих автоматически действующую систему, приводящую монтируемые элементы в проектное положение. Трафарет позволяет монтировать элементы зданий при расширенном до 20 см поле допусков и последующем принудительном перемещении их в проектное положение с допустимыми отклонениями.

Преимущества данного метода состоят в том, что он принудительно обеспечивает заданную точность положения панелей, а также сни-

жает трудоемкость монтажа по сравнению со свободным методом на 25% благодаря исключению ручных операций на доводку монтируемых элементов до упора, введению их в фиксаторы, соединению связей и т. п.

Последовательность монтажа зданий из объемных элементов представлена на рис. 8.42.

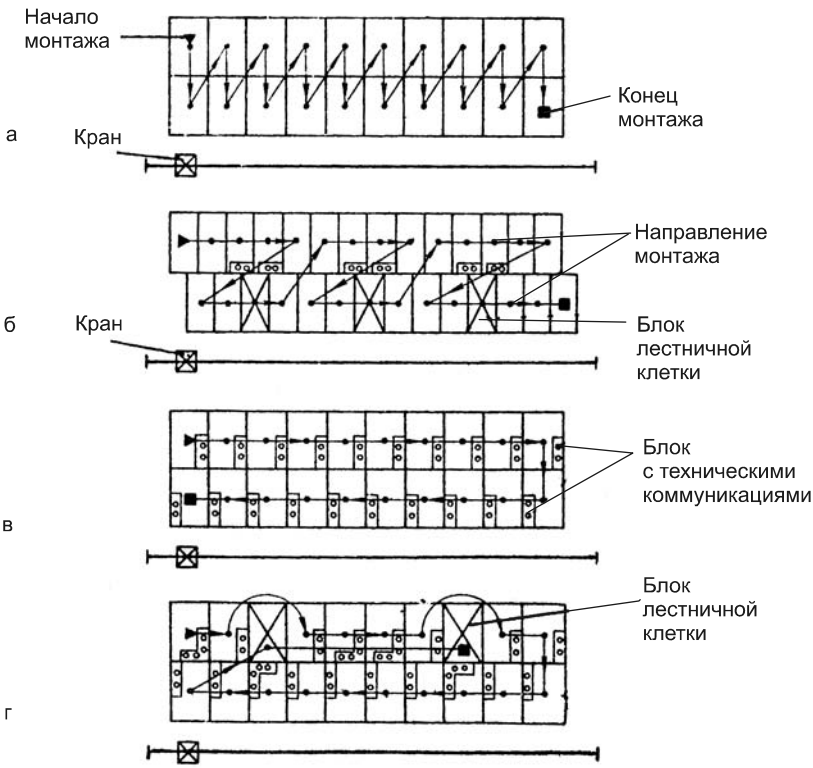


Рис. 8.42. Последовательность монтажа зданий из объемных блоков:
а — без наружных коммуникаций; ***б*** — с наружными коммуникациями;
в — с наружными коммуникациями на продольной грани;
г — то же на торцовой и продольной гранях

Монтаж зданий из объемных элементов с помощью козлового крана представлен на рис. 8.43.

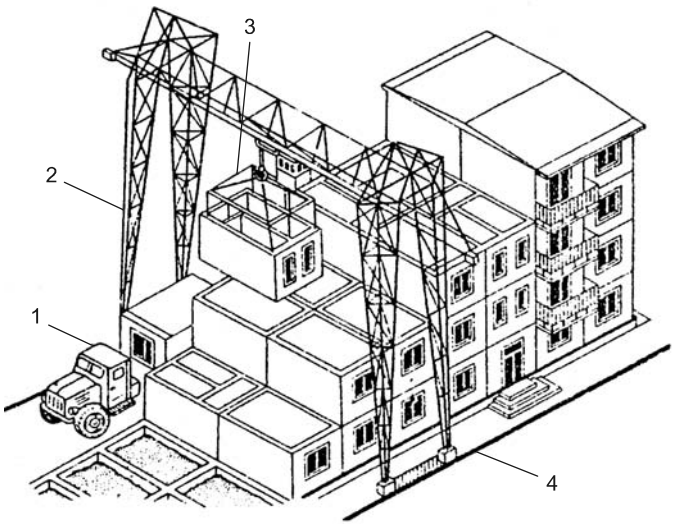


Рис. 8.43. Монтаж зданий из объемных элементов с помощью козлового крана: *1* — блоковоз; *2* — козловой кран; *3* — траверса; *4* — подкрановый путь

Здания высотой до 5 этажей из несущих объемных элементов размером на комнату удобно монтировать козловыми кранами.

Здания высотой выше 5 этажей или ломаной конфигурации в плане монтируют с помощью стреловых, башенных или самоходных кранов с башенно-стреловым оборудованием.

Объемные элементы доставляют в зону действия монтажного крана на специальных трейлерах по часовому графику.

Устойчивость и сохранность блока обеспечиваются крепежными приспособлениями и крепежными устройствами низкой посадки платформы трейлера.

Объемные элементы имеют большую массу, несимметрично расположенный центр тяжести и значительные боковые поверхности, создающие "парусность", поэтому при их подъеме применяют балансирные траверсы для уравновешивания и стабилизации груза.

Монтаж зданий методом подъема перекрытий и этажей

Этот метод сводится к следующему: изготовление на уровне земли пакета плит перекрытий; последовательное вертикальное перемещение на проектные отметки этих плит с помощью домкратов, закрепленных на колоннах здания; закрепления поднятых перекрытий в проектном положении (рис. 8.44).

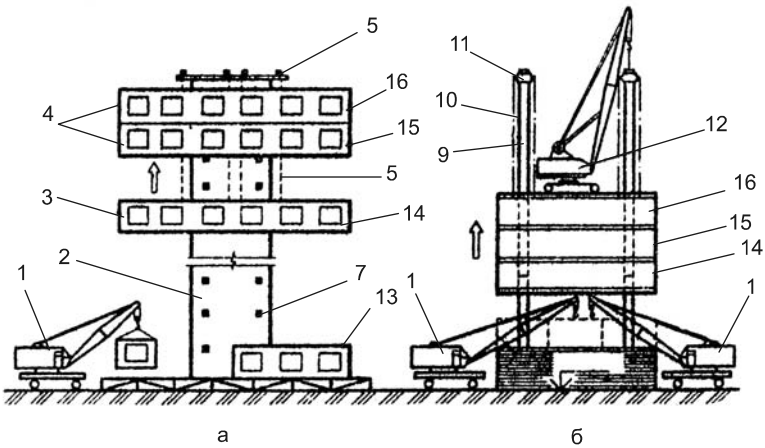


Рис. 8.44. Схема монтажа здания методом подъема этажей:
а — непосредственно на проектные отметки с установкой подъемников в верхней части ядра жесткости; ***б*** — с промежуточными стоянками с установкой подъемников на последовательно наращиваемые колонны;
1 — краны для наземной укрупнительной сборки конструкции этажа;
2 — железобетонная башня — ядро жесткости; *3* — этаж в процессе подъема;
4 — этажи в проектном положении; *5* — подъемные домкраты; *6* — подъемные тяги;
7 — отверстия для крепления этажей; *8* — пакет плит перекрытий; *9* — колонна наращиваемого яруса; *10* — подъемные тяги паруса; *11* — подъемник; *12* — кран для наращивания колонн; *13…16* — этажи монтируемого здания

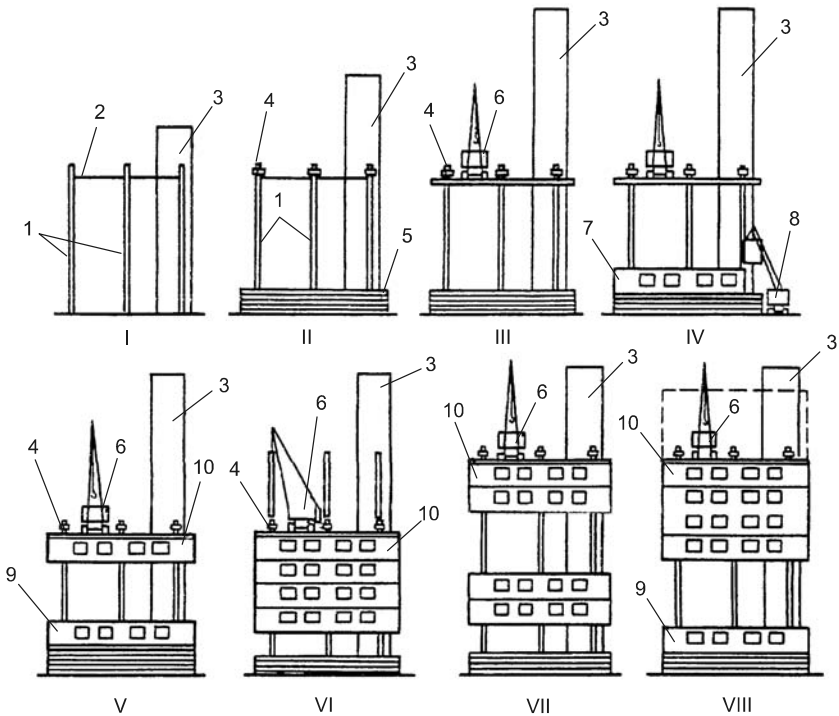


Рис. 8.45. Последовательность возведения здания методом подъема этажей:
I…VIII — этапы работ;
1 — колонны первого яруса; *2* — временные монтажные связи; *3* — ядро жесткости; *4* — гидравлический подъемник; *5* — пакет забетонированных междуэтажных плит; *6* — крышевой кран; *7* — верхний этаж здания в период монтажа конструкций этажей; *8* — кран для монтажа конструкций этажей; *9* — смонтированный этаж, подготовленный к подъему; *10* — этажи здания, поднятые с помощью подъемников в промежуточное положение

Методы доставки комплектно-блочных устройств

Таблица 8.24. Схемы доставки комплектно-блочных средств

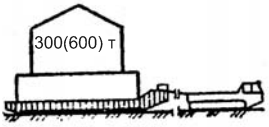
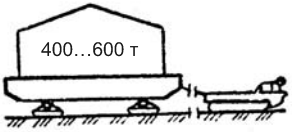
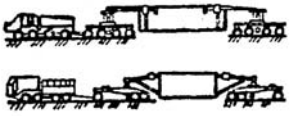
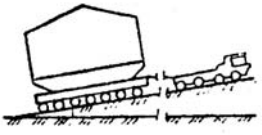
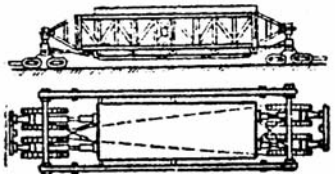
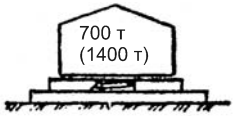
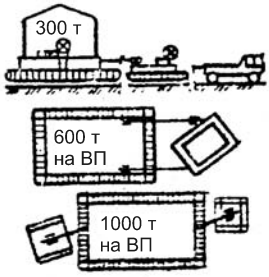
Метод	Схема	Машины	Скорость движения, км/ч
Волоком по зимнику	α=6%	Тягачи Д-355С-3 (3, 4 шт.)	3—8
Волоком на термолыжах (термосанях)		Тягачи Д-355С-3 (2, 3 шт.)	6—8
Волоком на четырех независимых лыжах		Тягачи Д-355С-3 (2, 3 шт.)	6—8
Автотранспортным устройством		АТУ-150; тягач МАЗ-7310 (2 шт.)	5
Пневмоколесным прицепом-модулем	 $\alpha \leqslant 2\%$	ЧИЗАП-8388; тягач МАЗ-537Л (2 шт.)	5—10
Гусеничным тяжеловозом		ТС-100 (ТС-60); ГТС-450А; тягач МАЗ-7310 (3 шт.)	5

Таблица 8.24 *(окончание)*

Метод	Схема	Машины	Скорость движения, км/ч
Шагающим транспортером		ШТ-700 (ШТ-1400); УШТ-350; тягач Т-130 (2 шт.)	1
Перемещение на воздушной подушке: с якорным тягачом; с якорным устройством		УВП-300, тягач Т-100 (2 шт.), АПВП-150Я, Т-100, ТКВП-600, ТКВП-1000 "Муравей" 3000 кВт	3 5

Методы монтажа комплектно-блочных средств

Таблица 8.25. Характеристики комплектно-блочных устройств

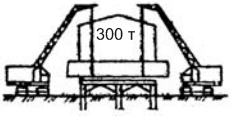
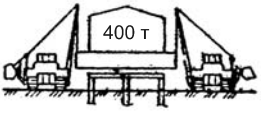
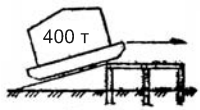
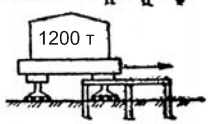
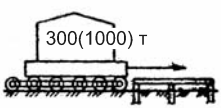
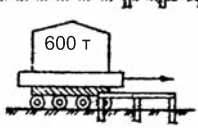
Средства механизации	Условная схема	Высота ростверка, м	Трудоемкость монтажа 1 блока, чел.-см
Спаренные краны СКГ-160 (2 шт.) 440 кВт		1,5	36
Трубоукладчик Кат-594 (4 шт.) 1180 кВт		1,5	17

Таблица 8.25 *(окончание)*

Средства механизации	Условная схема	Высота ростверка, м	Трудоемкость монтажа 1 блока, чел.-см
Надвижка тягачами по пандусу Д-355С (2 шт.) 558 кВт		1,5	21
Домкратные тележки ТГ1М-75 (4 шт.), тягач Т-130 (2 шт.) 350 кВт		1,2	16
Комплект пневмокатков КПК-300; тягачи Т-100 (400 шт.) 340 кВт		1,0	7,5
Самонагрузка прицепа ЧМЗАП-8388, тягачи МАЗ-7427 (2 шт.)		1,2	12

8.4. Монтаж сборных элементов, панелей, блоков гражданских зданий

Таблица 8.26. Требования при монтаже панелей стен (СНиП 3.03.01–87, таблица 12)

Технические требования	Предельные отклонения, мм
Отклонение от совмещения ориентиров (рисок геометрических осей, граней) в нижнем сечении установленных панелей, блоков с установочными ориентирами (рисками геометрических осей или гранями нижележащих элементов):	
панелей и блоков несущих стен	8
панелей навесных стен	10

Таблица 8.26 *(окончание)*

Технические требования	Предельные отклонения, мм
Отклонение от вертикали верха плоскостей:	
панелей несущих стен	10
блоков несущих стен	12
навесных стен	12
Отклонение отметок маяков относительно монтажного горизонта	±5
Разность отметок верха стеновых панелей каркасных зданий в пределах выверяемого участка при:	
установке по маякам	10
контактной установке	12 + 2 n

Примечание. n — число установленных по высоте панелей. Контроль: измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема.

Таблица 8.27. Предельные отклонения при монтаже объемных блоков (СНиП 3.03.01–87, таблица 12)

Технические требования	Предельные отклонения, мм
Отклонение от совмещения ориентиров (рисок геометрических осей, граней) в нижнем сечении установленных элементов с установочными ориентирами	8
Отклонение от вертикали верха плоскостей объемных блоков	10
Отклонение по высоте порога дверного проема объемного блока шахты лифта относительно посадочной площадки	±10
Отклонение от перпендикулярности внутренней поверхности стен ствола шахты лифта относительно горизонтальной плоскости (пола приямка)	30

Примечание. Контроль: измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема.

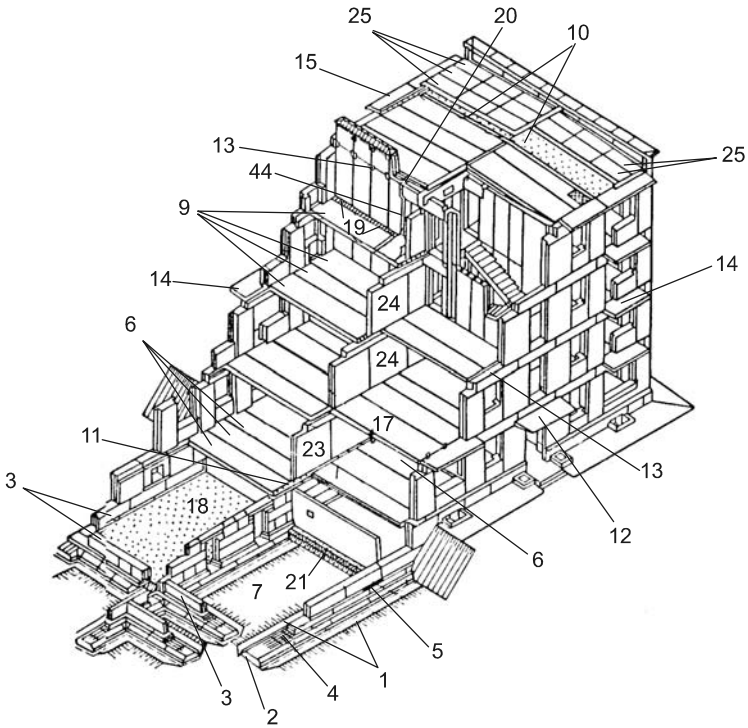


Рис. 8.46. Примерная схема размещения мест скрытых работ в жилом доме: *1* — осмотр открытых рвов и котлованов под фундаменты; *2* — устройство песчаной подушки под фундамент; *3* — устройство фундаментов; *4* — устройство армированного пояса; *5* — гидроизоляция стен подвала; *6* — устройство перекрытий над подпольем; *7* — устройство подполья; *8* — монтаж перекрытий над первым этажом; *9* — устройство перекрытий над вторым, третьим и другими этажами; *10* — устройство и утепление чердачного перекрытия; *11* — анкеровка перекрытий; *12* — устройство козырьков над входами; *13* — монтаж блок-перемычек; *14* — монтаж и испытание балконов; *15* — монтаж и анкеровка вентиляционных блоков; *16* — монтаж карнизных плит; *17* — заделка крюков для люстр; *18* — устройство бетонных полов; *19* — устройство разделок у дымоходов; *20* — устройство борозд и каналов в стенах; *21* — монтаж панельной перегородки подвального этажа; *22* — устройство полов в санузлах; *23* — монтаж внутренних стеновых блоков первого этажа; *24* — монтаж внутренних стен типовых этажей; *25* — монтаж железобетонных настилов кровли и устройство кровли

Примечание

Цифры на рис. 8.46 и 8.47 обозначают места, где расположены скрытые работы и конструктивные элементы, на которые следует составлять акты.

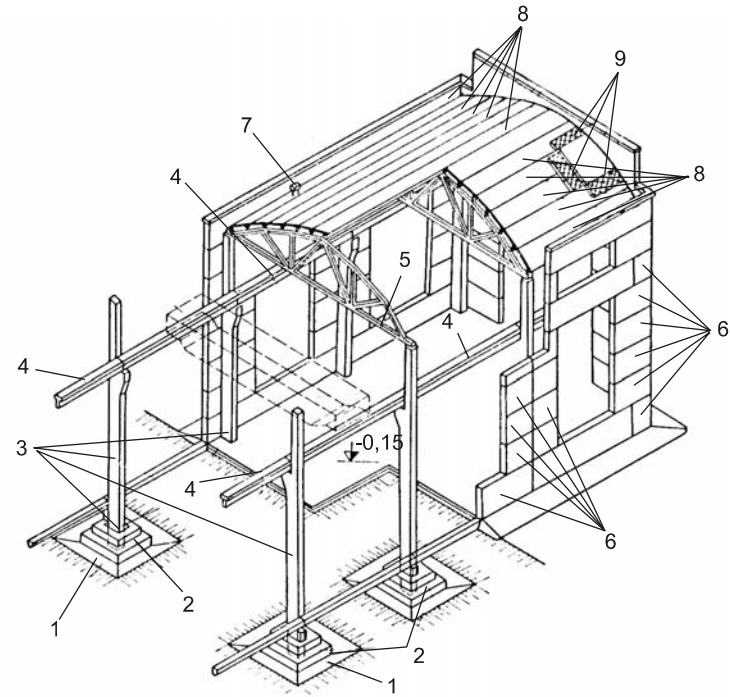
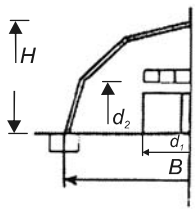
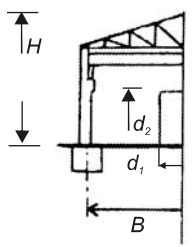


Рис. 8.47. Примерная схема размещения мест скрытых работ в промышленном здании:
1 — осмотр котлована под фундаменты; *2* — устройство фундаментов; *3* — монтаж сборных железобетонных колонн и замоноличивание башмаков; *4* — монтаж подкрановых путей; *5* — монтаж стропильных и подстропильных ферм; *6* — монтаж стеновых панелей; *7* — монтаж и испытание внутренних водостоков; *8* — монтаж плит покрытия; *9* — устройство и утепление кровельного покрытия

Таблица 8.28. Конструктивные схемы объектов быстровозводимого модульного строительства

Длина может меняться кратно 3 м				
Размеры бокса арочного (B×L×H)	**Дополнительные характеристики**			
	Объем, м³	**Вариант ворот, d_1/d_2, м**	**Площадь покрытия, м²**	
7,5×15×3,75 (S = 112 м²)	331	3/2,9	252	
11,5×21×5,75 (S = 240 м²)	1050	3,6/3,2	542	
15×30×7,5 (S = 450 м²)	2560	4/3,6	1007	
18×36×9 (S = 620 м²)	5340	4/3,6	1450	
Длина может меняться кратно 6 м				
Размеры бокса арочного (B×L×H)	**Дополнительные характеристики**			
	Объем, м³	**Вариант ворот, d_1/d_2, м**	**Площадь покрытия, м²**	
6×12×4 (S = 72 м²)	290	3/2,9	252	
9×18×5 (S = 162 м²)	810	3,6/3,2	452	
12×24×6 (S = 288 м²)	1730	4/3,6	755	
18×36×7,5 (S = 648 м²)	4860	4/3,6	1536	
24×48×7,5 (S = 1152 м²)	8640	4/4	2370	

Примечание. Обшивка зданий — сэндвич-панели, утеплитель — Rockwool.

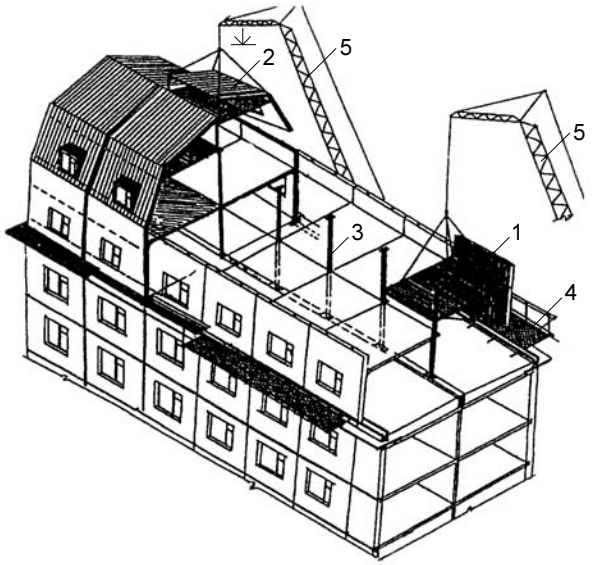


Рис. 8.48. Общая схема возведения двухэтажной надстройки:
1 — установка элемента надстраиваемого этажа; *2* — то же, мансардного блока; *3* — опорных стоек; *4* — ограждения; *5* — монтажный кран

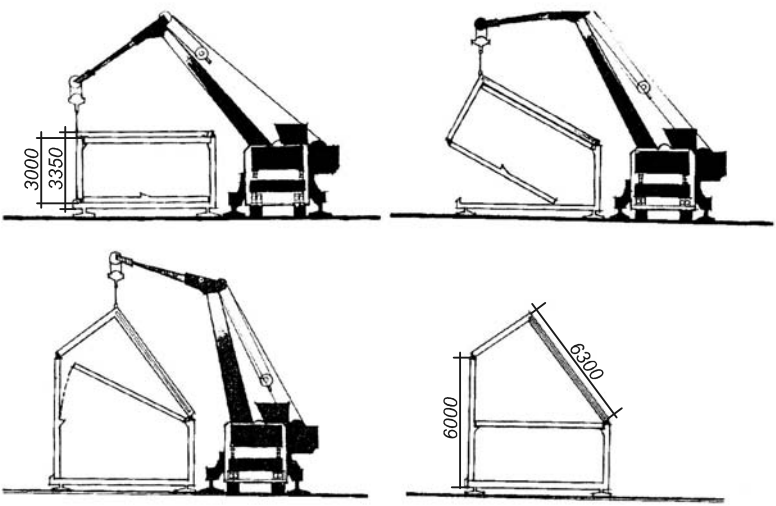


Рис. 8.49. Монтаж зданий из быстровозводимых элементов шарнирно сочлененных конструкций

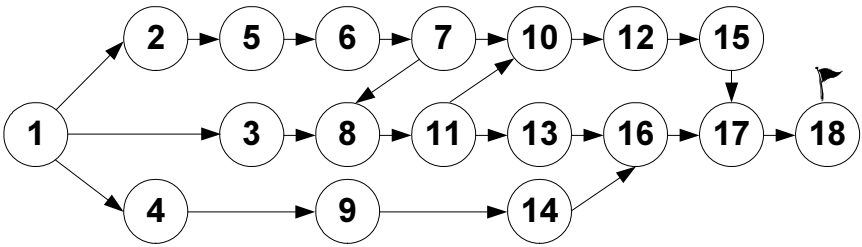


Рис. 8.50. Технологическая схема выполнения работ по надстройке мансардных этажей при реконструкции жилых зданий:
1—2 — усиление оснований и фундаментов;
1—3 — устройство сборочно-монтажной площадки;
1—4 — подготовительные работы; *2—5* — устройство монолитного железобетонного ростверка; *3—8* — укрупнительная сборка блок-секций;
5—6 — демонтаж инженерного оборудования, подлежащего замене;
6—7 — монтаж направляющих, тяговых лебедок и блочно-тросовой системы;
4—9 — санитарно-технические работы; *7—10* — устройство лоджий, остекление;
8—11 — надвижка блок-секций и установка их в проектное положение;
10—12 — устройство мансарды; *11—13* — закрепление конструкций;
13—16 — устройство стыков; *9—14* — монтаж инженерного оборудования;
12—15 — устройство лестниц, балконов, перепланировка квартир в двух уровнях;*14—16* — устройство коммуникаций;
15—17 — отделочные работы внутренние и наружные;
16—17 — демонтаж тягового оборудования и сборочно-монтажной площадки;
17—18 — сдача объекта

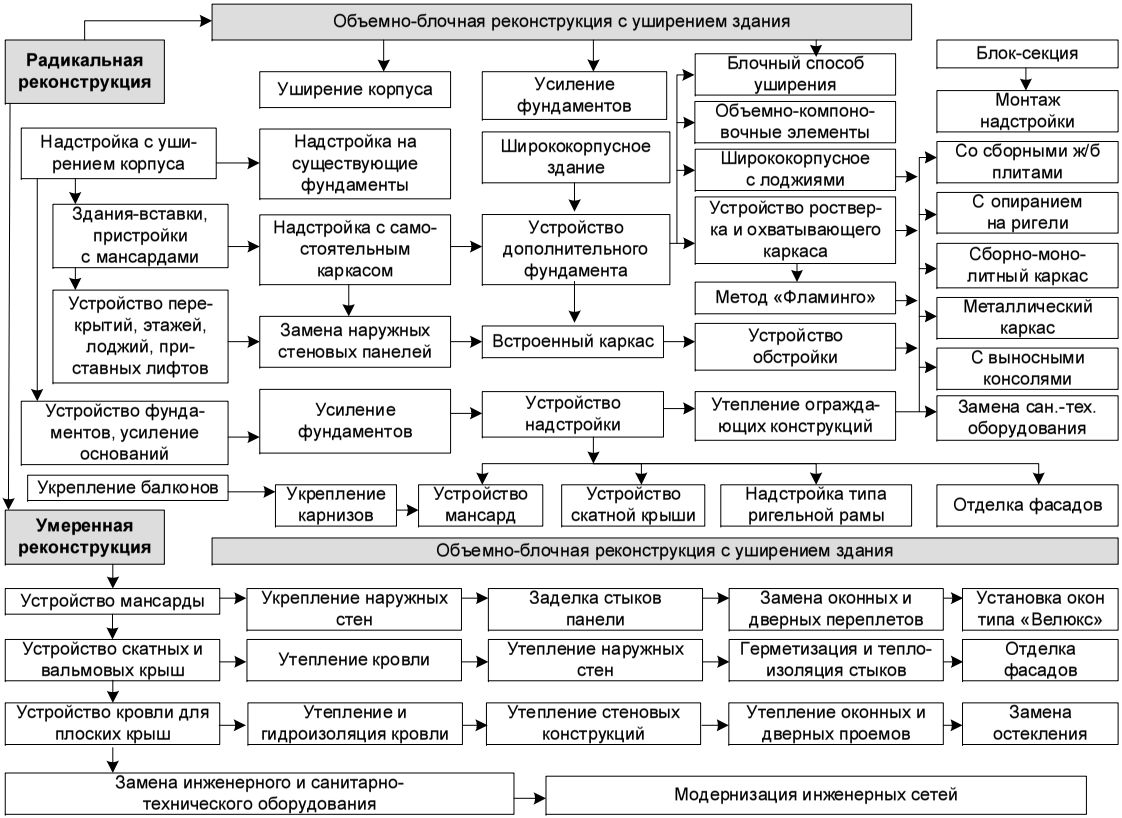


Рис. 8.51. Классификация технологий реконструкции жилых зданий первого поколения и надстройки мансардных этажей

Таблица 8.29. Предельные отклонения при монтаже балок, ферм, плит перекрытий (СНиП 3.03.01–87, таблица 12)

Технические требования	Предельные отклонения, мм
Отклонение от совмещения ориентиров (рисок геометрических осей, граней) в нижнем сечении установленных элементов с установочными ориентирами	8
Отклонение от совмещения ориентиров (рисок геометрических осей, граней) в верхнем сечении установленных ригелей, прогонов, балок, ферм на опоре с установочными ориентирами при высоте элементов на опоре, м:	
до 1	6
свыше 1 до 1,6	8
свыше 1,6 до 2,5	10
свыше 2,5 до 4	12
Отклонение от симметричности (половина разности глубины опирания концов элемента) в направлении перекрываемого пролета при длине элемента, м:	
до 4	5
свыше 4 до 8	6
свыше 8 до 16	8
свыше 16 до 25	10
Расстояние между осями верхних поясов ферм и балок в середине проекта	60
Разность отметок лицевых поверхностей двух смежных непреднапряженных плит (панелей) перекрытий в шве при длине плит, м:	
до 4	8
свыше 4 до 8	10
свыше 8 до 16	12
Разность отметок верхних полок подкрановых балок:	
на двух соседних колоннах вдоль ряда при расстоянии между ними l, м:	
до 10	10
свыше 10	0,001, но не более 15
в одном поперечном разрезе пролета:	
на колоннах	15
в пролете	20

Примечание. Контроль: измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема, регистрация в журнале работ.

Монтаж деревянных конструкций

При монтаже деревянных конструкций необходимо принять меры, исключающие смятие древесины в местах обхвата конструкций стропами и ее увлажнение при хранении и транспортировке. Деревянные конструкции перевозят на транспорте в скрепленных пакетах в положении, исключающем появление деформаций.

Клееные большепролетные деревянные конструкции монтируют кранами с применением специальных временных опор. При необходимости производят укрупнение отдельных элементов в монтажные блоки (рис. 8.52).

Деревянные конструкции антисептируют, а после установки покрывают огнезащитным составом.

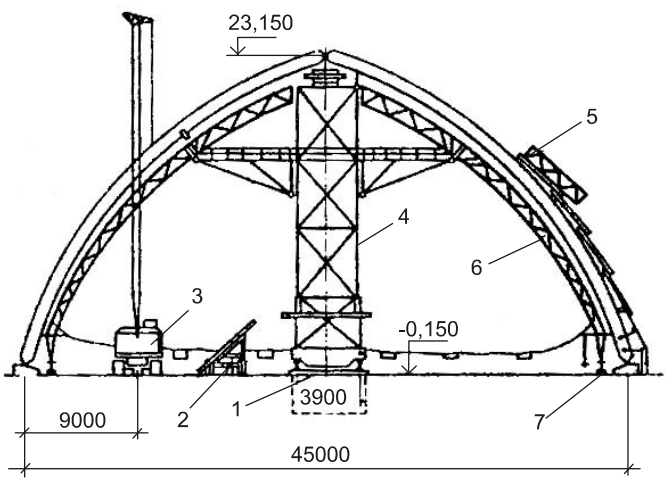


Рис. 8.52. Монтаж большепролетных клееных деревянных конструкций:
1 — рельсовый путь; *2* — транспортное средство; *3* — монтажный кран; *4* — катучая телескопическая монтажная опора; *5* — подмости для монтажа покрытия; *6* — боковые монтажные поддерживающие устройства; *7* — катучая опора

Деревянные конструкции, собранные в монтажные блоки, имеют небольшую массу, их монтаж обычно осуществляется легкими автомобильными кранами.

Деревянные жилые дома имеют преимущественно каркасно-щитовую или щитовую конструкцию.

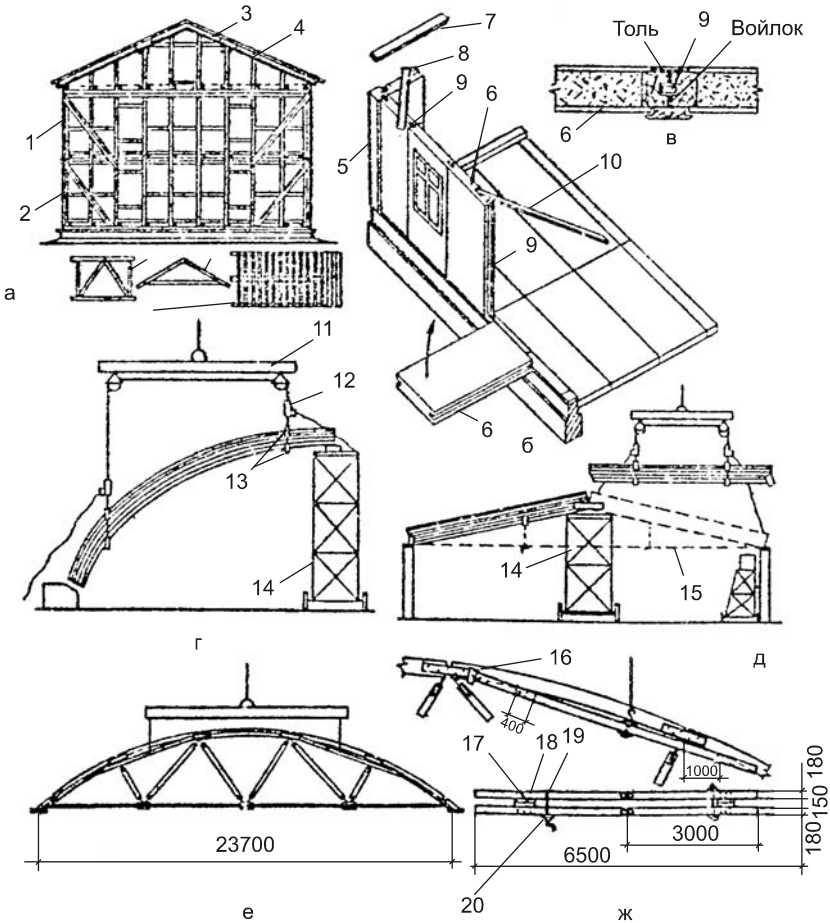


Рис. 8.53. Монтаж деревянных конструкций:
а — каркасного дома; ***б*** — щитового дома; ***в*** — деталь стыка;
г — монтаж клееных арок; ***д*** — монтаж металлодеревянных арок;
е, ***ж*** — монтаж клееных сегментных ферм;
1 — угловые щиты; *2* — подстропильная рама; *3* — коньковая ферма;
4 — стропильный щит; *5* — угловая стойка; *6* — стеновые щиты; *7* — верхняя обвязка; *8* — временная схватка; *9* — рейки-вкладыши; *10* — временный подкос;
11 — самоуравновешивающаяся траверса; *12* — полуавтоматический захват;
13 — резиновые подкладки; *14* — временные опоры; *15* — металлическая затяжка;
16 — клин; *17* — колодка; *18* — стяжной коленчатый болт; *19* — гайка; *20* — упорное кольцо, приваренное к болту

8.5. Монтажные краны

Таблица 8.30. Автомобильные гидравлические краны

Показатели	КС-2571А КС-2571А-1	КС-3575А	МКАЗ-10	КС-3577 (КС-3577-2)	КС-4571А	КС-4571-1	КС-4572	КС-4573
Грузоподъемность на выносных опорах, т	6,3	10	10	12,5	16	16	16	16
Вылет крюка, м	3,5—10,2	4—8,6	2,0—12,8	2,5—13	3,0—20	3,8—24	3,8—17,5	2,4—18
Наибольшая высота подъема крюка, м	12,0	13,2	14,5	14,0	21,1	27	21,8	22,7
Длина телескопической стрелы, м	7,3—11	9,5—15,3	8,3—14,3	8—14	9—21	9,7—21,7	9,7—21,7	9,7—21,7
Скорость подъема (опускания) груза, м/мин:								
наибольшая	13,0	15,—0	13,0	8,5	12,5	8,4	8,5	8,5
наименьшая	0,396	0,1	0,1	0,4	0,4	0,2	0,3	0,3
транспортная	85	50	76,5	86	86	70	50	75

Таблица 8.31. Пневмоколесные краны

Показатели	КС-4362	МКП-25А	КС-5363А КС-53635	МКТ-40	КС-8362А
Грузоподъемность, т:					
на выносных опорах	16,0—3,5	25—12	25—3,5	40—4,2	100—20,5
без выносных опор	8,5—2,0	12,5—6,5	14,0—2,0	11—1,0	26—4,7

Таблица 8.31 *(окончание)*

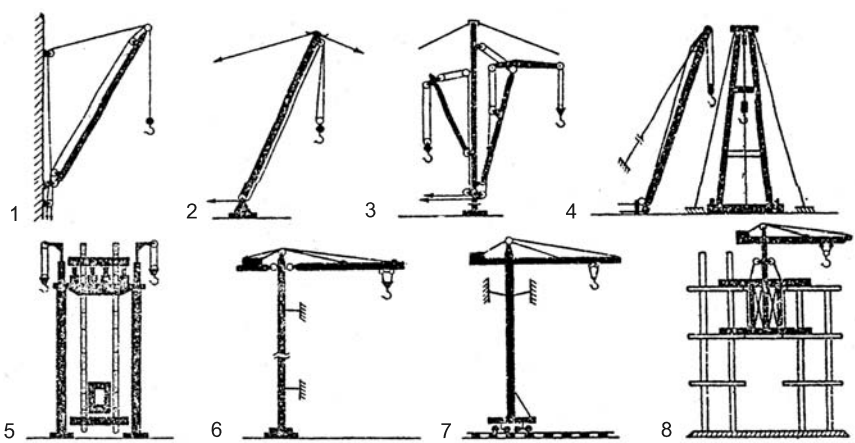
Показатели	КС-4362	МКП-25А	КС-5363А КС-53635	МКТ-40	КС-8362А
Вылет крюка, м:					
наименьший	3,8	4,0	4,5	4,8	6,0
наибольший	10	7,0	13,8	15	15
Длина стрелы, м	12,5	14,1	15,0	15,0	15,0
Скорость подъема (опускания) груза, м/мин:					
наименьшая	1,5	0,6	0,3	0,24	0,4
наибольшая	6,0	8,4	6,0	4,8	3,0

Таблица 8.32. Стреловые краны на специальном шасси

Показатели	КС-5473	КС-6471	КС-6472	КС-7471	КС-8471
Наибольшая грузоподъемность, т					
на выносных опорах	25	40	40	63	100
без выносных опор	5	10	10	15	20
Наименьший вылет, м	3,2	3,2	3,5	3,5	3,5
Наибольшая высота подъема крюка, м:					
на основной стреле	10,	10,6	10,6	12,3	12,6
на выдвинутой стреле	22,6	26,7	33,5	37,8	39
с дополнительным гуськом	36,	46	48	55,2	72,5
Длина телескопической стрелы, м:					
наименьшая	10	11	10,6	12,6	13,6
наибольшая	24	27	34,5	38,0	39,0
Число секций стрелы, м:	8	8,5	8,5	—	8,7
Длина удлинителя стрелы, м	8	8,5	8,5	—	8,7
Длина гуська, м	7	8,5	7,5	15; 20	15; 20
Наибольшая скорость подъема (опускания) груза, м/мин	11,6/36	15/25	12/90	10/100	7,1/100

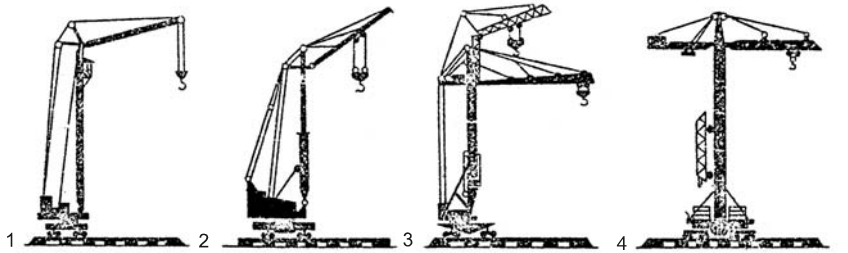
Таблица 8.33. Краны на короткобазовом шасси

Показатели	КС-5371	КС-6371
Наибольшая грузоподъемность, т:		
на выносных опорах/без выносных опор	25/7	40/9
при передвижении с грузом	8 при вылете 4,5 м	9 при вылете 5 м
Наибольшая масса груза, выдвигаемая телескопической стрелой, т	8	14
Наименьший вылет крюка; м	3,2	3,2
Наибольшая высота подъема крюка, м:		
на основной стреле	10	10
на выдвинутой стреле	22	25
с дополнительным стреловым оборудованием	37	42
Длина телескопической стрелы, м	9,5—22	10,6—25,2
Число секций стрелы	3	3
Длина удлинителя/гуська, м	10/7	10/7,5
Скорость подъема—опускания груза, м/мин	0,2—7,4	0,15—5,0

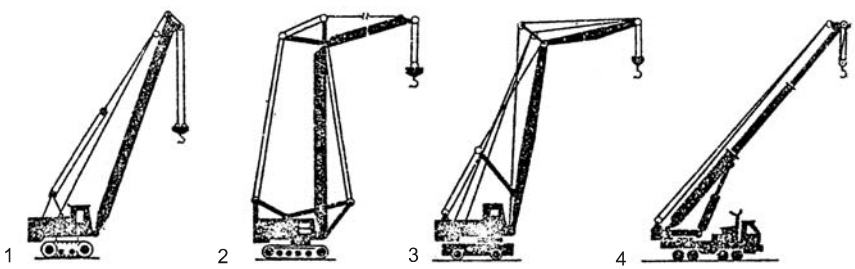


а

Рис. 8.54. Основные разновидности монтажных машин:
а — стационарные: *1* — стрела монтажная; *2* — мачта монтажная; *3* — кран мачтово-стреловой вантовый; *4* — шевр; *5* — подъемник портальный гидравлический; *6* — кран приставной переставной; *7* — кран приставной самоходный; *8* — кран самоподъемный *(см. продолжение)*



б



в

Рис. 8.54. Основные разновидности монтажных машин:
б — ограниченно-мобильные: *1* — кран башенный со сжатой стрелой;
2 — кран башенный с балочной стрелой;
3 — кран башенный с шарнирно-сочлененной стрелой;
4 — кран башенный с наращиваемой башней;
в — мобильные: *1* — кран самоходный гусеничный стреловой;
2 — кран самоходный гусеничный с башенно-стреловым оснащением;
3 — кран самоходный пневмоколесный с управляемым гуськом;
4 — кран самоходный пневмоколесный с телескопической стрелой

Таблица 8.34. Характеристика башенных кранов

Показатели	КБ-1003А	КБ-308А	КБ-309ХЛ	КБ-402В		КБ-403А	КБ-403Б	КБ-4051А	КБ-408	КБМ-401	КБ-406	КБ-504	КБ-572А	КБ-674А	КБ-676	КБМ-671
Грузовой момент, т.м	100	100	125	125	50	132	120	187,5	160	160	200	250	300	400	320	400 460
Грузоподъемность, т,																
на макс. вылете	4	4	5	5	2	4,5	3	7,5	6	6	8	6,2	10	10	5,6	10
на мин. вылете	8	8	8	8	3	8	8	10	10	10	10	10	6,2	25	12,5	25
Макс. вылет, м	25	25	25	25	25	25	30	25	25	25	25	40	30	35	50,5	35

Таблица 8.35. Гусеничные краны

Показатели	МКГ-25БР	ДЭК-252	МКГ-40	ДЭК-50	СКГ-40/63	СКГ-63/100	КС-8165
Грузоподъемность для основного и вспомогательного подъема, т	25/3,8	25/4,0	40/8	50/14,8	40/7,2	63/11,5	75/15
Вылет крюка, м	4,75—13,1	4,75—13,6	5—14	6—14	4,5—14	4,8—14	7—20
Длина стрелы, м	13,5	14	15,8	15	15	15,74	25
Высота подъема крюка, м	13,5	13,5—7	13,5—17,5	13,3—8,2	14—7,2	15,1—9,4	23,3—16
Грузоподъемность при передвижении, т	25	25	40	50	40	63	70
Скорость подъема-опускания груза, м/мин	0,365—7,25	0,4—4	0,24—5	5,3—1,33	0,75—6,6	4,9	3,1—0,14
Скорость передвижения, км/ч	0,85	1,0	0,8	0,4	1,0	0,75	0,5

8.5.1. Способы транспортировки крана ДЭК-321

Транспортировка на трейлере. Благодаря наличию гусеничного хода кран может самостоятельно зайти на автоприцеп грузоподъемностью 40 т. На трейлере может быть осуществлена транспортировка крана по дорогам общего назначения без нарушения допустимого габарита автопоезда.

Транспортировка самоходом. На небольшие расстояния, в том числе в пределах строительного объекта кран может передвигаться самоходом со скоростью 1 км/ч.

Транспортировка на буксире. Кран можно транспортировать на буксире за тягачом со скоростью 1,5 км/ч (рис. 8.55).

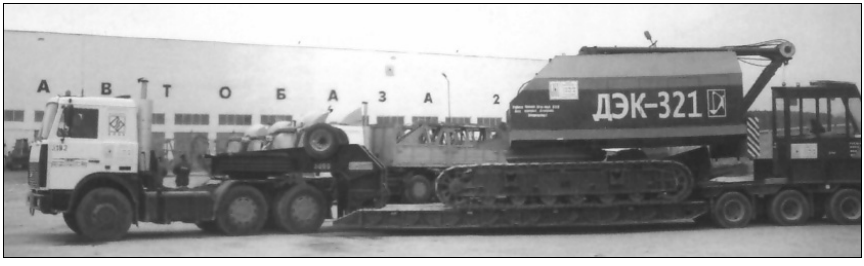


Рис. 8.55. Транспортировка крана ДЭК-321 тягачом

Транспортировка по железным дорогам. По железным дорогам кран транспортируется в частично разобранном виде на двух железнодорожных платформаксимальной грузоподъемностью 60 т в соответствии со схемами погрузки (рис. 8.56).

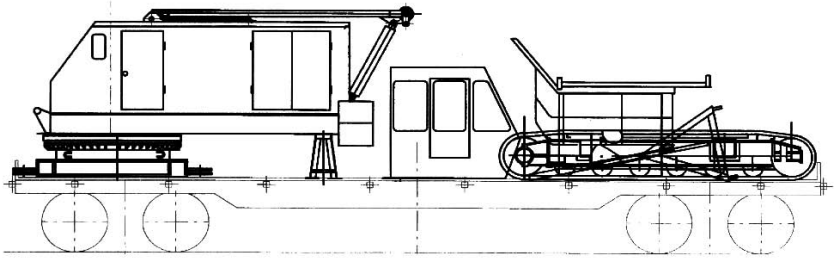


Рис. 8.56. Транспортировка крана ДЭК-321 по железной дороге

8.5.2. Мачтовые строительные платформы

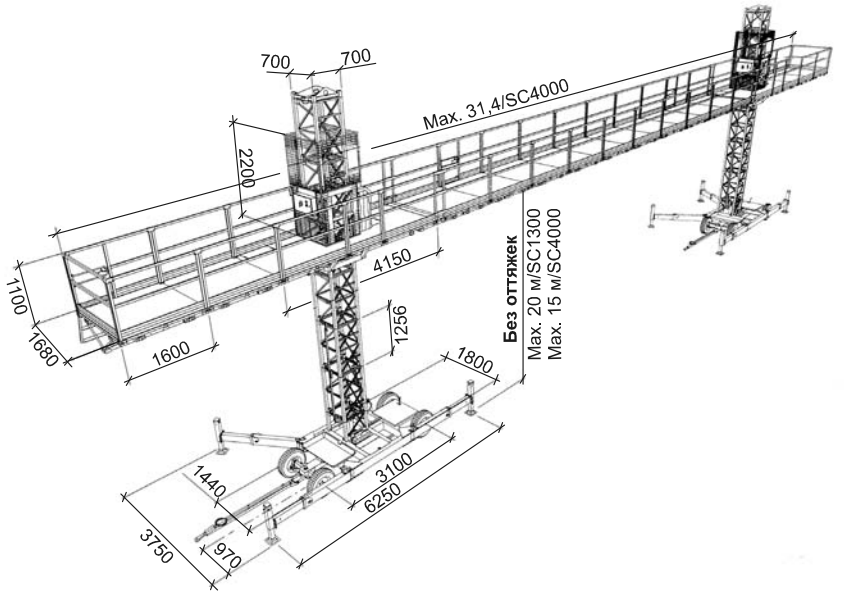


Рис. 8.57. Конструкция двухмачтовой строительной платформы

Таблица 8.36. Технические характеристики двухмачтовых строительных подъемников

Технические данные	SC1300 Двухмачтовая	SC4000 Двухмачтовая
Макс. длина платформы/грузоподъемность	11,9 м / 2320 кг 18,3 м / 1700 кг	11,9 м / 4200 кг 15,1 м / 3800 кг 19,9 м / 3250 кг 23,1 м / 2775 кг 26,3 м / 2515 кг 31,1 м / 2140 кг
Макс. свободностоящая высота: с полностью выдвинутыми аутригерами с односторонним применением аутригеров	 20,0 м 15,0 м	 15,0 м 15,0 м
Макс. высота с анкеровкой сверху	25,0 м	25,0 м

Таблица 8.36 *(окончание)*

Технические данные	SC1300 Двухмачтовая	SC4000 Двухмачтовая
Макс. высота с анкеровкой мачты	100,0 м	100,0 м
Расстояние между анкерами	12,5 м	12,5 м
Макс. аутригерная нагрузка	50,0 кН	60,0 кН
Транспортный вес	2*3500 кг	2*4000 кг
Скорость подъема	6,0 м/мин	6,0 м/мин

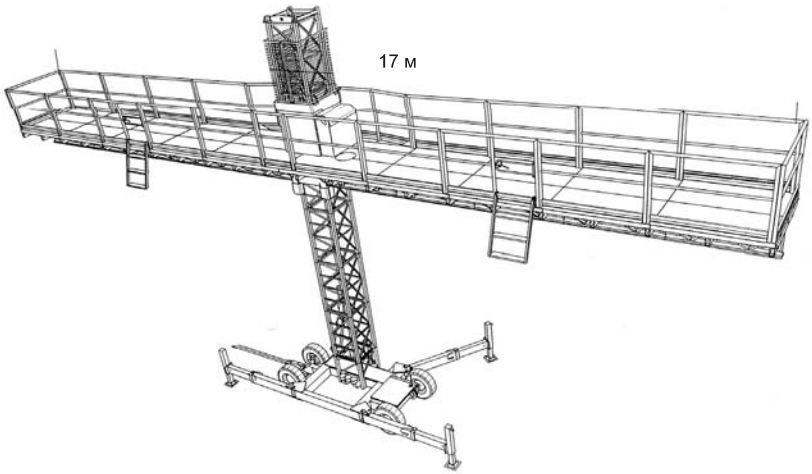


Рис. 8.58. Конструкция одномачтовой строительной платформы

Таблица 8.37. Технические характеристики мачтовых строительных подъемников

Технические данные	SC5000 Одномачтовая	SC5000 Двухмачтовая
Макс. длина платформы / грузоподъемность	4,1 м / 2700 кг 7,3 м / 2300 кг 10,5 м / 1900 кг 13,7 м / 1500 кг 16,9 м / 1000 кг	12,6 м / 5000 кг 20,6 м / 4000 кг 28,6 м / 3000 кг 35,0 м / 2200 кг 40,6 м / 1500 кг

Таблица 8.37 *(окончание)*

Технические данные	SC5000 Одномачтовая	SC5000 Двухмачтовая
Макс. свободностоящая высота:		
полностью выдвинутыми аутригерами, телескопы снаружи	18—20 м	20 м
с односторонним применением аутригеров, телескопы снаружи	13—18 м	13—20 м
Макс. высота с анкеровкой сверху	25,0 м	25,0 м
Макс. высота с анкеровкой мачты	100,0 м	100,0 м
Расстояние между анкерами	12,5 м	12,5 м
Макс. аутригерная нагрузка	65,0 кН	65,0 кН
Транспортный вес	4000 кг	4000 кг
Скорость подъема	7,0 м/мин	7,0 м/мин

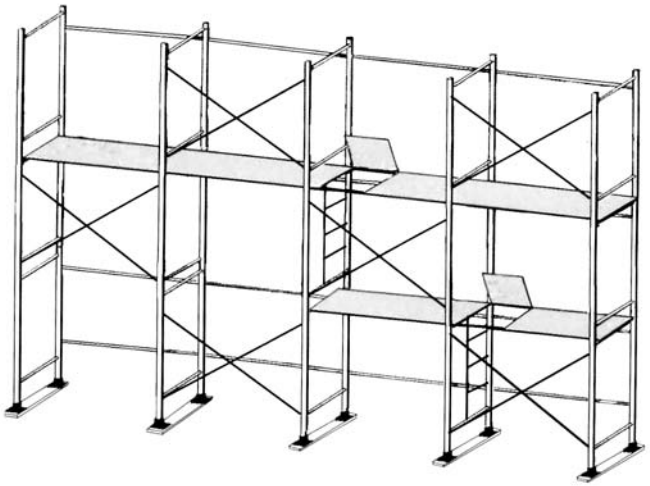


Рис. 8.59. Леса строительные приставные рамные ЛСПР

Таблица 8.38. Характеристики приставных строительных лесов

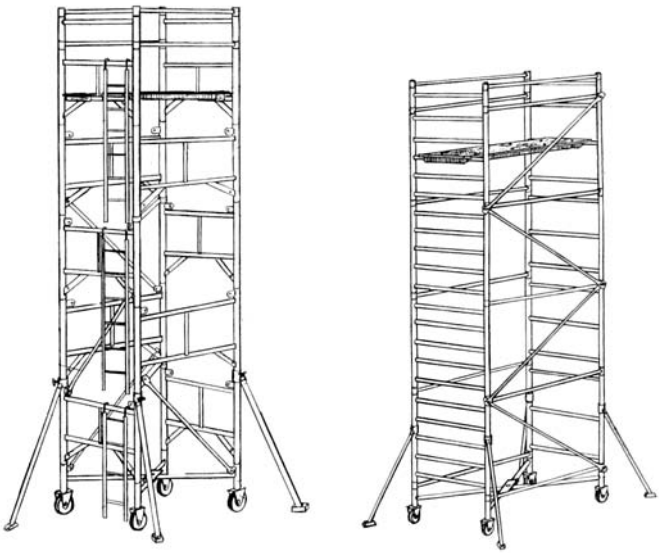
Характеристика	Значение
Нормативная поверхностная нагрузка	200 кг/м^2
Предельная высота лесов	20 м
Шаг (высота яруса)	2 м
Шаг рам вдоль стены	3 м
Ширина яруса прохода между стойками	1 м
Масса комплекта 20×39 м	5,65 т

а б

Рис. 8.60. Вышки-туры алюминиевые:
а — ВРПА-01; ***б*** — ВРПА-03М

Таблица 8.39. Характеристики вышек-туров ВРПА-01

Габаритные размеры, м	Высота общая, м	Макс. высота установки настила, м	Масса, кг	Макс. нагрузка на рабочую площадку, кг	Примечания
1,8×1,8	4,9	3,7	130	180	2 настила, 2 лестницы
	6,3	5,1	143		2 настила, 3 лестницы
	7,7	6,5	157		
	9,1	7,9	171,4		
	10,5	9,3	185,6		
	11,9	10,7	200		
	13,3	12,1	214		
	14,7	13,5	228		
	16,1	14,9	242,4		
	17,5	16,3	257		



а б

Рис. 8.61. Вышки-туры стальные:
а — ВРПС-01; ***б*** — ВРПС-02

Таблица 8.40. Характеристики ВРПС-01

Габаритные размеры, м	Высота общая, м	Макс. высота установки настила, м	Масса, кг	Макс. нагрузка на рабочую площадку, кг	Примечания
1,8×1,8	5,5	4,3	176	200	2 настила, 2 лестницы
	6,7	5,5	201		2 настила, 3 лестницы
	7,9	6,7	222		
	9,1	7,9	243		
	10,3	9,1	264		
	11,5	10,3	285		
	12,7	11,5	306		
	13,9	12,7	327		
	15,1	13,9	348		

9. Отделочные работы

9.1. Штукатурные работы

Простая штукатурка "под сокол" состоит из 2 слоев раствора — обрызга и грунта — общей толщиной до 12 мм. Улучшенная ("под правило") штукатурка состоит из 3 слоев раствора — обрызга, грунта и накрывки — общей толщиной до 15 мм. Высококачественная ("маячная") штукатурка состоит из 3—4 слоев раствора — обрызга, одного или двух слоев грунта, накрывки — общей толщиной до 20 мм. Последний слой разравнивается правилом по маякам. Декоративная штукатурка отличается от обычной составом и способом обработки накрывочного слоя. Специальная штукатурка выполняет функции теплозащиты, звукопоглощения, защиты от рентгеновских излучений, гидроизоляции.

Таблица 9.1. Последовательность оштукатуривания

Операции	Вид штукатурки		
	Простая	Улучшенная	Высококачественная
Подготовка поверхностей	+	+	+
Провешивание поверхностей	+	+	+
Установка маяков	–	–	+
Обрызг	+	+	+
Нанесение грунта	+	+	+
Разравнивание нанесенного грунта	+	+	+
Нанесение грунта (2-й слой)	–	–	+
Разравнивание грунта 2-го слоя	–	–	+

Таблица 9.1 *(окончание)*

Операции	Вид штукатурки		
	Простая	Улучшенная	Высококачественная
Разделка углов	+	+	+
Разделка потолочных рустов	+	+	+
Нанесение накрывочного слоя	–	+	+
Затирка	+	+	+
Отделка откосов	+	+	+

Таблица 9.2. Выбор штукатурного раствора

Условия эксплуатации помещений и конструкций	Рекомендуемые растворы
Помещение с относительной влажностью воздуха свыше 60%, а также наружные стены, цоколи, карнизы и т. п., подвергающиеся систематическому увлажнению	Цементные и цементно-известковые
Помещение с относительной влажностью воздуха до 60%:	
для внутренних поверхностей бетонных покрытий	Известковые и цементно-известковые
для поверхностей внутренних каменных или бетонных стен и перегородок	Известковые
для гипсовых перегородок	Известково-гипсовые и гипсовые
Для оштукатуривания и затирки мест соединения конструкций, применяемых в крупнопанельном и крупноблочном строительстве	Сухая растворная смесь, затворяемая на рабочем месте

Таблица 9.3. Составы растворов для подготовительных слоев

Вид оштукатуриваемой поверхности	Вид и состав растворов (по объему)			
	Цементные	Цементно-известковые	Известковые	Известково-гипсовые
А. Наружная штукатурка стен, цоколей, карнизов и т. п., подвергающихся систематическому увлажнению, а также внутренняя — в помещениях с относительной влажностью воздуха свыше 60%:				
а) для обрызга				
Каменные и бетонные	1 : 2,5 : 4	1 : (0,3—0,5) : (3—5)	—	—
б) для грунта				
Каменные и бетонные	1 : (2—3)	1 : (0,7—1) : (2,5—4)	—	—
Б. Наружная штукатурка стен, не подверженных систематическому увлажнению, и внутренняя штукатурка в помещениях с относительной влажностью воздуха до 60%:				
а) для обрызга				
Каменные и бетонные	—	1 : (0,5—0,7) : (4—6)	1 : (2,5—6)	—
Деревянные и гипсовые	—	—	—	1 : (0,3—1) : (2—3)
б) для грунта				
Каменные и бетонные	—	1 : (0,7—1) : (3—6)	1 : (2—3)	—
Деревянные и гипсовые	—	—	—	1 : (0,5—1,5) : (1,5—2)

9.1.1. Материалы для приготовления сухих строительных смесей

Основные виды исходных материалов для сухих строительных смесей (ССС) приведены в табл. 9.4.

Таблица 9.4. Материалы для приготовления ССС

Вяжущие	Наполнители и заполнители	Химические добавки
Портландцемент, белый цемент, гипс, ангидрит, известь, глиноземистый цемент, диспергируемые полимерные порошки	Кварцевый песок, известняк, мел, доломит, перлит, каолин, микрокремнезем, зола-унос, волокна (фибра), пигменты, легкие заполнители (керамзит, вспученный вермикулит и перлит, пемза и др.)	Пластификаторы, стабилизирующие и водоудерживающие, замедлители, ускорители, загустители, порообразующие и антивспенивающие добавки, гидрофобизаторы

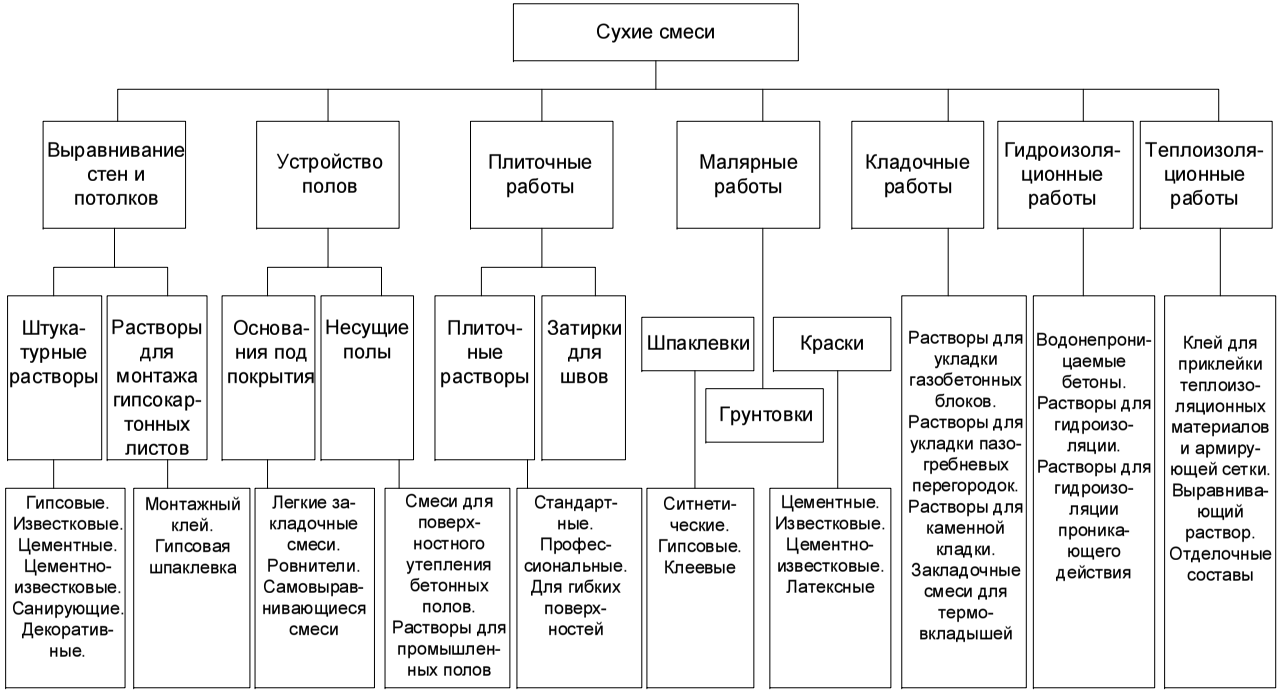


Рис. 9.1. Классификация сухих модифицированных смесей для различных видов работ

Таблица 9.5. Известково-гипсовые растворы

Оштукатуриваемая поверхность	Состав раствора в частях по объему (известь:гипс:песок)		
	для обрызга	для грунта	для накрывки
Внутренняя поверхность в помещениях с относительной влажностью воздуха до 60%:			
деревянные и гипсовые стены	1 : (0,3—1) : (2—3)	1 : (0,5—1,5) : (2—3)	1 : (1—1,5) : 0
деревянные потолки	1 : (0,5—1,5) : (2,5—3)	1 : (1—1,5) : (2,5—3)	1 : (1—1,5) : 0
тяги, карнизы и т. п.	1 : (1,5—2) : (2,5—3)	1 : (1,5—2) : (2,5—3)	1 : (1,5—2) : 0

9.1.2. Замедлители схватывания гипса

Известь гашеная — замедляет конец схватывания на 15—20 мин; вводят в количестве 5—20% от массы гипса.

Квасцы и бура — замедляют конец схватывния на 15—20 мин; вводятся в количестве 5—20% от массы гипса.

Препарат БС — вводят в количестве 2—7 кг на 1 м^3 известково-гипсовых растворов; удлиняет срок схватывания на 30—50 мин.

Организация штукатурных работ представлена на рис. 9.2.

Таблица 9.6. Глинопесчаные растворы

Глины	Состав раствора по объему (глиняное тесто : песок)	Марка раствора	
		в условиях сухого климата	в условиях умеренно влажного климата
Жирные	1:5	10	2
Средней пластичности	1:4	10	2
Тощие или суглинки	1:3	10	2

Таблица 9.7. Растворы цементные и сложные

Поверхность	Состав растворов (в частях по объему)		
	цементные	цементно-известковые	цементно-глиняные
Наружная поверхность стен, цоколей, карнизов и т.п., подверженных систематическому увлажнению, а также внутренняя поверхность в помещениях с относительной влажностью воздуха свыше 60 %	1 : (2,5—4)	Для обрызга 1 : (0,3—0,5) : (3—5)	—
	1 : (2—3)	Для грунта 1 : (0,7—1) : (2,5—4)	—
	1 : (1—1,5)	Для накрывки 1 : (1—1,5) : (1.5—2)	—
Наружная поверхность стен, не подверженных систематическому увлажнению, а также внутренняя — в помещениях с относительной влажностью воздуха до 60 %	—	Для обрызга 1 : (0,5—0,7) : (4—6)	1 : (1—1,5) : (4—6)
	—	Для грунта 1 : (0,7—1) : (3—6)	1 : (1—1,5) : (4—6)
	—	Для накрывки 1 : (1—1,5) : (2—3)	1 : (1—1,5) : (2—3)

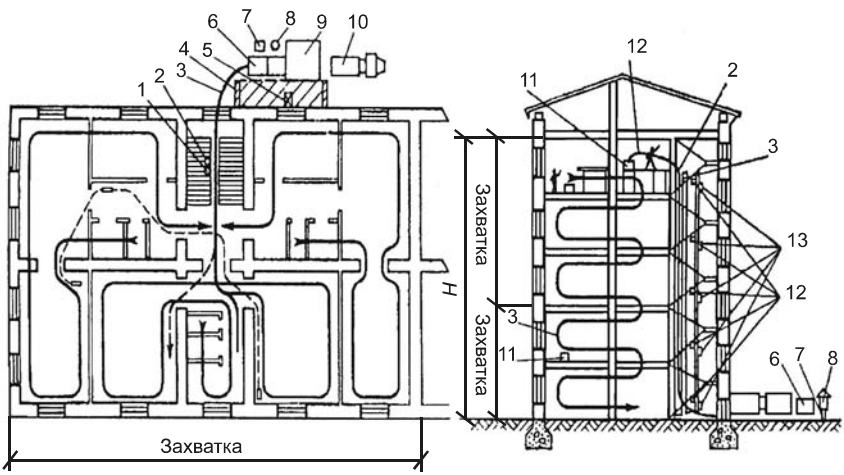


Рис. 9.2. Схема организации производства штукатурных работ:
1 — стояк временного электроосвещения (с напряжением 36 и 220 В); *2* — стояк временного водопровода; *3* — шланг растворопровода; *4* — инвентарное ограждение опасной зоны; *5* — лебедка; *6* — растворомешалка и растворонасос; *7* — ларь для алебастра; *8* — шланг растворопровода; *9* — бачок для сухой смеси; *10* — автосмеситель; *11* — инвентарная штукатурная емкость; *12, 13* — розетки напряжением соответственно 20 и 36 В

Таблица 9.8. Требования при производстве штукатурных работ (СНиП 3.04.01–87, таблица 10)

Технические требования	Значение, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Допускаемая толщина однослойной штукатурки:		Измерительный, не менее 5 измерений на 70—100 м² поверхности покрытия или в одном помещении меньшей площади в местах, выявленных сплошным визуальным осмотром, журнал работ
при применении всех видов растворов	до 20	
из гипсовых растворов	до 15	
Допускаемая толщина каждого слоя при устройстве многослойных штукатурок без полимерных добавок:		
обрызга по каменным, кирпичным, бетонным поверхностям	до 5	
обрызга по деревянным поверхностям (включая толщину драни)	до 9	
грунта из цементных растворов	до 5	
грунта из известковых, известково-гипсовых растворов	до 7	
накрывочного слоя штукатурного покрытия	до 2	
накрывочного слоя декоративной отделки	до 7	

Таблица 9.9. Требования к штукатурным покрытиям (СНиП 3.04.01–87, таблица 15)

Технические требования	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Прочность сцепления покрытия из штукатурных составов и листов сухой гипсовой штукатурки, МПа: внутренних оштукатуренных поверхностей — не менее 0,1; наружных оштукатуренных поверхностей — 0,4	Измерительный, не менее 5 измерений на 70—100 м² поверхности покрытия или в одном помещении меньшей площади в местах, выявленных сплошным визуальным осмотром, журнал работ
Штукатурные покрытия из листов сухой гипсовой штукатурки не должны быть зыбкими, при легком простукивании деревянным молотком в стыках не должны появляться трещины; допускаются провесы в стыках не более 1 мм	
Требования к лепным изделиям: отклонения по горизонтали и вертикали на 1 м длины детали — не более 1 мм смещение осей отдельно расположенных крупных деталей от заданного положения не должно превышать 10 мм заделанные стыки не должны быть заметны, а части сомкнутого рельефа должны находиться в одной плоскости; рисунок (профиль рельефных изделий) должен быть четким; на поверхности деталей не должно быть раковин, изломов, трещин, наплывов раствора	

9.2. Отделка плиточными материалами

Таблица 9.10. Размеры ковров из керамических плиток (ГОСТ 13996-84)

Длина ковра, мм	Ширина ковра, мм	Ширина шва между плитками, мм	Область применения
945, 1215, 1320, 1375, 724	260	5	Для лестничных маршей и площадок
	421	4	Для кабин санитарно-технических узлов

Таблица 9.11. Размеры и технические характеристики керамических фасадных плиток

Вид плиток	ГОСТ	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Примечание
Прямоугольные	13996-84	250 215 140 150 143 120	140/65 120 100 75 68 65	10 10 10 7 и10 7 7	Допускаемые отклонения: по длине ±3 мм, по ширине и толщине ±2 мм
Квадратные	То же	65 46 21	65 46 21	7 4 4	Допускаемые отклонения: по длине и ширине ±1 мм, по толщине ±0,5 мм
Прямоугольные	То же	46	21	4	

Таблица 9.12. Мастики для наклеивания листов сухой штукатурки

Наименование мастики	Дозировка по объему						Плотность мастики, г/м³	Расход гипса, кг на 1 м³ мастики
	Гипс	Замедлитель	Опилки	Зола ТЭЦ	Пена	Вода		
Гипсовая	1	1% от веса воды	—	—	—	0,5	1,6	1312
Гипсоопилочная	4		1,5	—	—	2,3	1,5	1097
Пеногипсовая	1		—	—	0,4	0,4	1	817
Пенозологипсовая	1		—	0,75	0,6	0,7	1	499

9.3. Технологии и механизмы для отделочных работ

9.3.1. Малярные работы

Таблица 9.13. Операции, выполняемые при окраске поверхностей водными составами внутри помещений

Операция	Вид окраски								
	Клеевая			Известковая			Силикатная		
	П	У	В	По штукатурке и бетону (В)	По дереву и кирпичу (П)	У	В	П	Эмульсионная (У)
Очистка	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Смачивание водой	–	–	–	+	+	–	–	–	–
Сглаживание поверхностей	+	+	+	+	–	+	+	–	–
Расшивка трещин	–	+	+	+	–	+	+	–	+
Первая огрунтовка	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Частичная подмазка	–	+	+	+	–	+	+	–	–
Шлифовка подмазанных мест	–	+	+	+	–	+	+	–	–
Первая сплошная шпаклевка	–	–	+	–	–	–	+	–	–
Шлифовка	–	–	+	–	–	–	+	–	–
Вторая шпаклевка	–	–	+	–	–	–	+	–	–
Шлифовка	–	–	+	–	–	–	+	–	–
Вторая грунтовка	–	+	+	–	–	–	–	–	–
Третья огрунтовка (с подцветкой)	–	–	+	–	–	–	–	–	–
Окраска	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Торцевание	–	–	+	–	–	–	+	–	–

Примечание. П — простая; У — улучшенная; В — высококачественная.

Примечание

Здесь (и в табл. 9.14) знаком "+" обозначены процессы, выполнение которых обязательно; знаком "–" — операции, которые производить не нужно. При отделке зданий II и III классов для высококачественной окраски добавляется вторая сплошная шпаклевка с последующей шлифовкой. При отделке зданий I класса добавляются: для улучшенной окраски — вторая сплошная шпаклевка с последующей шлифовкой; для высококачественной окраски — вторая и третья сплошные шпаклевки с последующими шлифовками.

9.3.2. Механизация малярных работ

Средства механизации малярных работ приведены на рис. 9.3 и 9.4.

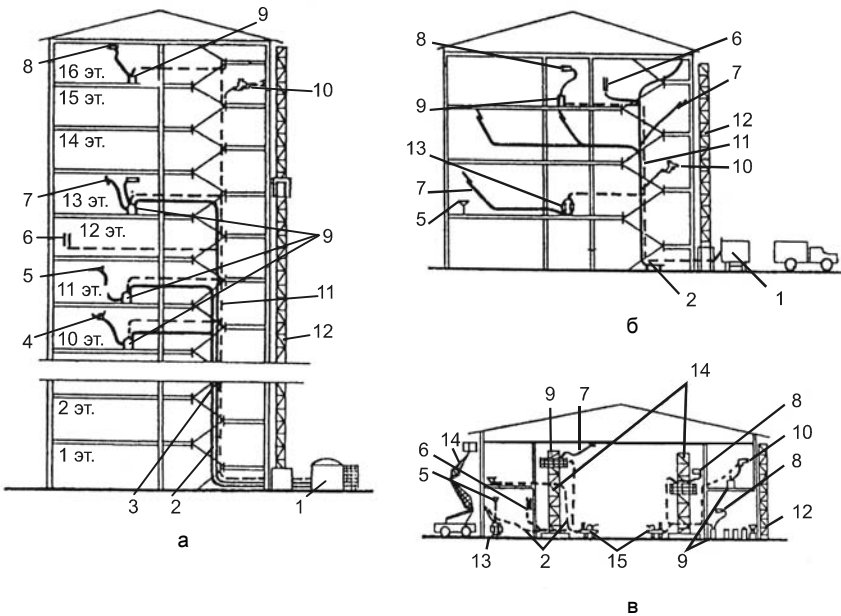


Рис. 9.3. Схемы расстановки машин и механизированного инструмента для комплексной механизации малярных работ при отделке: ***а*** — 9—16-этажного дома с подготовкой поверхностей; ***б*** — здание школы по подготовленным поверхностям; ***в*** — цеха или залы с подготовкой поверхностей; *1* — малярные станции; *2* — шланги для подачи клеевых малярных составов; *3* — шланг для подачи шпаклевки; *4* — комбинированный валик; *5* — шпатели; *6* — затирочно-шлифовальные машинки; *7* — "удочки"; *8* — валики для клеевой окраски; *9* — пневмобачки; *10* — пистолеты-распылители; *11* — стояки сжатого воздуха; *12* — грузопассажирские подъемники; *13* — шпаклевочный агрегат; *14* — передвижные вышки; *15* — компрессоры

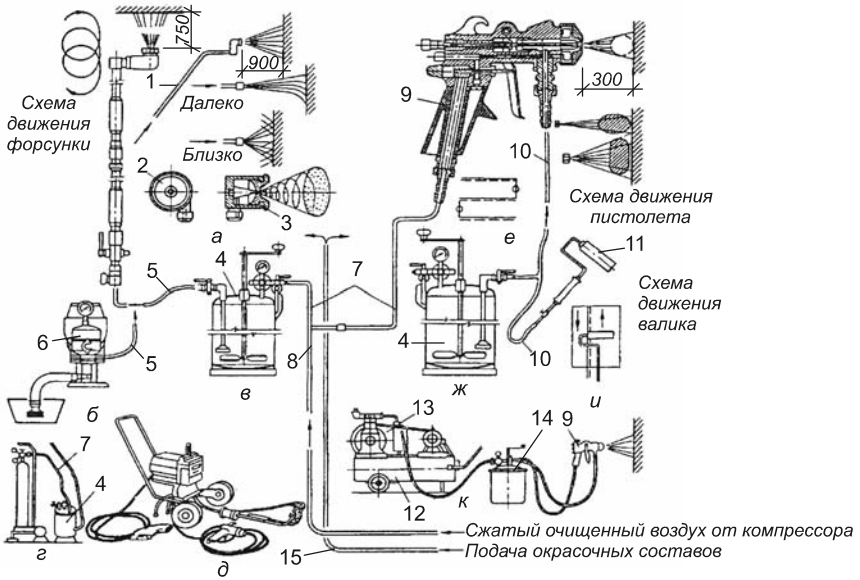


Рис. 9.4. Схема механизированной окраски водными и водно-клеевыми составами (левая сторона рисунка); масляными, эмалевыми и синтетическими красками (правая сторона):

а — работа универсальной "удочкой"; ***б*** — подача состава к "удочке" электрокраскопультом; ***в*** — то же от красконагревательного бачка; ***г*** — то же с использованием баллона со сжатым воздухом; ***д*** — агрегат высокого давления; ***е*** — работа пистолетом-краскораспылителем; ***ж*** — подача состава к пистолету и валику от красконагнетательного бачка; ***и*** — работа пневматическим валиком; ***к*** — агрегат для масляной окраски; *1* — универсальная "удочка" с форсункой; *2* — крышка форсунки распылителя; *3* — корпус распылителя; *4* — красконагнетательные бачки с малярными составами; *5* — шланги для подачи водно-клеевых малярных составов; *6* — электрокраскопульт; *7*, *8* — шланги для сжатого воздуха; *9* — пистолет-краскораспылитель; *10* — шланги для подачи масляных составов; *11* — поролоновый валик; *12* — воздухосборник; *13* — компрессор; *14* — масловодоочиститель; *15* — шланг для подачи окрасочных составов

Таблица 9.14. Операции, выполняемые при окраске масляными, эмалевыми и синтетическими красками внутри помещений (см. примечания к табл. 9.13)

Операция	Вид окраски					
	По дереву		По штукатурке и бетону		По металлу	
	П	У, В	П	У, В	П	У
Очистка	+	+	+	+	+	+
Сглаживание поверхности	–	–	+	+	–	–
Вырезка сучков и засмолов с расшивкой щелей	+	+	–	–	–	–
Расшивка трещин	–	–	+	+	–	–
Проолифка	+	+	+	+	+	+
Частичная подмазка с проолифкой подмазанных мест	+	+	+	+	+	+
Шлифовка подмазанных мест	+	+	+	+	+	+
Сплошная шпаклевка	–	+	–	+	–	+
Шлифовка	–	+	–	+	–	+
Огрунтовка	–	+	–	+	–	–
Флейцевание	–	+	–	+	–	–
Шлифовка	–	+	–	+	–	–
Первая окраска	+	+	+	+	+	+
Флейцевание	–	+	–	+	–	–
Шлифовка	–	+	–	+	–	–
Вторая окраска	+	+	+	+	+	+
Флейцевание или торцевание	–	+	–	+	–	–

Примечание. П — простая; У — улучшенная; В — высококачественная.

Таблица 9.15. Отделочные машины

Машина	Модель	Производительность	Главный параметр	Мощность двигателя, кВт	Масса, кг
Штукатурный агрегат, состоящий из растворосмесителя, вибросита и растворонасоса *V* = 220/380 В	СО-57	2 м³/ч	Объем готового замеса 65 л	2,3	750
Растворонасос	СО-50	6 м³/ч	15	7	400
V = 220/380 В	СО-49	4 м³/ч	15	4,5	254
	СО-48	2 м³/ч	15	2,2	195
	СО-81	2 м³/ч	20	3	130
	СО-69	1 м³/ч	10	1,1	100
Компрессор:					
диафрагменный	СО-45А	3 м³/ч	3	0,27	22
унифицированный	СО-62	30 м³/ч	6	4	175
Бак красконагнетательный	СО-12	—	4	—	20
Машина для заглаживания бетонных оснований под полы	СО-64	30 м³/ч	Диаметр диска 600 мм	1,5	105
Машина для строгания деревянных полов	СО-40	20 м³/ч	Ширина строгания 310 мм	1,5	95
Окрасочный агрегат, состоящий из бака красконагнетателя СО-71 со шлангом компрессора СО-7А	СО-75	До 400 м²/ч	Расход воздуха 20 м³/ч	4	180
Окрасочный агрегат, состоящий из компрессора СО-45А и краскораспылителя С-512А со шлангом	СО-74	50 м²/ч	Расход воздуха 3 м³/ч	0,27	22,5
Окрасочный агрегат в том же исполнении, без компрессора	СО-5	400 м²/ч	Расход воздуха 39 м³/ч	—	30
Окрасочный агрегат в том же исполнении, без компрессора	СО-5	400 м²/ч	Расход воздуха 39 м³/ч	—	30

Таблица 9.15 *(окончание)*

Машина	Модель	Производительность	Главный параметр	Мощность двигателя, кВт	Масса, кг
Краскопульт ручной	СО-20А	200 м²/ч	—	—	4,8
Электрокраскопульт *V* = 220 В	СО-61	250 м²/ч	—	0,27	20
	СО-22	250 м²/ч	—	0,18	15
Краскораспылитель ручной	СО-6А	18 м²/ч	2	—	0,35
То же	СО-19А	50 м²/ч	2,5	—	0,65
”	СО-24А	75 м²/ч	16	—	0,63
Вибросито для окрасочных составов	СО-3А	720 м²/ч	—	0,25	13,5
Мешалка для окрасочных составов	СО-11	400 л/ч	Емкость 63 л	0,6	35
Мелотерка	СО-53	350 кг/ч	—	3	87
Краскотерка	СО-1	100 кг/ч	—	2,2	100
Мешалка двухвальная	СО-8	150 кг/ч	—	2,8	210
Мозаично-шлифовальная машина	СО-17	12 м²/ч	—	2,2	150
Паркетно-шлифовальная машина *V* = 220/380 В	СО-60	50 м²/ч	—	2,2	95
Полотерная машина	СО-37	До 100 м²/ч	—	1	50
Полуавтомат для сварки линолеума *V* = 220 В	СО-78	16 м²/ч	—	0,43	4,3

Таблица 9.16. Штукатурные станции

Показатели	Модель													
	СО-114		СШ-4	Салют-3	СШ-6	ПШСФ-3	СПШ-1		УШС-6	УШС-4	ПШУ- 1М	ША-1	ПШС -02А	ПШС-2М
Производительность, м³/ч	2	4	4	4	6	6	4	6	6	4	4	4	4	4
Рабочее давление, МПа	3,43	1,75	7,5	6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	—	1,5	1,5
Дальность транспортирования растворов, м:														
по горизонтали	60	30	30	80	50	50	35	40	40	30	30	30	30	30
по вертикали	25	250	150	250	250	250	160	200	200	150	150	150	150	150
Вместимость приемного бункера, м³	4	4	2,5	4	2,5	2,5	2,5	2,5	4,5	2,5	2,5	3	2,8	2,2
Мощность, кВт	35	35	18—28	41	37	17	28	31	54,5	17,2	36	—	18	25
Габаритные размеры, мм:														
длина	5200	5200	5700	5200	4860	7880	7720	8360	5530	4125	6050	5600	6600	8100
ширина	3000	3000	2200	2200	2500	2500	250	270	2235	2200	2600	3150	3100	2500
высота	2500	2500	2255	2350	2350	3280	3380	3380	2415	2100	2410	2950	2680	3400
Масса, кг	5000	5000	5000	4500	4200	5200	7500	—	5460	3900	5300	5700	6670	6130
Наличие обогрева	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	—	—	+	+
Марка насоса	СО-85	СО-85	СО-49	—	СО-50А	СО-50А	СО-49	СО-10	СО-10	СО-30	СО-30А	—	С-855	—
Удельная энергоемкость, кВт/м³/ч	17,5	8,8	7	10,2	6,2	2,8	7	5,2	9,1	4,3	9	—	4,5	6,3
Удельная металлоемкость, кг/м³/ч	2500	1250	1250	1125	700	867	1875	1250	910	975	1625	1425	1668	1533

Таблица 9.17. Допустимые отклонения при отделке (СНиП 3.04.01–87, таблица 9)

Наименование поверхностей и линейных материалов	Допускаемые отклонения при отделке		
	простой	улучшенной	высококачественной
Отклонение поверхности стен (потолков) от вертикали (горизонтали), мм, на 1 м длины или высоты	3, но не более 15 на всю высоту (длину) помещения	2, но не более 10 на всю высоту (длину) помещения	1, но не более 5 на всю высоту (длину) помещения
Неровности поверхностей главного очертания (на 4 м^2)	Не более 3, глубиной (высотой) до 5 мм	Не более 2, глубиной (высотой) до 3 мм	Не более 3, глубиной (высотой) до 2 мм
Отклонения оконных и дверных откосов, пилястр, столбов, лузг и т. п. от вертикали и горизонтали (мм на 1 м) не должны превышать	4 мм, но не более 10 мм на весь элемент	2 мм, но не более 5 мм на весь элемент	1 мм, но не более 3 мм на весь элемент
Отклонения радиуса криволинейных поверхностей от проектной величины (на весь элемент)	Не более 10 мм	Не более 7 мм	Не более 5 мм
Отклонения ширины откоса от проектной	Не более 5 мм	Не более 3 мм	Не более 2 мм
Отклонения тяг от прямой линии в пределах между углами пересечения тяг и раскреповки	Не более 6 мм	Не более 3 мм	Не более 2 мм

Примечание. Показатели для штукатурных покрытий из сухой гипсовой штукатурки должны соответствовать высококачественной штукатурке.

10. Ремонт и усиление подземной части зданий

10.1. Оценка дефектов и повреждений фундаментов, несущих конструкций

Для определения степени повреждений и износа при обследовании фундаментов и заглубленных в грунт конструкций используют различные методы: визуальный, механический, лабораторного испытания, физический, натурного испытания, комплексный. Оценка степени износа конструкций выполняется на основании "Правил оценки физического износа жилых зданий".

Физический износ фундамента, конструкции, элемента или системы (Φ_K, %), имеющих различную степень износа отдельных участков, рекомендуется определять по формуле $\Phi_K = \sum_{i=1}^{n} \Phi_i \cdot \frac{P_i}{P_K}$, где Φ_i — физический износ участка конструкции, элемента, фундамента, %, определенный по табл. 10.1; P_i — размеры (площадь или длина) поврежденного участка, м^2 или м; P_K — размеры всей конструкции, м^2 или м; n — число поврежденных участков.

Таблица 10.1. Физический износ столбчатых каменных фундаментов с кирпичным цоколем

Признак износа	Количественная оценка	Физический износ, %	Примерный состав восстановительных работ
Мелкие повреждения цокольной части. Трещины, мелкие выбоины	Повреждения на площади до 5%	0—20	Расшивка трещин, заделка выбоин
Трещины, сколы, выпадение отдельных камней в надземной части цоколя и фундаментных столбов	То же до 25%	21—40	Заделка трещин, ремонт кладки, цоколя, надземной части фундаментных столбов

Таблица 10.1 *(окончание)*

Признак износа	Количественная оценка	Физический износ, %	Примерный состав восстановительных работ
Перекосы, выпучивание цоколя, трещины, сколы и выпадение камней в надземной части столбов	Ширина трещин до 5 мм. Выпучивание цоколя до 1/3 его ширины	41—60	Замена цоколя, ремонт верхней части фундаментных столбов
Искривление горизонтальных стен, осадка отдельных участков, перекосы оконных и дверных проемов, полное разрушение цоколя, нарушение монолитности кладки столбов	—	61—80	Полная замена фундамента и цоколя с вывешиванием стен

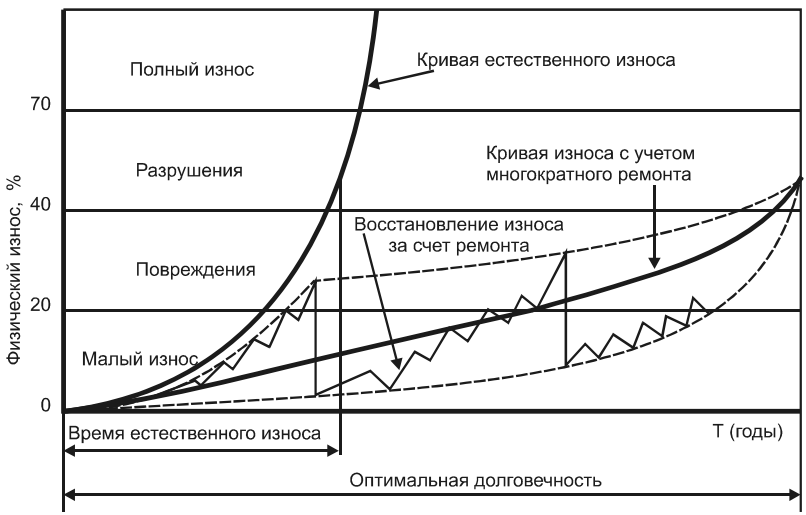


Рис. 10.1. Виды физического износа строительных конструкций сооружений

Таблица 10.2. Оценка физического износа

Физический износ сооружения, %	Состояние конструкций сооружения	Характер повреждений конструкций здания, сооружения
0—10	Хорошее	Незначительные
11—20	Вполне удовлетворительное	Слабые
21—30	Удовлетворительное	Средние
31—40	Не вполне удовлетворительное	Сильные
41—60	Не удовлетворительное	Аварийные
61—80	Ветхое	Полное разрушение
81—100	Негодное	Разборка, снос здания

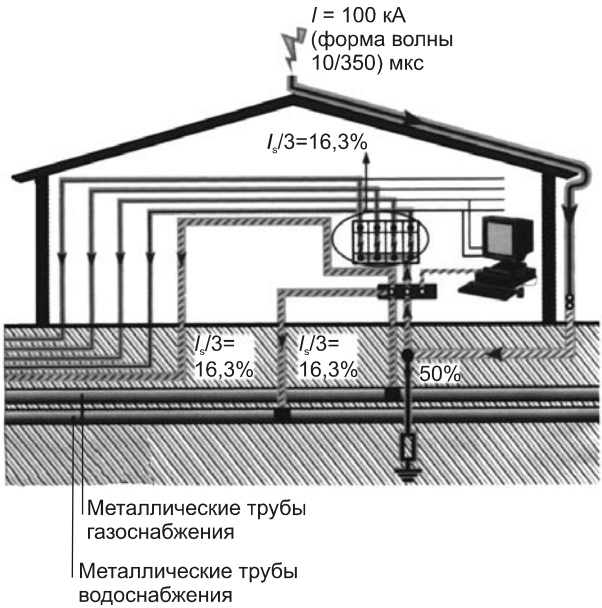


Рис. 10.2. Виды импульсных проводных перенапряжений в сетях здания

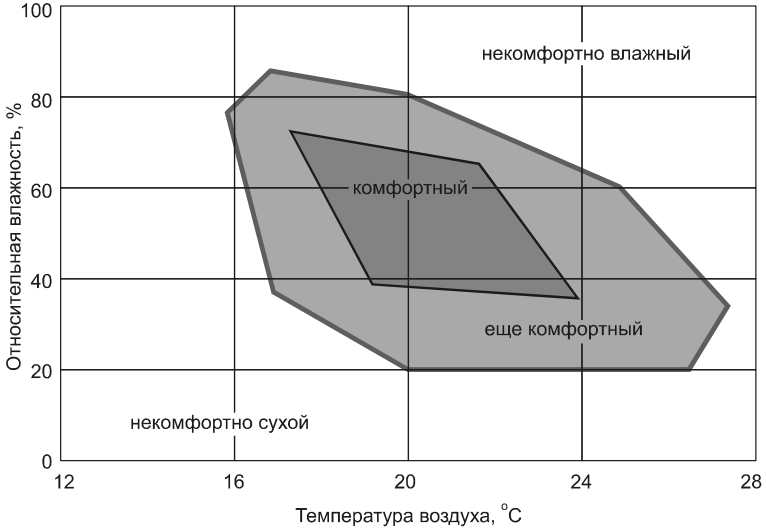


Рис. 10.3. Зависимость комфортного климата в помещении от температуры и относительной влажности

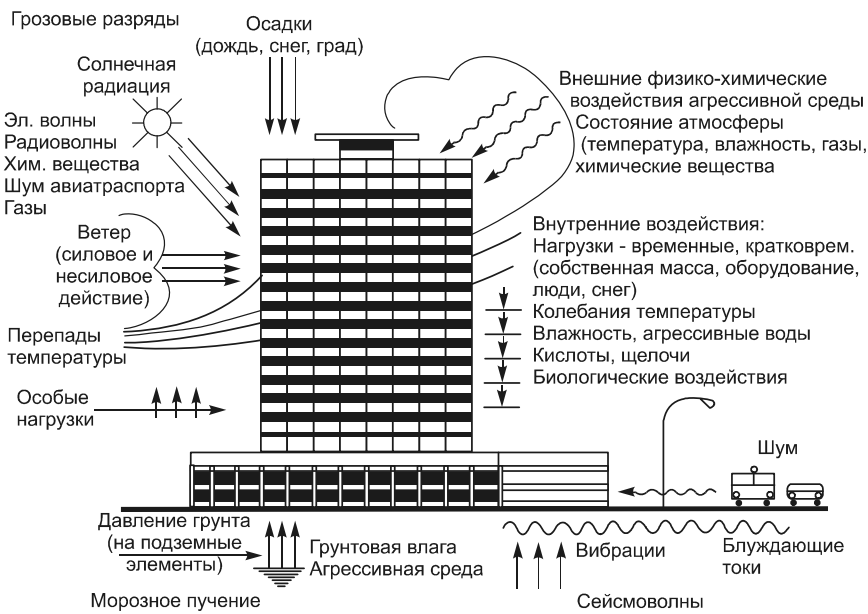


Рис. 10.4. Внешние воздействия на здания

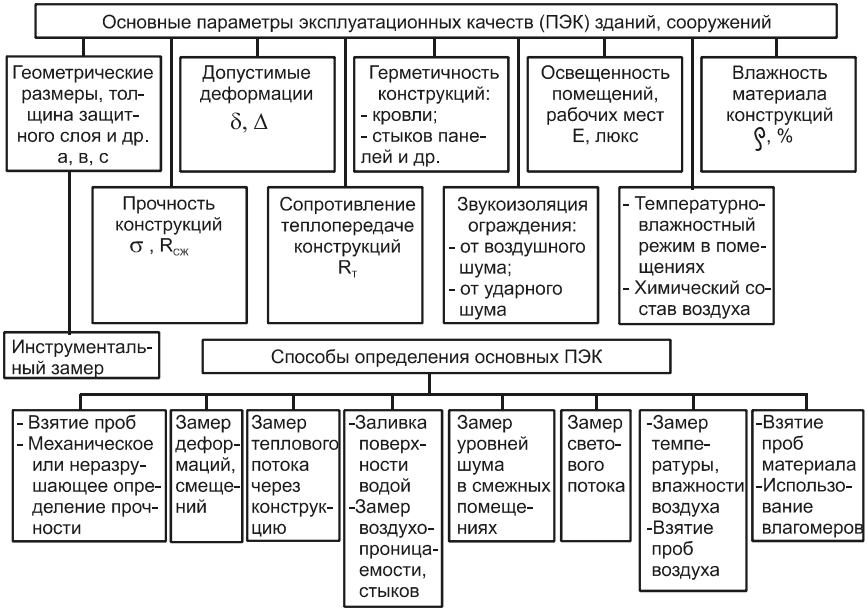


Рис. 10.5. Основные параметры оценки эксплуатационных качеств зданий, сооружений

Состояние строительных конструкций определяется на основе технической диагностики зданий, которая включает визуальную и инструментальную оценку износа конструкций по специальным методикам. При этом замеряются следующие параметры основных эксплуатационных качеств зданий сооружений:

- ❒ геометрические размеры, толщина защитного слоя в ж/б конструкции;
- ❒ прочность конструкции;
- ❒ деформации, отклонения, дефекты;
- ❒ сопротивление теплопередаче конструкции;
- ❒ герметичность стыков панелей, кровли и др.;
- ❒ звукоизоляция ограждения: от воздушного шума, от ударов, вибрации;
- ❒ освещенность помещений, рабочих мест;

- ❒ температурно-влажностный режим в помещениях;
- ❒ влажность материала конструкции;
- ❒ химический состав воздуха.

Для целей технической диагностики применяют следующие методы неразрушающего контроля и приборы замера основных параметров (рис. 10.6—10.8).

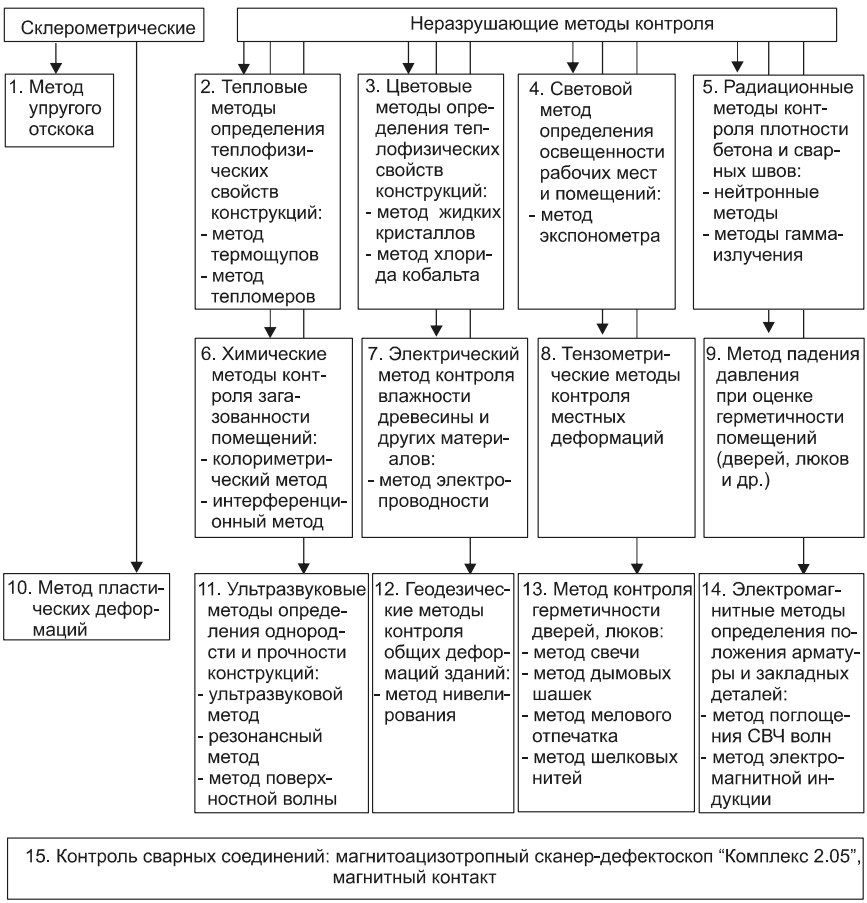


Рис. 10.6. Неразрушающие методы контроля эксплуатационных свойств строительных конструкций

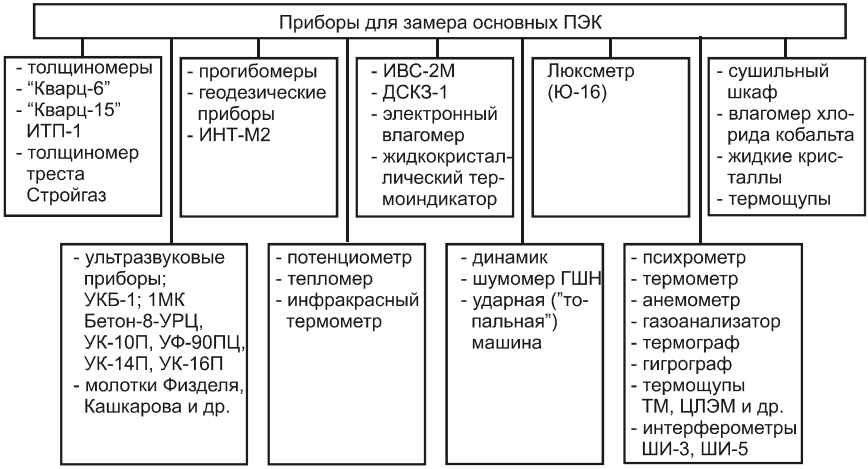


Рис. 10.7. Приборы для замера основных параметров эксплуатационных свойств строительных конструкций зданий, сооружений

Рис. 10.8. Приборы для технологического контроля, обследования и мониторинга строительных объектов *(см. продолжение)*

ИПС-МГ4.03

ТГЦ-МГ4.01

ПОС-30(50)МГ4 "Отрыв"

ДО-40(60)МГ4

ИПА-МГ4.01

МГ4Б

ПОС-МГ4

ИТП-МГ4 "100/250"

Рис. 10.8. *Окончание*

Контроль бетона и материалов:

- ПУЛЬСАР-1.0/1.1 — ультразвуковые измерители прочности, сквозное и поверхностное прозвучивание, измерение глубины;
- ПУЛЬСАР-1.2 — ультразвуковой дефектоскоп, измерение T, V, R, ρ, h, А-сигнал, АРУ, режим осциллографа;
- ПАБ-1.0 — электромагнитный измеритель плотности асфальтобетона;
- ОНИКС-2.5 — двухпараметрические измерители прочности бетона, в том числе легкого, методами ударного импульса и отскока (0,5—100 МПа);
- ОНИКС-2.6 — ударно-импульсный дефектоскоп-измеритель прочности изделий с визуализацией и многофакторным анализом сигналов;
- ОНИКС-ОС — измеритель прочности бетона отрывом со скалыванием. Исключено проскальзывание анкера. Диапазон: 5—100 МПа, 1—50 кН; масса: 4 кг;
- ОНИКС-АП — измеритель адгезии методом стальных дисков. Диапазон: 0,1—35 МПа, 1—10 кН; масса: 4 кг;
- БЕТОН-Frost — дилатометрический измеритель морозостойкости бетона;
- ИПС-МГ4.01 / ИПС-МГ4.03 — измерители прочности бетона методом ударного импульса по ГОСТ 22690. Оснащены функциями ввода коэффициента совпадения K_c, типа контролируемого изделия, вычисления класса бетона В. Диапазон: 3—100 МПа;
- ПОС-30(50)МГ4 "Отрыв" — измерители прочности бетона методом отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690. Диапазон: 5—100 МПа;
- ПСО-МГ4 — измеритель прочности сцепления (адгезии) защитных и облицовочных покрытий с основанием по ГОСТ 28089, 28574. Максимальное усилие отрыва: 2,45/4,9/98 кН.

Контроль армирования и толщины:

- ИПА-МГ4.01 — измеритель защитного слоя бетона, расположения и диаметра арматуры в ж/б конструкциях по ГОСТ 22904.

Диапазон измерения защитного слоя 3—140 мм при диаметре стержней 3—50 мм;

- ДО-40(60)МГ4 — измерители силы натяжения высокопрочной арматуры классов Вр-II (В-II), К-7 методом поперечной оттяжки по ГОСТ 22362. Диаметр контролируемой арматуры: 3—5 (6—9) мм;
- ПОИСК-2.51—52 — измерители толщины защитного слоя бетона и диаметра арматуры. H = 5—130 мм, ∅ = 3—50 мм;
- ИНК-2.41—42 — измерители напряжений в арматуре. Диапазон: 100—2000 МПа, L = 3—28 м;
- МТП-1 — измеритель толщины теплоизоляционных покрытий стальных труб и величины межосевого смещения.

Виброакустические приборы:

- ВИБРАН-2.0/3.0 — одно- и четырехканальные виброанализаторы. 0,5—1000 Гц, 200—2000 линий спектра, активный анализ.
- ВИСТ-2,41—43 — универсальные виброметры;
- СПЕКТР-1.0/2.0 — одно- и двухканальные сейсмостанции для диагностики свай, определения их длины и сейсмоспектрального профиля;
- ИЧСК-1 — измеритель частот собственных колебаний для акустического контроля прочности, твердости и выбраковки изделий.

Влагометры материалов:

- МГ4Д — измеритель влажности древесины (13 видов) по ГОСТ 16588;
- МГ4Б — измеритель влажности бетона, кирпича (13 видов), древесины (13 видов) по ГОСТ 21718, 16588;
- МГ43онд — измеритель влажности сыпучих материалов;
- МГ4У — универсальная версия с настройками на древесину, бетон и сыпучие материалы. Диапазон измерения влажности: 1—60%;
- ТГЦ-МГ4.01 — измеритель влажности и температуры воздуха с режимом самописца (до 24 часов). Диапазон измерения влажности 0—99%, температуры от –20 до 85 °С;

- ТЦ3-МГ4.01 — термометр цифровой зондовый одно- и двухканальный с режимом самописца (до 15 суток). Диапазон от –30 до 250 °С;
- ВИМС-2.21—23 — универсальные влагометры: песок, бетон, кирпич, древесина (более 30 материалов). Датчики: объемный, планарный, зондовый;
- ВИМС-2.10—12 — влагометры древесины (16 пород), бетона, кирпича. Встроенный датчик.

Контроль теплофизических свойств:

- ТЕПЛОГРАФ — прибор для определения сопротивления теплопередаче и мониторинга ограждающих конструкций, оконных и дверных блоков: 8—256 датчиков теплового потока и температуры;
- МИТ-1 — зондовый измеритель теплопроводности материалов. Диапазон: 0,03—3 Вт/м·К, время измерений: 7 мин. Малогабаритный, автономный. Аккумуляторное и сетевое питание;
- ИТС-1— измеритель теплопроводности материалов методом стационарного теплового потока и теплового зонда. Диапазон: 0,02—1,5 Вт/м·К. Размеры образца: 150×150 мм;
- ИТП-МГ4 "100/250" — измерители теплопроводности и термического сопротивления материалов при стационарном режиме по ГОСТ 7076 и методом теплового зонда по ГОСТ 30256. Диапазон: 0,02—1,5 Вт/м·К.

Регистраторы, регуляторы:

- ТЕРЕМ-4 — многопараметрический регистратор для мониторинга раскрытия трещин и деформаций, тензоизмерений, контроля перемещений, вибраций, температуры, влажности и т. д. 8—256 каналов;
- ТЕРЕМ-3 — восьмиканальный регистратор температуры для монолитного бетонирования;
- РТМ-5 — система управления ТВО бетона: 8 каналов, индивидуальные режимы по каждому каналу, журнал пропарки, связь с ПК (RS-485);

- ТЕМП-3 — семейство 1—4-канальных приборов для измерения и регистрации температуры сред и поверхностей, тепловых потоков, влажности воздуха и скорости воздушных потоков;
- ВДЛ-5.2 — вихретоковый дефектоскоп металлов.

Геомембраны — листовые полимерные изолирующие материалы, используемые в геотехнике при защите окружающей среды. Геомембраны изготавливаются на основе полиэтилена высокой плотности.

Таблица 10.3. Технические характеристики геомембран

Показатель	Solmax 830	Solmax 840	Solmax 860
Толщина, мм	0,75	1,00	1,5
Стандартный размер рулона, м	6,7×305	6,7×238	6,7×158
Плотность сырья, г/см^3	< 0,922	< 0,922	< 0,922
Плотность мембраны, г/см^3	< 0,932	< 0,932	< 0,932
Содержание углерода, %	2,0—3,0	2,0—3,0	2,0—3,0
Прочность при разрыве, кН/м	20,0	26,6	39,9
Относительное удлинение при разрыве, %	1000	1000	1000
Устойчивость к разрыву, Н	60	80	120
Устойчивость к проколу, Н	147	196	194
Устойчивость к низким температурам,°С	–75	–75	–75
Устойчивость к УФО (экспозиция 1600 часов, в условиях высокого давления), %	50	50	50

10.2. Усиление оснований и фундаментов

Различают следующие методы закрепления грунтов: цементация, силикатизация, смолизация, электромеханический, термический (рис. 10.9—10.13).

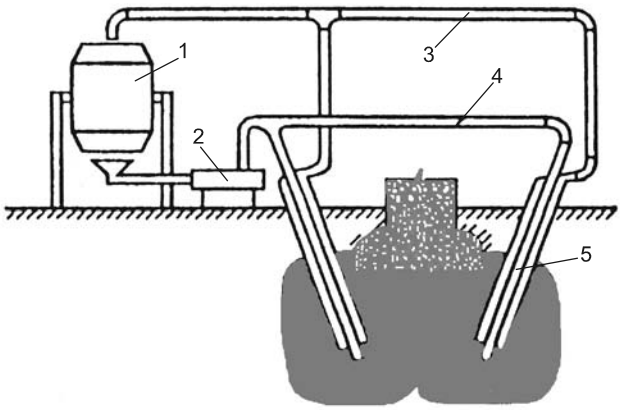


Рис. 10.9. Цементация грунта:
1 — растворомешалка; *2* — насос для подачи цемента;
3 — обратный трубопровод; *4* — напорный трубопровод; *5* — инъекторы

Цементный раствор (В/Ц = 12:1–6:1) нагнетают в грунт через инъекторы под давлением 0,3—0,6 МПа/м^2.

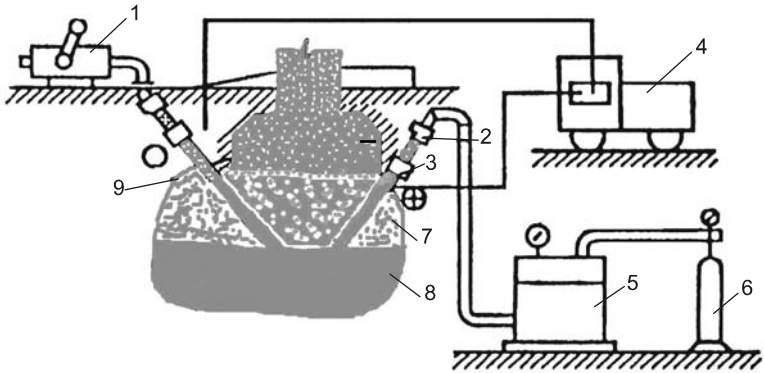


Рис. 10.10. Силикатизация грунтов:
1 — насос для откачки воды из катода; *2* — наголовник; *3* — ниппель;
4 — генератор постоянного тока; *5* — бак с раствором; *6* — баллон со сжатым воздухом; *7* — перфорированная часть инъектора; *8* — наконечник инъектора;
9 — дополнительный инъектор

Инъекторы (электроды) забивают с двух сторон вдоль фундамента через 0,6—0,8 м. Напряжение: 100—120 В. Расход электроэнергии: 60—100 кВт/м^2 грунта.

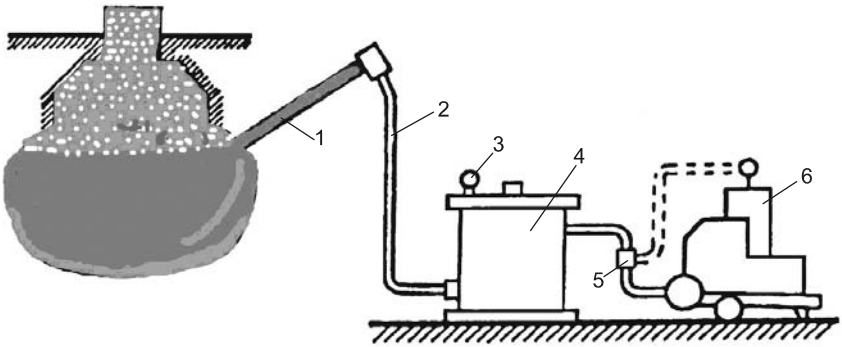


Рис. 10.11. Смолизация грунтов:
1 — инъектор; *2* — рабочий шланг; *3* — манометр; *4* — рабочий бачок; *5* — пробковый кран; *6* — компрессор или баллон со сжатым воздухом

В грунт через инъекторы нагнетают водный раствор синтетической карбамидной смолы (закрепитель М), смешанной с отвердителем. Расход раствора — по расчету.

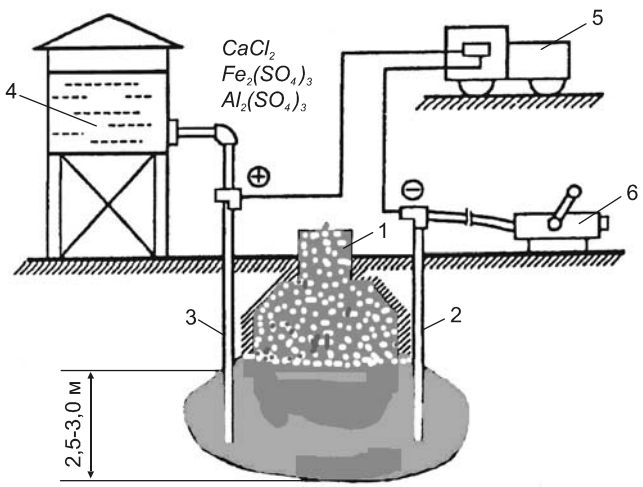


Рис. 10.12. Электрохимическое закрепление грунтов:
1 — фундамент; *2* — катод; *3* — анод; *4* — бак для раствора; *5* — генератор постоянного тока; *6* — насос для откачки воды из катода

В грунт по обе стороны от фундамента погружают трубчатые электроды через 0,8—1,0 м. В аноды самотеком поступают растворы солей, из катодов откачивают поступающую в них грунтовую воду. Рабочее напряжение: 100—120 В. Расход электроэнергии: 60—100 кВт/м^2 грунта.

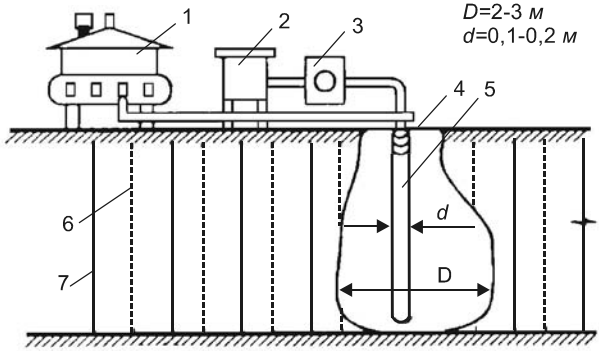


Рис. 10.13. Термическое закрепление грунтов:
1 — компрессор; *2* — бак для жидкого топлива; *3* — топливный насос; *4* — форсунки; *5* — скважина; *6* — непросадочный грунт; *7* — просадочный грунт

Сжигание топлива в скважинах ведется при температуре 600—650 °С. Способы и схемы усиления фундаментов представлены в табл. 10.4 и на рис.10.14—10.21.

Таблица 10.4. Способы укрепления фундаментов

Способ укрепления	Характеристика	Условия применения
Укрепление кладки фундаментов	Перекладка отдельными участками, цементация, устройство обойм	Без увеличения нагрузки. Кладка фундамента повреждена по всей толщине
Уширение и увеличение опорной площади фундамента	Предварительное укрепление грунта и монтаж приливов. Стягивание приливов с обжатием	При увеличении нагрузки на фундамент
Углубление фундамента	Подводка новой кладки захватками с увеличением ширины (площади) фундамента	При увеличении нагрузки на фундамент; фундамент в хорошем состоянии

Таблица 10.4 *(окончание)*

Способ укрепления	Характеристика	Условия применения
Постановка фундаментов на сваи и передача нагрузки на нижележащие слои грунта	То же, но без увеличения площади фундамента. Устройство выносных свай и поперечного ростверка (устройство набивных и буроинъекционных свай). Устройство коротких свай в пределах габаритов фундамента	То же при наличии прочного основания. При увеличении нагрузки и глубоком расположении прочного грунта (применение наклонных свай). То же, если нельзя уширить конструкцию
Устройство выносных опор	Подводка конструкций под фундамент	Если прочный грунт расположен неглубоко

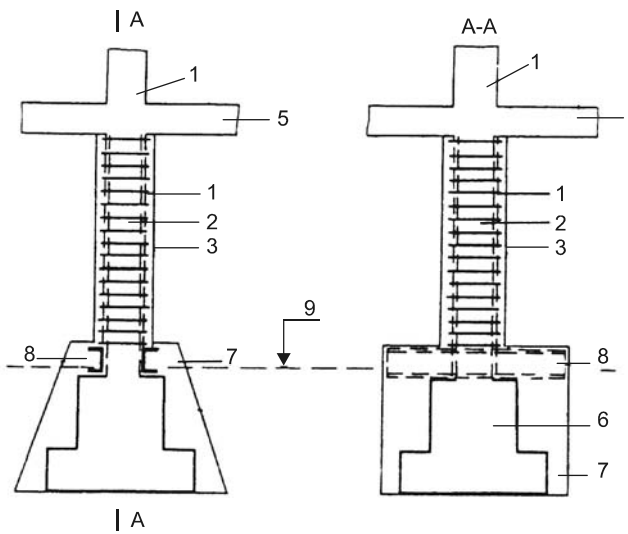


Рис. 10.14. Усиление фундамента стальной балкой:
1 — часть колонны, удовлетворяющая требованиям; *2* — поверхность старой колонны; *3* — старая колонна после удаления защитного слоя бетона; *4* — усиливающая обкладка (обмуровка) старой, поврежденной, ослабленной колонны; *5* — перекрытие; *6* — старый, слабый фундамент, требующий усиления; *7* — железобетон, усиливающий фундамент; *8* — стальные балки, передающие усилия от колонн на обкладку фундамента; *9* — уровень пола подвала

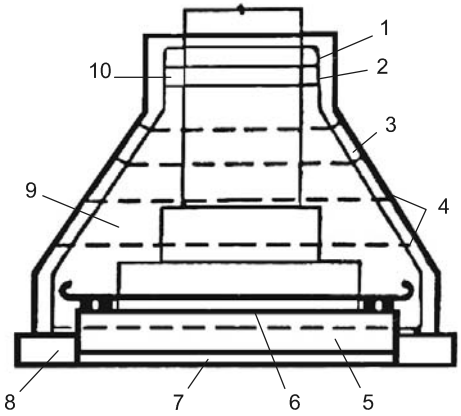


Рис. 10.15. Устройство железобетонной рубашки:
1 — продольная арматура; *2* — хомуты; *3* — накладные стержни; *4* — горизонтальные стержни; *5* — усиливаемый фундамент; *6* — обработанная поверхность; *7* — существующая подготовка; *8* — подготовка под рубашку; *9* — железобетонная рубашка; *10* — короткая обойма на колонне

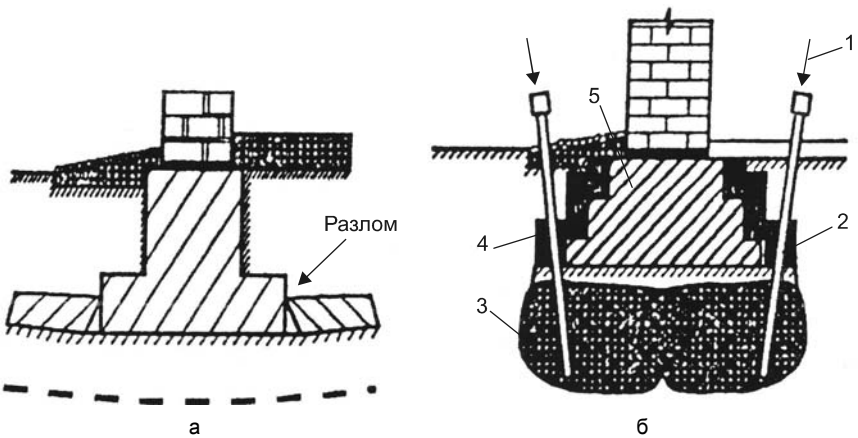


Рис. 10.16. Устранение трещин в плите фундамента и усиление основания:
а — дефектный фундамент; ***б*** — схема усиления фундамента
(*1* — инъецирование раствора; *2* — инъектор; *3* — зона закрепленного грунта; *4* — уширенный фундамент; *5* — металлические стержни между старым и новым фундаментом)

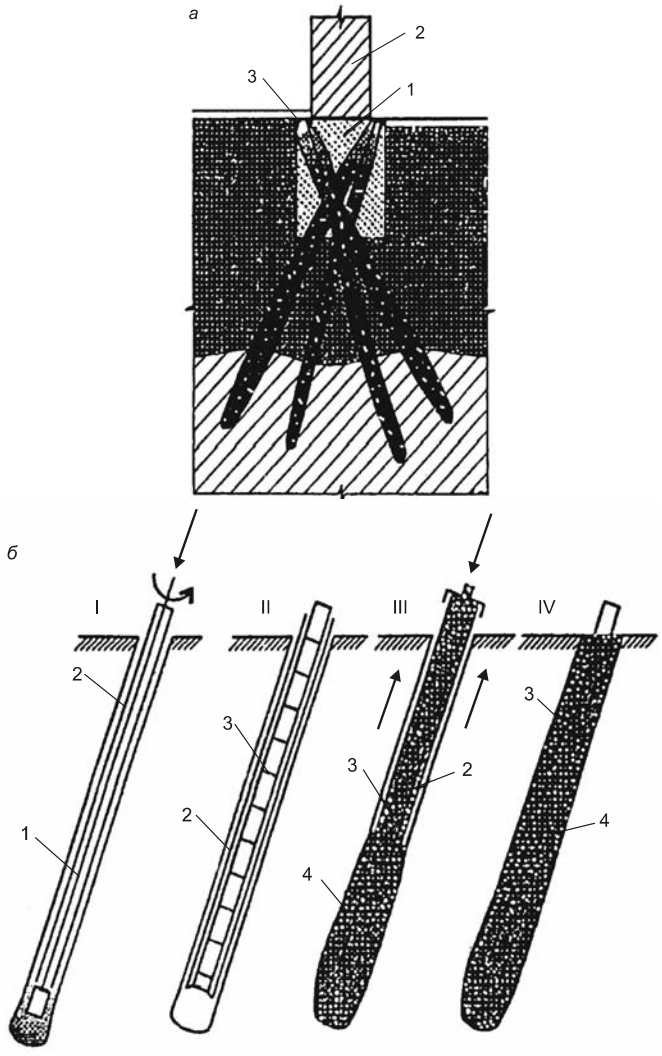


Рис. 10.17. Усиление фундамента корневидными сваями:
а — общий вид фундамента (*1* — усиливаемый фундамент; *2* — стена; *3* — корневидная свая);
б — схема изготовления буроинъекционной сваи (I — бурение скважин; II — установка арматурного каркаса; III — бетонирование скважины; IV — готовая свая;
1 — буровой снаряд; *2* — обсадная труба; *3* — арматурный каркас; *4* — цементно-песчаный раствор)

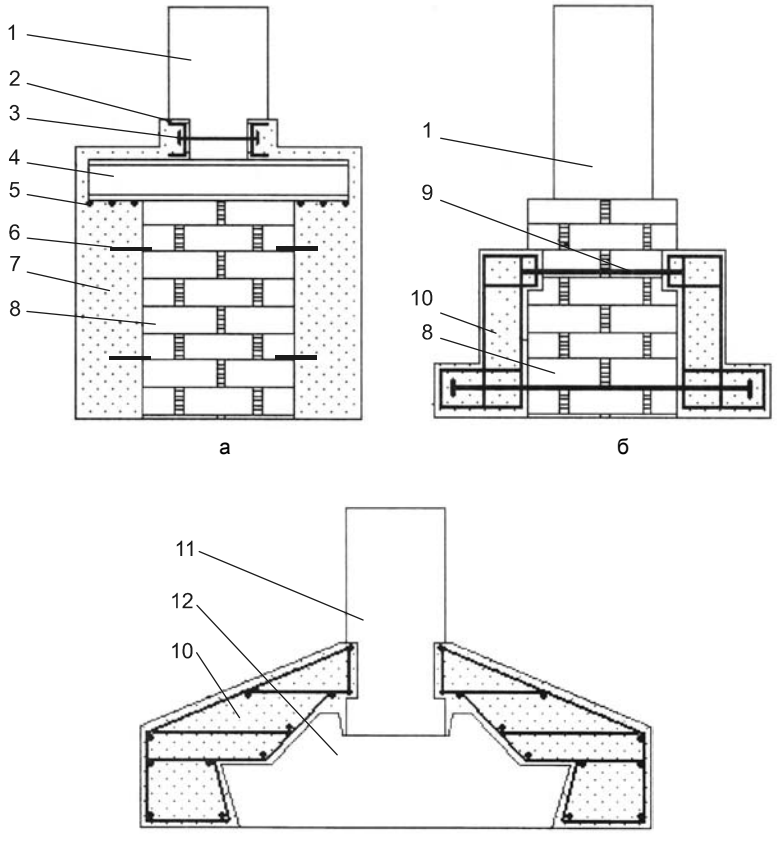


Рис. 10.18. Увеличение опорной площади фундамента:
а — ленточного с подведением стальных балок; ***б*** — ленточного с устройством штраб и анкеров; ***в*** — отдельно стоящего сборного;
1 — стена; *2* — продольная балка; *3* — болт; *4* — поперечная балка; *5* — продольная арматура; *6* — забивные анкеры; *7* — бетонная обойма; *8* — бутовая кладка; *9* — анкер; *10* — железобетонная обойма; *11* — колонна; *12* — фундаментная подушка

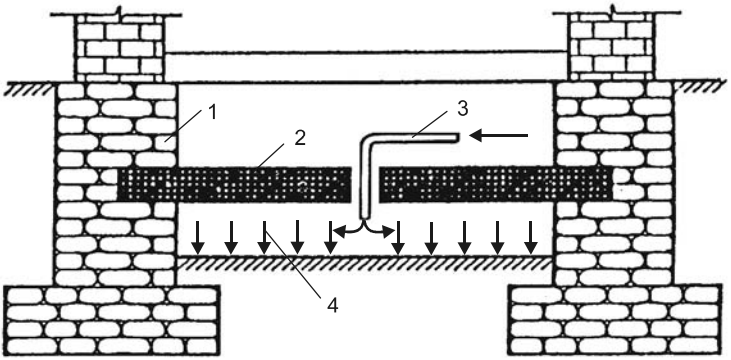


Рис. 10.19. Усиление фундамента
с помощью монолитной железобетонной плиты с опрессовкой грунта:
1 — фундамент; *2* — железобетонная плита; *3* — инъектор;
4 — расширяющийся цементный раствор

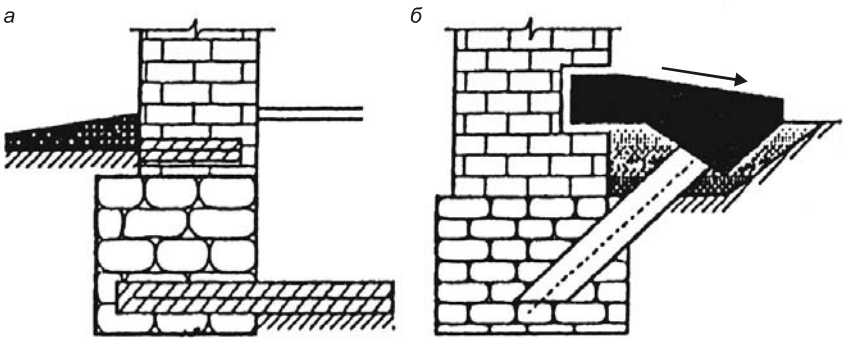


Рис. 10.20. Усиление фундаментов
путем устройства монолитных плит в подвале (***а***) и выносных консолей (***б***)

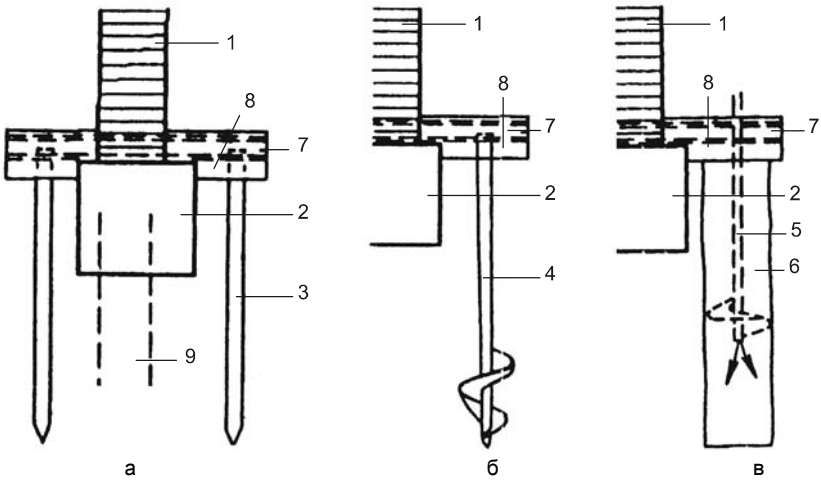


Рис. 10.21. Усиление фундамента дополнительными сваями:
а — усиление микросваями; ***б***, ***в*** — применение винтовых свай;
1 — фундаментная стена (кирпичная или бетонная); *2* — старый фундамент;
3 — микросваи; *4* — винтовые сваи; *5* — "штопорная" свая (с проходкой скважины);
6 — инъецированный бетон; *7* — стальная балка, распределяющая нагрузку;
8 — железобетонная распределительная головка; *9* — первоначальные сваи

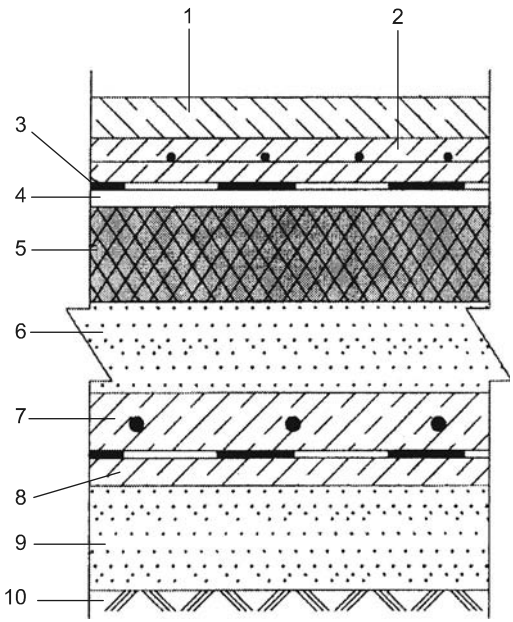


Рис. 10.22. Теплоизоляция полов холодильных складов, ледовых арен (при распределенной нагрузке свыше 10 т/м^2):
1 — монолитное бетонное покрытие; *2* — армобетонная стяжка; *3* — гидроизоляция; *4* — стяжка из цементно-песчаного раствора; *5* — теплоизоляция; *6* — уплотненный песок; *7* — бетонная стяжка с электронагревателями; *8* — стяжка из бетона; *9* — песчаная подушка; *10* — грунт основания

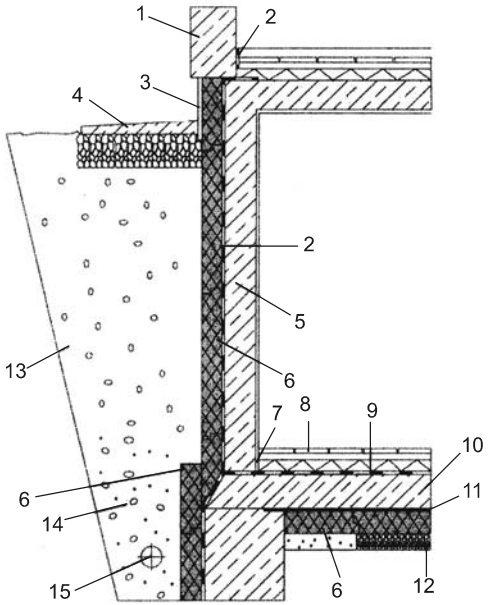


Рис. 10.23. Теплоизоляция фундаментов:
1 — наружная стена;
2 — гидроизоляционный слой;
3 — облицовка цоколя;
4 — конструкция отмостки;
5 — стена фундамента;
6 — теплоизоляционные плиты;
7 — пластичный герметик;
8 — напольная плитка;
9 — цементно-песчаная стяжка;
10 — бетонное основание;
11 — технологический слой (полиэтилен);
12 — гравийное основание;
13 — грунт; *14* — песчано-гравийная засыпка;
15 — дренажная труба (при необходимости)

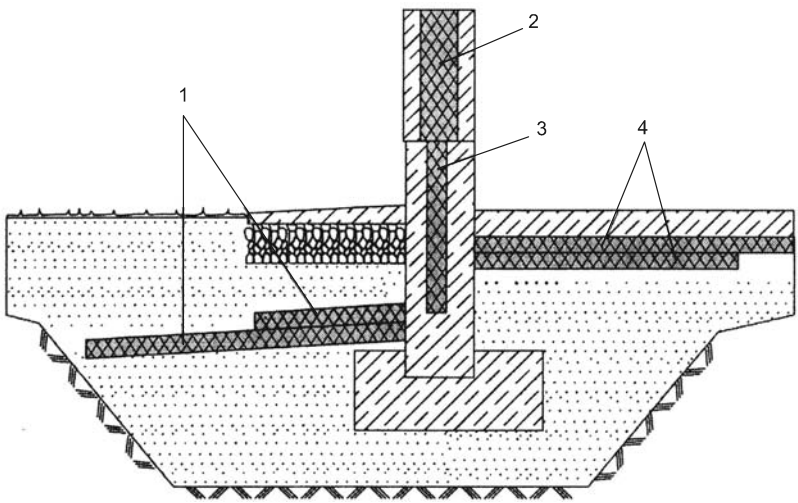


Рис. 10.24. Теплоизоляция фундаментов малоэтажных зданий:
1 — теплоизоляция подошвы фундамента; *2* — теплоизоляция наружной стены; *3* — теплоизоляция цокольной стены; *4* — теплоизоляция пола

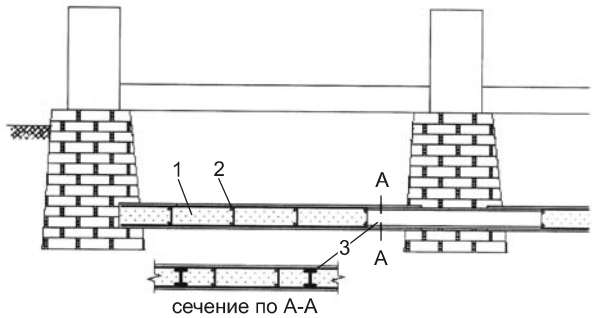


Рис. 10.25. Подведение фундаментной плиты: *1* — бетон; *2* — арматура; *3* — балка

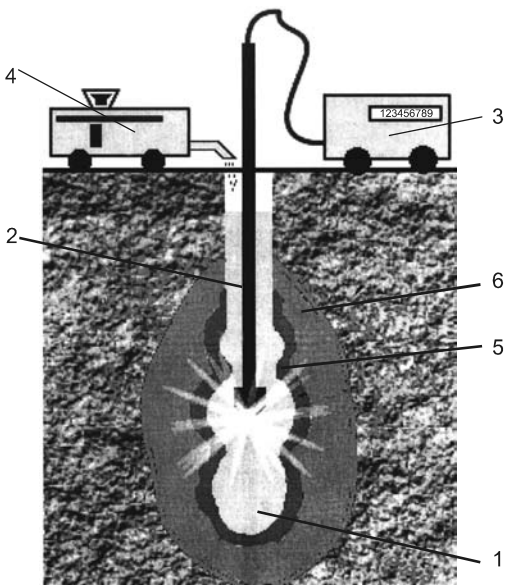


Рис. 10.26. Схема обработки скважины по разрядно-импульсной технологии:
1 — ствол сваи после обработки; *2* — излучатель энергии;
3 — разрядная станция; *4* — растворонасос;
5 — зона цементного грунта; *6* — зона уплотнения грунта

Сущность разрядно-импульсной технологии заключается в том, что скважина, заполненная мелкозернистым бетоном или цементным раствором, обрабатывается серией высоковольтных электрических

разрядов. При этом возникает электрогидравлический эффект, в результате которого формируется тело сваи, цементируется, уплотняется окружающий грунт.

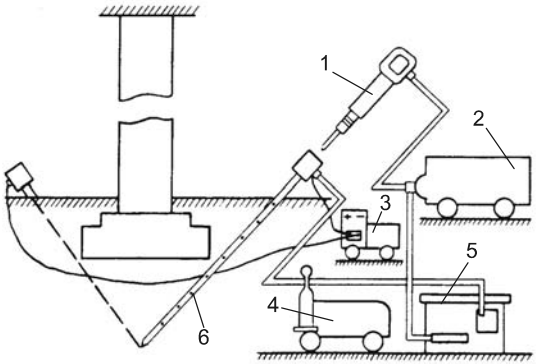


Рис. 10.27. Усиление основания фундамента инъекцией в него цементного раствора: *1* — отбойный молоток; *2* — компрессор; *3* — генератор постоянного тока; *4* — растворонасос; *5* — блок для бетона или раствора; *6* — инъектор

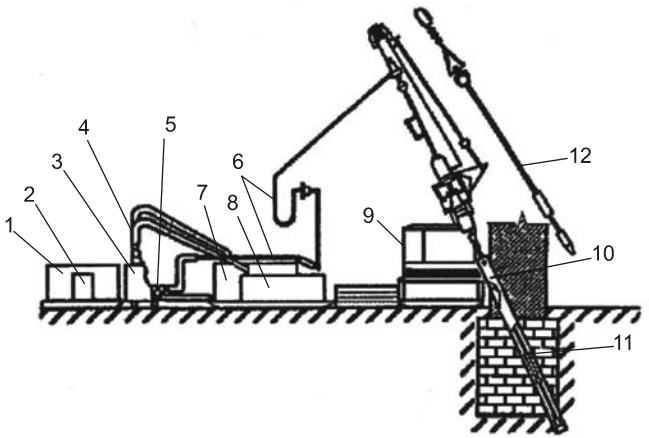


Рис. 10.28. Комплекс изготовления буроинъекционной сваи: *1* — емкость для цементного раствора; *2* — глиномешалка; *3* — мерный бак; *4* — растворный насос; *5* — промывочный насос; *6* — нагнетательный трубопровод; *7* — емкость для глиняного раствора; *8* — шламоотделитель; *9* — буровой станок; *10* — кондуктор; *11* — буровой инструмент; *12* — бурильная труба

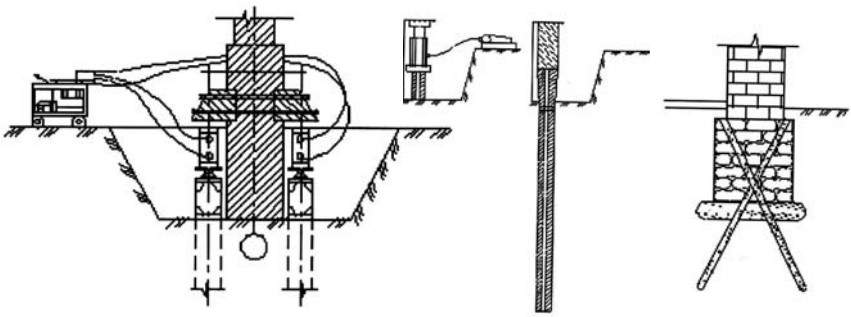


Рис. 10.29. Усиление фундаментов с использованием свай:
а **—** многосекционные сваи вдавливания двухсторонней балкой-упором;
б **—** вдавливание свай под стену или подошву фундамента;
в **—** буроинъекционные сваи с контактным слоем

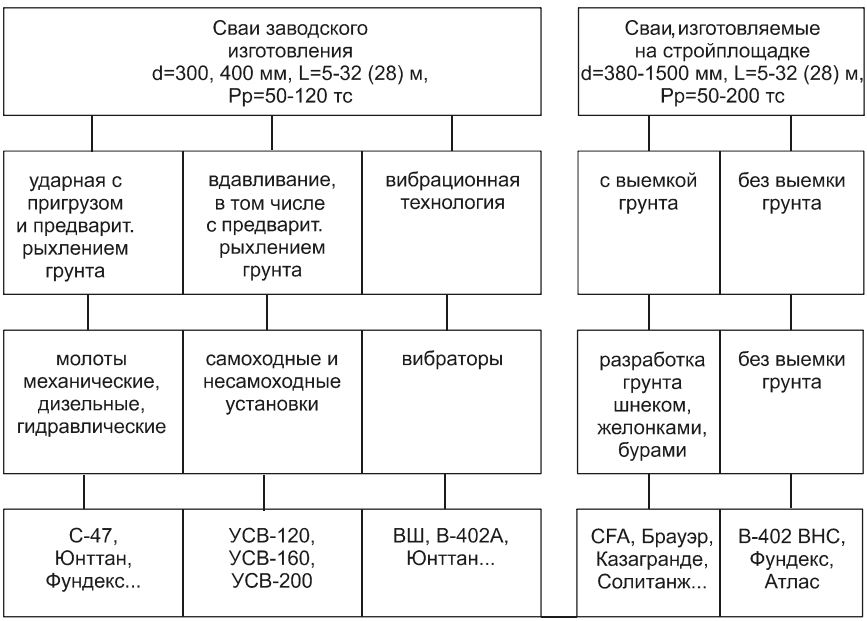


Рис. 10.30. Устройство свайных фундаментов в стесненных условиях Санкт-Петербурга (ЗАО "Строительный трест 28")

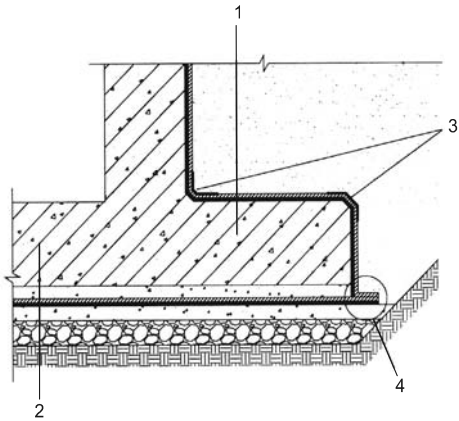


Рис. 10.31. Гидроизоляция плиты основания:
1 — полиуретановая мастика, праймер, ж/б плита фундамента;
2 — армирование мастики полимерной сеткой или стеклотканью;
3 — обязательное примыкание слоев вертикальной и горизонтальной гидроизоляций;
4 — ж/б плита фундамента, защитная стяжка, полиуретановая мастика, праймер, цементно-песчаная стяжка, щебеночная подготовка

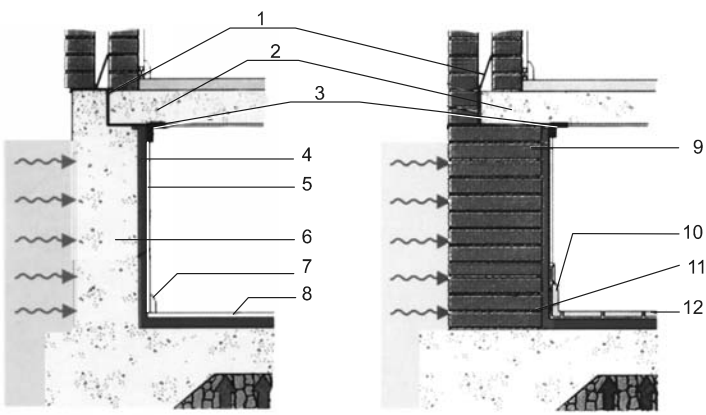


Рис. 10.32. Примеры гидроизоляции подвалов:
1 — горизонтальная гидроизоляция; *2* — бетонный пол; *3* — Sikadur Combiflex; *4* — штукатурная гидроизоляция на основе Sika-1; *5* — отделочная штукатурка (при необходимости); *6* — стена фундамента; *7* — деревянный плинтус, приклеенный Sikaflex 11 FC; *8* — декоративное покрытие на цементно-песчаной стяжке толщиной 40 мм, изготовленной с использованием Sika-1; *9* — кирпичная стена; *10* — керамическая плитка, уложенная на Sikadur 31; *11* — шов кирпичной кладки, расшитый на глубину 12 мм и заполненный раствором на базе Sika-1; *12* — плитка для пола, уложенная на цементно-песчаную стяжку толщиной 40 мм, изготовленную с использованием Sika-1

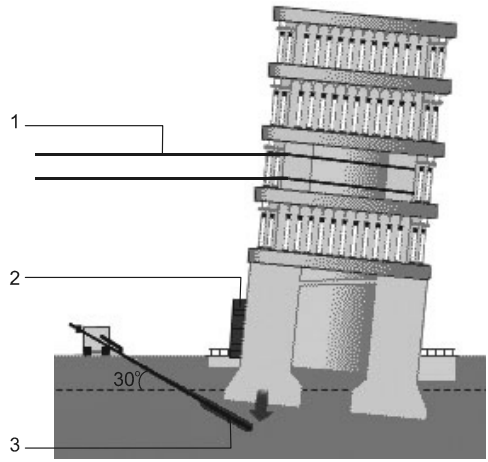


Рис. 10.33. Принципиальная схема укрепления Пизанской башни:
1 — стальные тросы; *2* — свинцовый груз; *3* — с помощью буров убрали землю

В 1990 г. наклон Пизанской башни в г. Пизе (Италия) стал угрожающе опасным (5,5°), ее верхняя точка смещалась на 1 мм в год. Тогда Пизанскую башню закрыли для туристов. Совет экспертов изучил полтысячи проектов по спасению башни, среди которых были и весьма оригинальные. Например, китайцы предлагали построить рядом с ней такую же падающую башню, с тем чтобы их вершины уперлись друг в друга и компенсировали силу падения. Другой план состоял в том, чтобы просверлить в мраморном теле колокольни 10 000 больших дырок и заполнить их легким веществом, облегчив таким образом всю конструкцию. А вот еще вариант: заморозить плывуны в подножии башни с помощью жидкого азота.

В результате при выпрямлении колокольни были использованы идеи и технологии сразу нескольких проектов. Во-первых, было вынуто некоторое количество грунта из-под фундамента сооружения с его "высокой", северной стороны. Во-вторых, весь грунт в районе фундамента укрепили, откачав из водоносных слоев под основанием мягкие породы и закачав под землю десятки тысяч тонн бетонного раствора. Тем временем башню сверху удерживали от дальнейшего отклонения стометровые стальные тросы, а снизу — 870 т свинцовых противовесов. Главная сложность заключалась в

том, чтобы не перестараться и не выровнять колокольню полностью — ведь это лишило бы ее большей части привлекательности для туристов. Наклон был уменьшен на 10%. Таким образом, башня высотой 56 м, весом 14 500 т частично выпрямилась и угол ее наклона безопасен. Отклонение от вертикали составляет 4,55 м. Такое положение башня занимала в начале XIX века. Она снова открыта для туристов. Теперь, по утверждению специалистов, башня будет находиться в безопасном положении как минимум 300 лет, пока мягкие породы под южной стороной фундамента не просядут снова.

На рис. 10.33 показано, как укрепили основание падающей Пизанской башни, устранив угрозу падения в результате большого наклона.

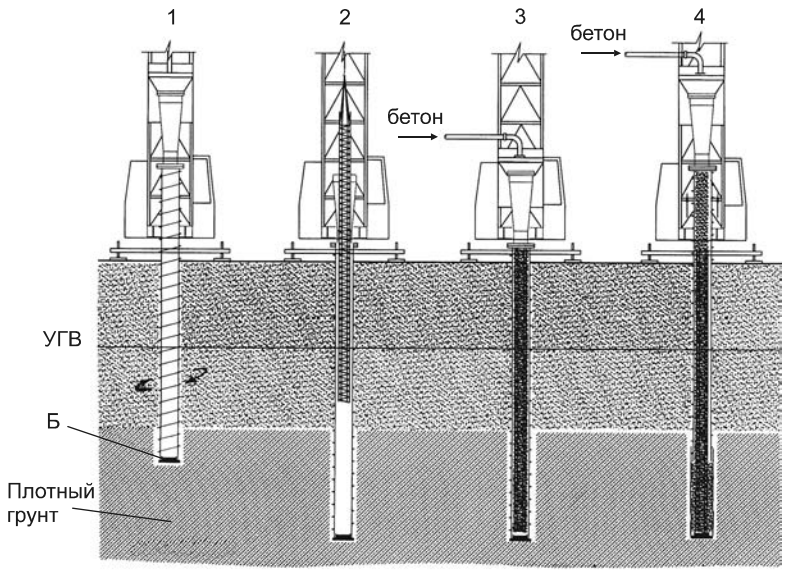


Рис. 10.34. Изготовление буронабивных свай Ø350 и Ø460 мм по технологии АОЗТ "Геострой":
1 — погружение шнековой колонны; *2* — размещение в колонне арматурного каркаса; *3* — бетонирование ствола сваи; *4* — бетонирование с одновременным подъемом шнековой колонны; Б — оставляемый башмак.

При реконструкции применяют следующие системы и технологии работ "нулевого цикла": устройство фундаментов без выемки грунта способом "стена в грунте", устройство буронабивных свай

по технологии INC FUNDEX Equipment, технология вдавливания свай и шпунта ("Строительный трест 28"), разрядно-импульсная технология устройства буронабивных свай, грунтовых анкеров, укрепления фундаментов с использованием электрогидравлического эффекта, технологии глубинного уплотнения и перемешивания грунтов (система "Турбоджет", сухой и мокрый способ "Мультимикс"), усиление фундаментов путем устройства буроинъекционных свай и струйного цементирования — система "Сойлмек" и др.

На кафедре ТСП СПбГАСУ предложена новая эффективная технологическая система устройства фундаментов без выемки грунта вибрационным способом следующим комплектом оборудования: кран, вибропогружатель, профилировочный элемент с открывающимся башмаком, бетононагнетатель, виброгрейфер (грунтозаборник), которая позволяет уменьшить стоимость работ нулевого цикла на 28% и сократить трудоемкость на 40%.

Метод "Jet grouting" — высоконапорных инъекций твердеющего раствора в грунт под давлением до 100 МПа. Этот метод, известный также под названием "струйная технология", разработан в Японии.

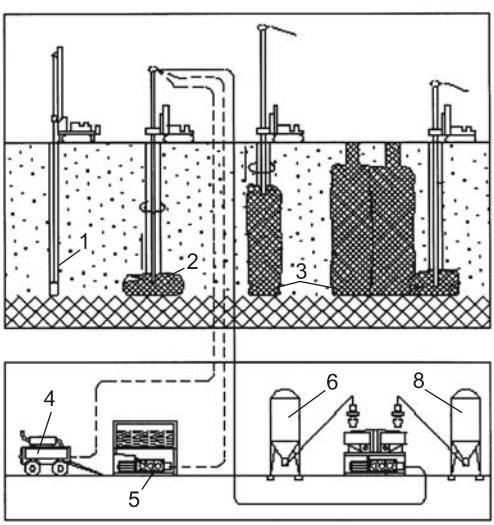


Рис. 10.35. Схема устройства стенки из свай с использованием струйной технологии "Jet grouting":
1 — буровая скважина для плотных грунтов; *2* — инъектор; *3* — формируемая свая; *4* — компрессор; *5* — насос; *6*, *8* — емкости цемента и песка; *7* — растворонасос

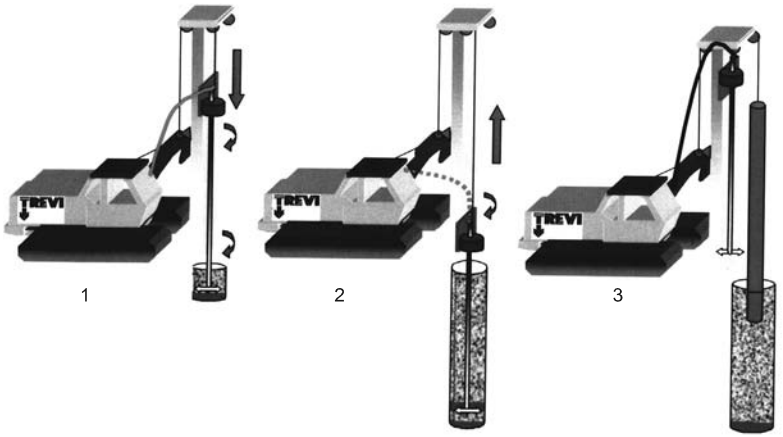


Рис. 10.36. Изготовление свай по технологии "Турбоджет":
1 — бурение; *2* — глубинное перемешивание и струйное цементирование;
3 — армирование и окончательное формование сваи

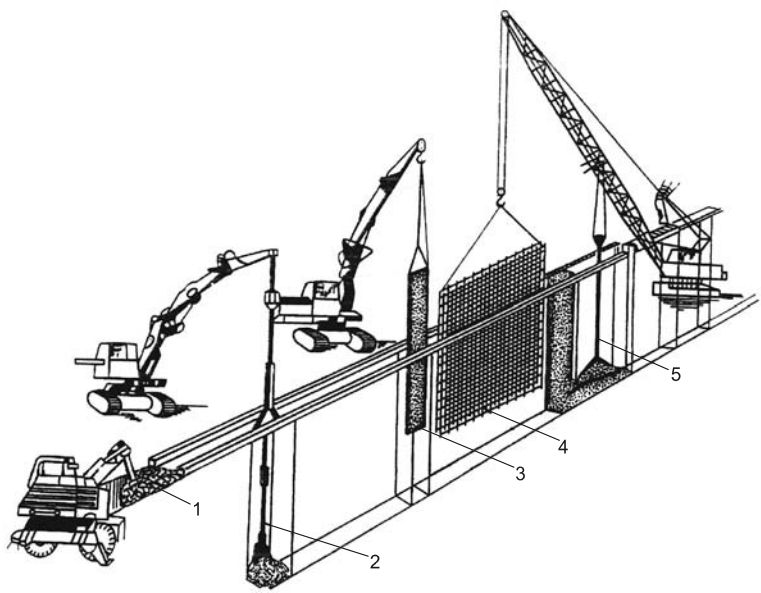


Рис. 10.37. Технологическая схема устройства стены в грунте:
1 — устройство форшахты (укрепление верха траншеи); *2* — рытье траншеи на длину захватки; *3* — установка ограничителей (перемычек между захватками); *4* — монтаж арматурных каркасов; *5* — бетонирование на захватке методом вертикально перемещаемой трубы

10.3. Усиление каменных и бетонных конструкций

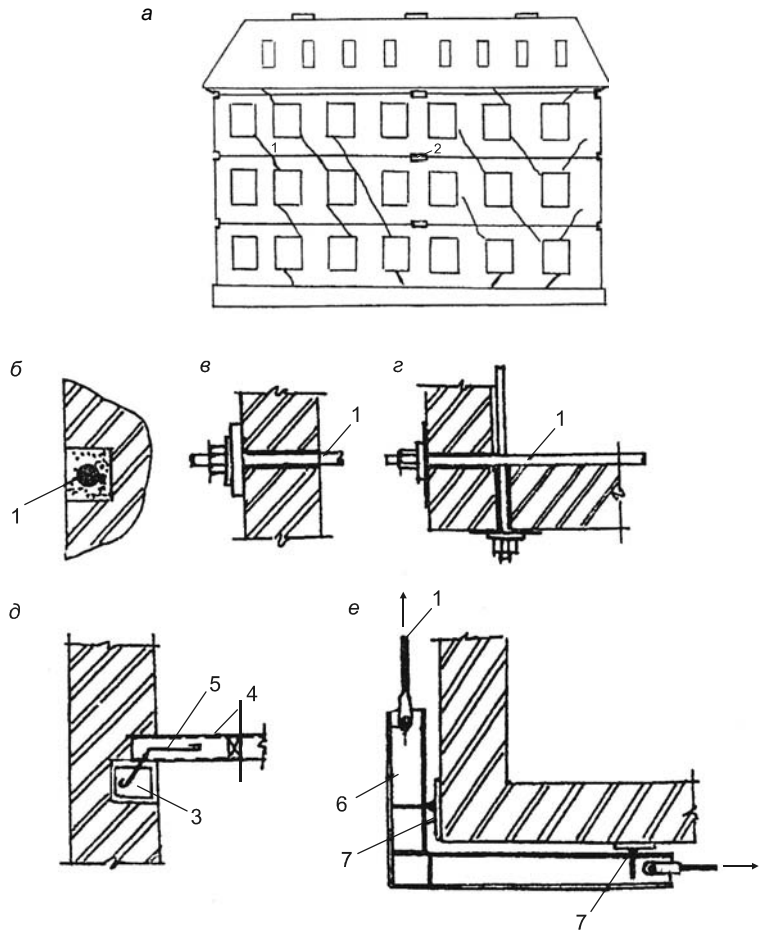


Рис. 10.38. Конструктивно-технологические варианты усиления кирпичных стен:
а — схема усиления кирпичных стен здания металлическими тяжами;
б, ***в***, ***г*** — узлы размещения металлических тяжей;
д — схема размещения железобетонного пояса;
е — то же тяжами с центрирующими элементами;
1 — металлический тяж; *2* — натяжная муфта; *3* — монолитный железобетонный пояс; *4* — плита перекрытий; *5* — анкер; *6* — центрирующая рама; *7* — опорная пластинка с шарниром

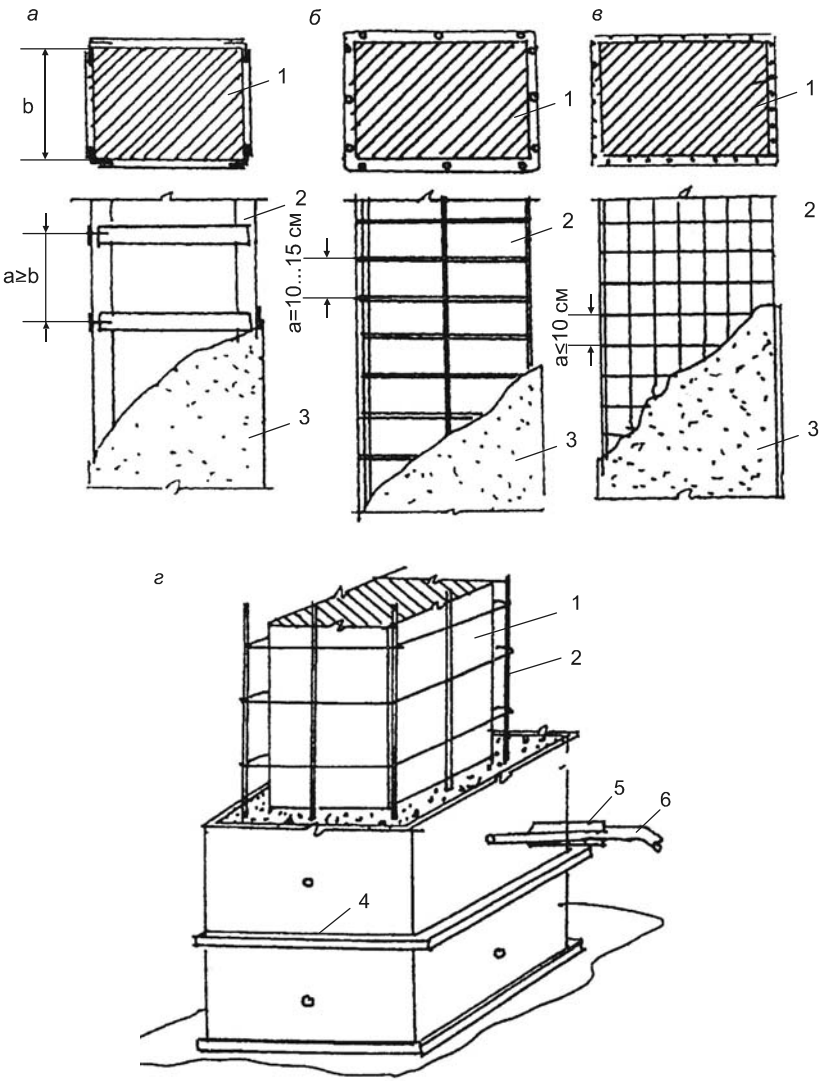


Рис. 10.39. Усиление столбов:
а — усиление стальной обоймой; ***б*** — армокаркасами;
в, ***г*** — сетками и железобетонными обоймами;
1 — усиливаемая конструкция; *2* — элементы усиления; *3* — защитный слой;
4 — щитовая опалубка с хомутами; *5* — инъектор; *6* — материальный шланг

11. Ремонт и усиление строительных конструкций

Способы ремонта и усиления деревянных конструкций показаны на рис. 11.1—11.4.

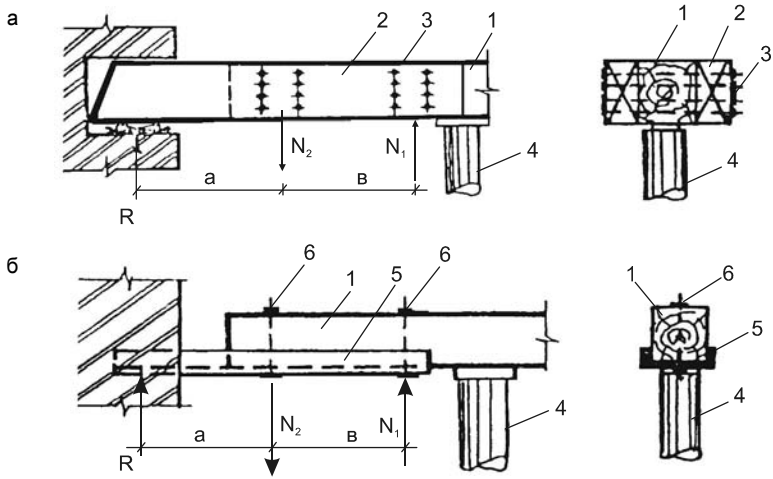


Рис. 11.1. Способы ремонта балки с загнившим концом:
а — деревянным протезом; ***б*** — металлическим протезом;
1 — балка; *2* — дощатые накладки; *3* — гвозди; *4* — временная подпорка;
5 — швеллер; *6* — болты

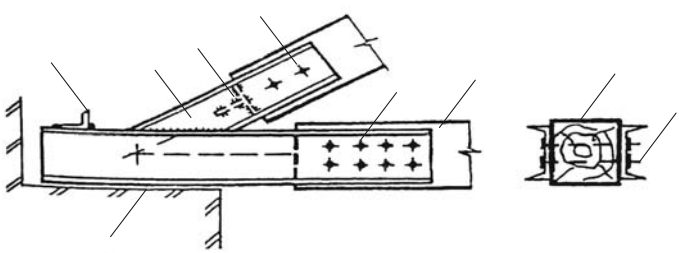


Рис. 11.2. Ремонт опорного узла фермы стальным протезом:
1 — протез из швеллеров; *2* — диафрагма; *3* — болты; *4* — верхний пояс;
5 — нижний пояс; *6* — стяжной уголок; *7* — опорная стальная плита

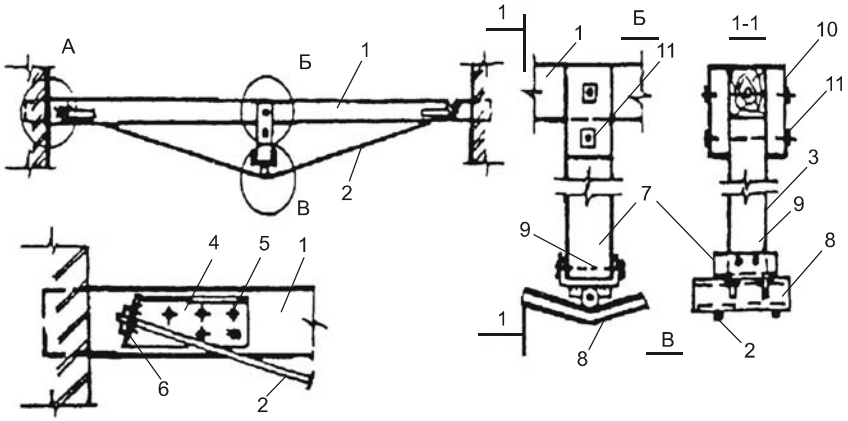


Рис. 11.3. Усиление балки путем превращения ее в шпренгельную:
1 — усиливаемая балка; *2* — подпружная цепь; *3* — стойка; *4* — уголки;
5 — расчетные болты; *6* — стальная пластина; *7* — обрезок швеллера;
8 — обрезок трубы; *9* — гвозди; *10* — накладки из досок; *11* — стяжные болты

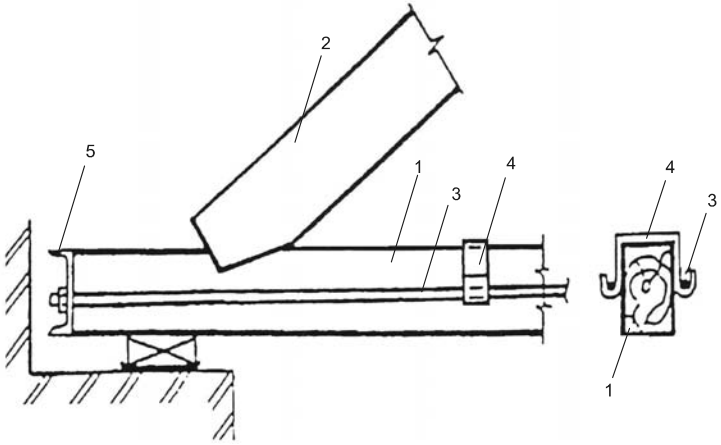


Рис. 11.4. Общее усиление нижнего пояса фермы:
1 — нижний пояс; *2* — верхний пояс; *3* — стальные тяжи;
4 — хомут для подвески тяжей; *5* — швеллер-траверса

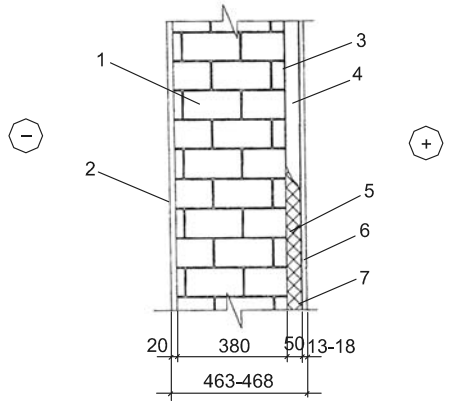


Рис. 11.5. Утепление существующей кирпичной стены с внутренней стороны с применением деревянного каркаса:
1 — кирпичная кладка; *2* — штукатурка; *3* — гидроизоляция только под брусьями каркаса; *4* — каркас; *5* — PAROC UNS 38; *6* — отделка; *7* — пароизоляция

Технология крепления утеплителя к поверхности стен базируется на использовании полимерных распорных анкеров (рис. 11.6 и 11.7) или путем приклеивания синтетическими клеями или пастами (рис. 11.8 и 11.9).

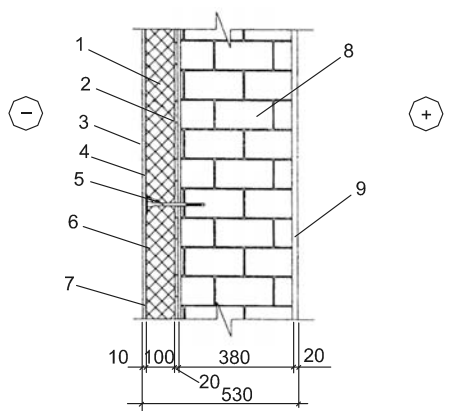
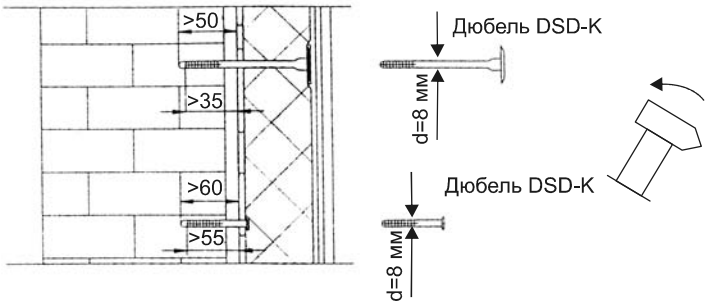
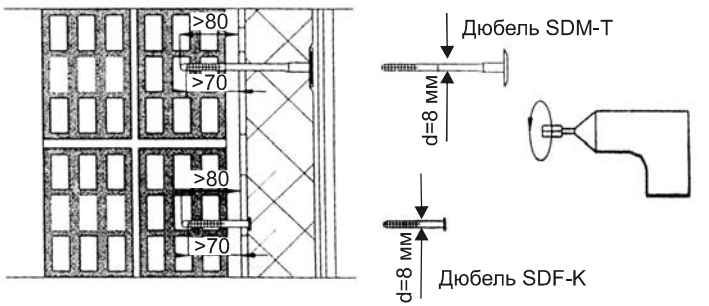


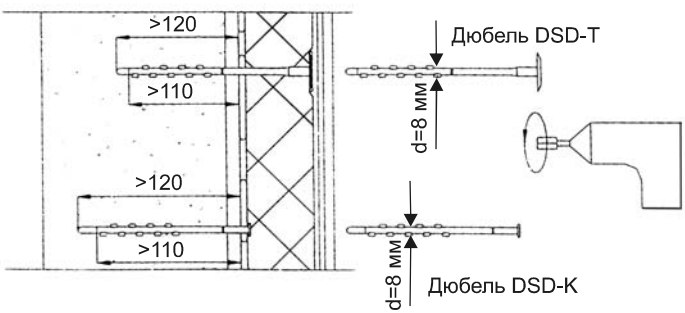
Рис. 11.6. Утепление стены кирпичной кладки с применением для системы плит PAROC FAS-4:
1 — PAROC FAS 4; *2* — клей; *3* — отделка; *4* — грунтовка; *5* — деталь крепления каменной ваты; *6* — выравнивающий слой армирования; *7* — сетка арматурная; *8* — кирпичная кладка; *9* — внутренняя штукатурка



а



б



в

Рис. 11.7. Крепление дюбелями плит FACADE BATTS и FACADE SLAB:
а **—** основание: полнотелый кирпич, бетон;
б **—** основание: щелевой кирпич, керамзитобетон;
в **—** основание: пено-, газобетон

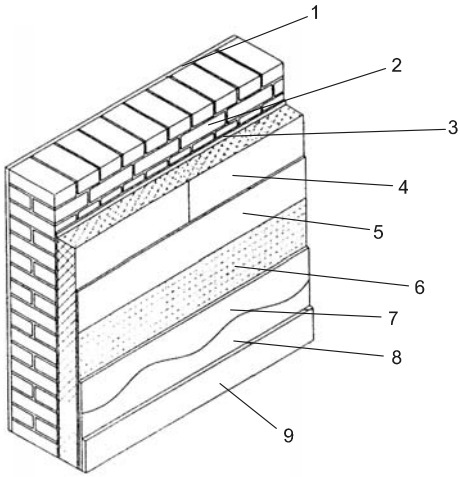


Рис. 11.8. Схема системы утепления Ceresit VWS:
1 — внутренняя штукатурка; *2* — наружная стена здания; *3* — раствор Ceresit CT 85 (ок. 6 кг/м^2); *4* — пенополистирольные плиты; *5* — раствор Ceresit CT 85 (ок. 3 кг/м^2); *6* — сетка из стекловолокна (ок. 1,1 кг/м^2); *7* — Ceresit CT 85 (ок. 2 кг/м^2); *8* — грунтовка Ceresit CT 16 (ок. 0,3 л/м^2); *9* — декоративная отделка Ceresit

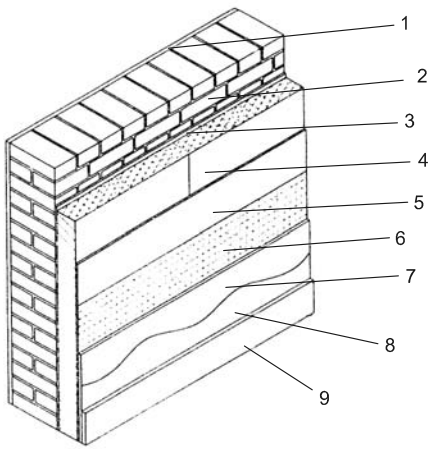


Рис. 11.9. Схема системы утепления Ceresit WM:
1 — внутренняя штукатурка; *2* — наружная стена здания; *3* — раствор Ceresit CT 190 (ок. 6 кг/м^2); *4* — плита из минераловатного утеплителя; *5* — раствор Ceresit CT 190 (ок. 3 кг/м^2); *6* — сетка из стекловолокна (ок. 1,1 кг/м^2); *7* — раствор Ceresit CT 190 (ок. 2 кг/м^2); *8* — грунтовка Ceresit CT 16 (ок. 0,3 л/м^2); *9* — декоративная отделка Ceresit

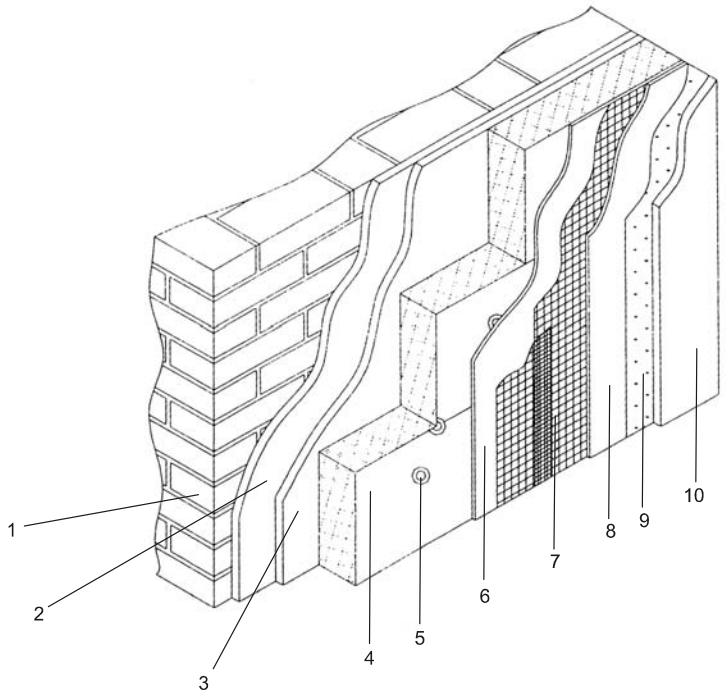


Рис. 11.10. Схема расположения слоев системы теплоизоляции:
1 — наружная стена; *2* — существующая штукатурка, если она есть; *3* — клеевой состав ROCKmortar; *4* — плита теплоизоляционная FACADE BATTS, FACADE SLAB или FACADE LAMELLA; *5* — дюбель фасадный; *6* — клеевой состав ROCKmortar; *7* — сетка из стекловолокна ROCKfiber нахлест полотен 10 см; *8* — клеевой состав ROCKmortar; *9* — праймерная грунтовка ROCKprimer; *10* — декоративная штукатурка ROCKdecor

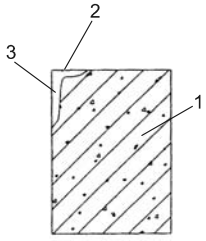


Рис. 11.11. Восстановление защитного слоя бетона колонны:
1 — существующая колонна; *2* — раствор на основе материала "Гидротекс"; *3* — обработанная поверхность скола

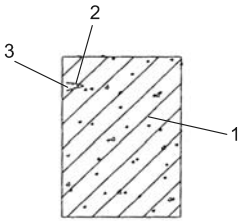


Рис. 11.12. Заделка поверхности трещины в бетоне колонны:
1 — существующая колонна;
2 — расчищенная трещина;
3 — раствор на основе материала "Гидротекс"

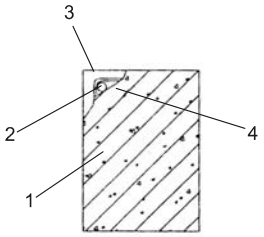


Рис. 11.13. Восстановление защитного слоя бетона колонны и заделка трещин с оголением арматуры:
1 — существующая колонна;
2 — существующая арматура; *3* — раствор на основе материала "Гидротекс";
4 — обработанная поверхность скола

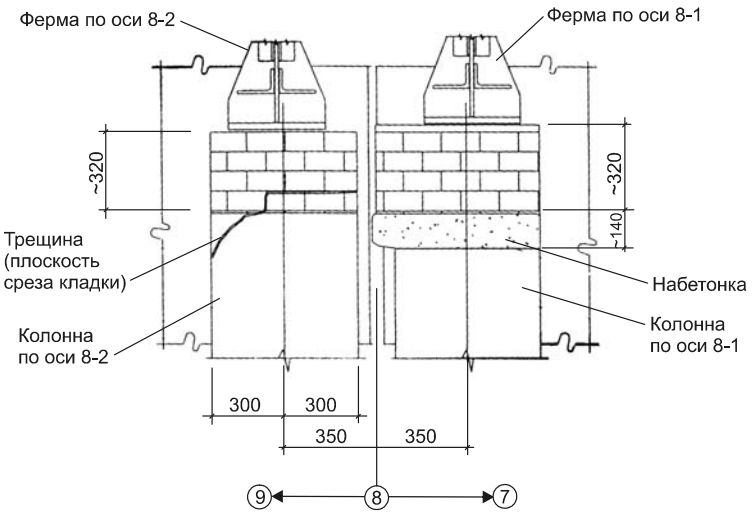


Рис. 11.14. Усиление кирпичной кладки под опорами ферм на колоннах

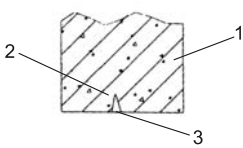


Рис. 11.15. Заделка поверхностной трещины в бетоне балки:
1 — существующая балка; *2* — расчищенная трещина;
3 — раствор на основе материала "Гидротекс"

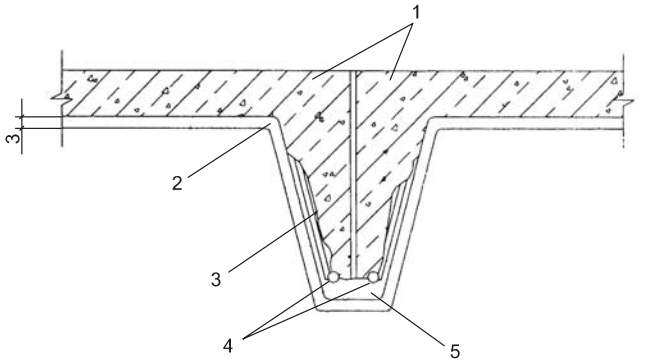


Рис. 11.16. Восстановление защитного слоя бетона в ребре плиты покрытия с оголенной арматурой:
1 — существующая плита; *2* — защитный слой "Гидротекс" толщиной 3 мм; *3* — обработанная поверхность плиты; *4* — существующая арматура; *5* — раствор на основе материала "Гидротекс"

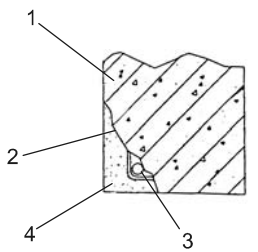


Рис. 11.17. Восстановление защитного слоя бетона балки и заделка трещин с оголением арматуры:
1 — существующая балка; *2* — обработанная поверхность скола; *3* — существующая арматура; *4* — раствор на основе материала "Гидротекс"

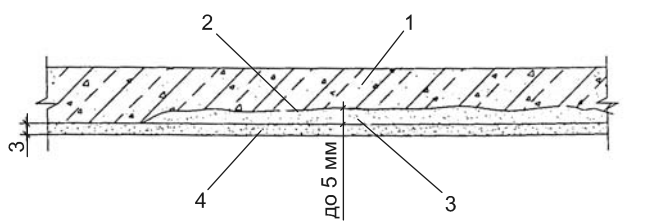


Рис. 11.18. Восстановление защитного слоя бетона в полке плиты покрытия или перекрытия:
1 — существующая плита; *2* — обработанная поверхность плиты; *3* — раствор на основе материала "Гидротекс"; *4* — защитный слой "Гидротекс" толщиной 3 мм (только для плиты покрытия)

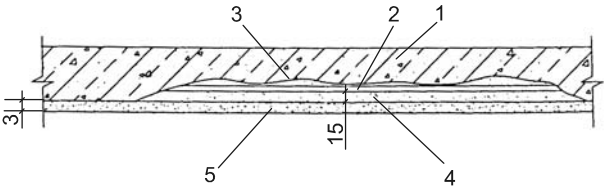


Рис. 11.19. Восстановление защитного слоя бетона в полке плиты покрытия или перекрытия с оголенной арматурой:
1 — существующая плита; *2* — существующая арматура; *3* — обработанная поверхность плиты; *4* — раствор на основе материала "Гидротекс"; *5* — защитный слой "Гидротекс" толщиной 3 мм (только для плиты покрытия)

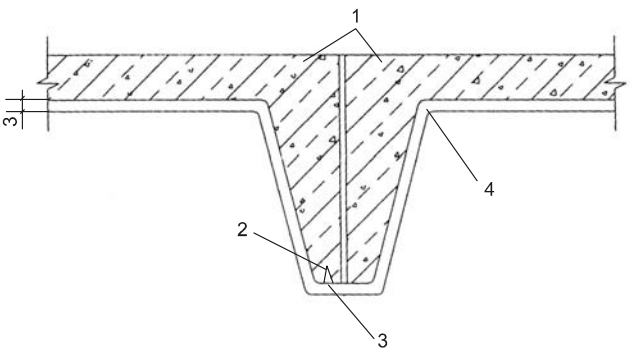


Рис. 11.20. Заделка трещины в ребре плиты покрытия:
1 — существующая плита; *2* — расчищенная трещина; *3* — раствор на основе материала "Гидротекс"; *4* — защитный слой "Гидротекс" толщиной 3 мм

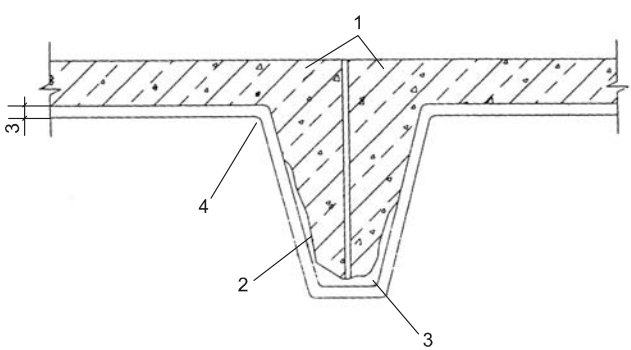


Рис. 11.21. Восстановление защитного слоя бетона в ребре плиты покрытия:
1 — существующая плита; *2* — обработанная поверхность плиты;
3 — раствор на основе материала "Гидротекс";
4 — защитный слой "Гидротекс" толщиной 3 мм

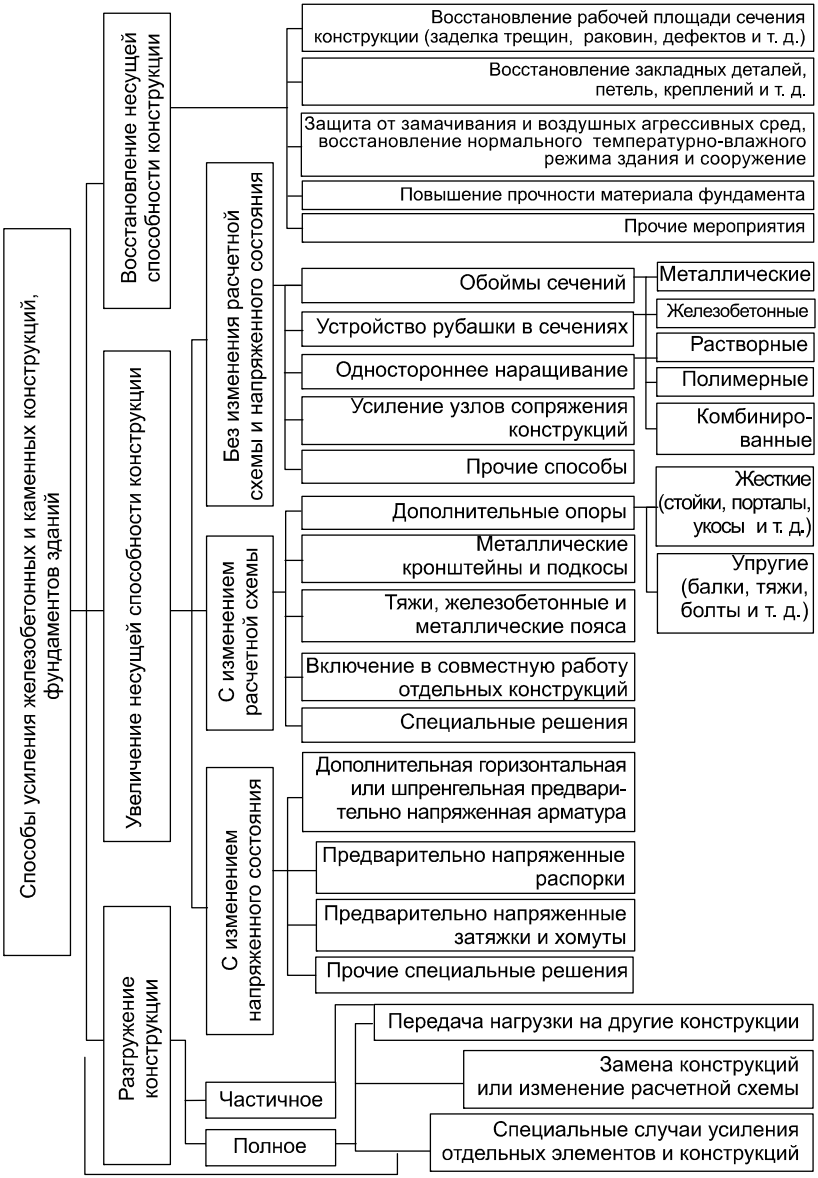


Рис. 11.22. Способы усиления строительных конструкций

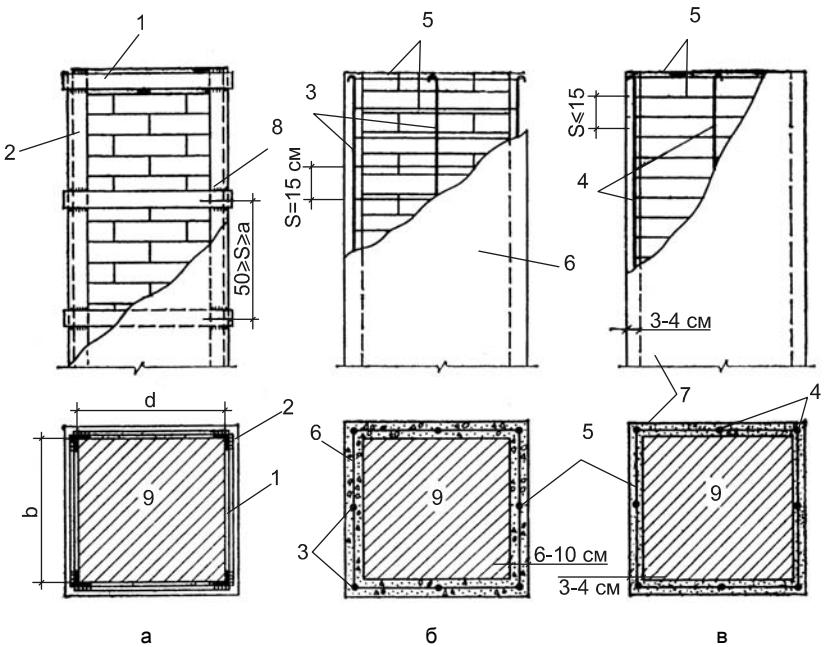


Рис. 11.23. Схема усиления поврежденных простенков и столбов обоймами:
а — стальной; ***б*** — железобетонной; ***в*** — армированной растворной;
1 — $f_{(x)}$ планки 35×5—60×12 мм; *2* — уголки; *3* — стержни диаметром 5—12 мм;
4 — стержни диаметром 6—12 мм; *5* — хомуты диаметром 4—10 мм;
6 — бетон марки М 150—200; *7* — раствор марки 75—100; *8* — сварка; *9* — кладка

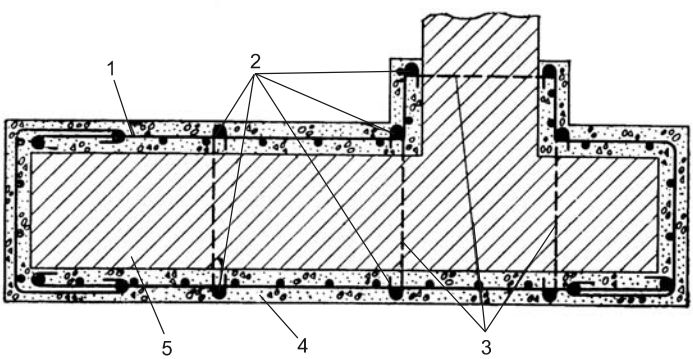


Рис. 11.24. Схема усиления стен железобетонной обоймой:
1 — металлическая сетка; *2* — дополнительные стержни; *3* — хомуты;
4 — бетон обоймы; *5* — кладка стены

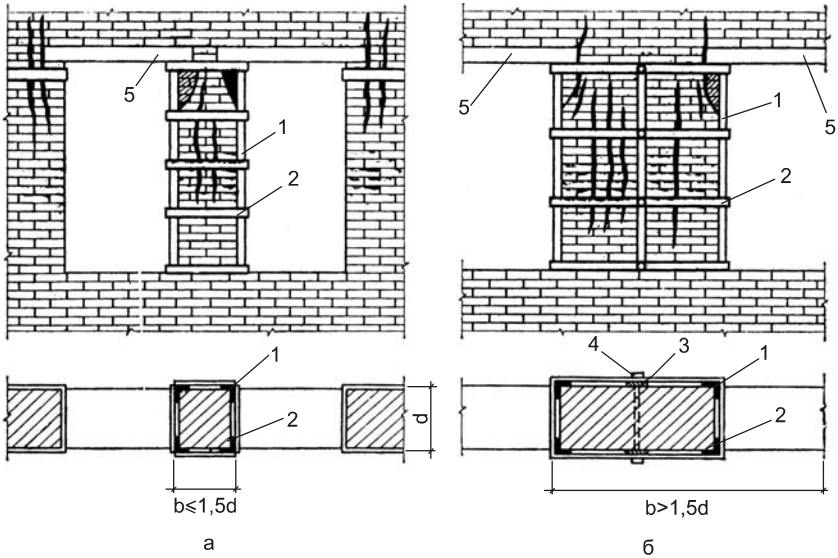


Рис. 11.25. Усиление простенков стальными обоймами:
а — при ширине простенков b ≤ 1,5d; ***б*** — то же при b > 1,5d;
1 — уголок; *2* — планка; *3* — полоса; *4* — болт; *5* — перемычка

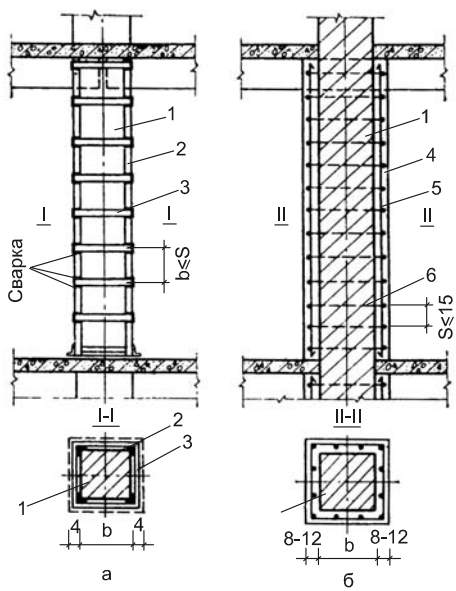


Рис. 11.26. Усиление столбов стальными и железобетонными обоймами:
а — металлической;
б — железобетонной;
1 — кирпичный столб;
2 — стальные уголки; *3* — планка;
4 — бетон; *5* — продольная арматура диаметром 6—12 мм;
6 — хомуты диаметром 4—10 мм

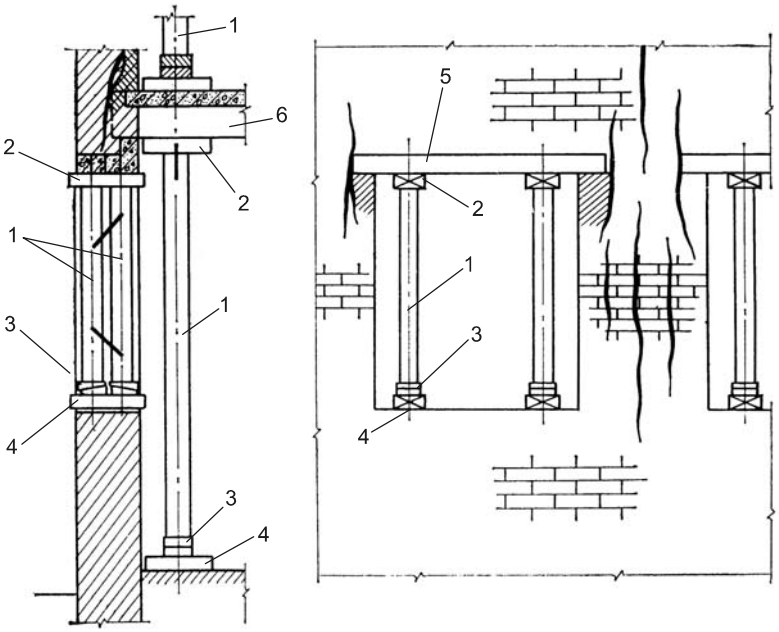


Рис. 11.27. Укрепление и разгрузка от массы перекрытий поврежденных простенков стойками:
1 — стойка; *2* — подкладка; *3* — клинья; *4* — лежень; *5* — перемычка; *6* — балка

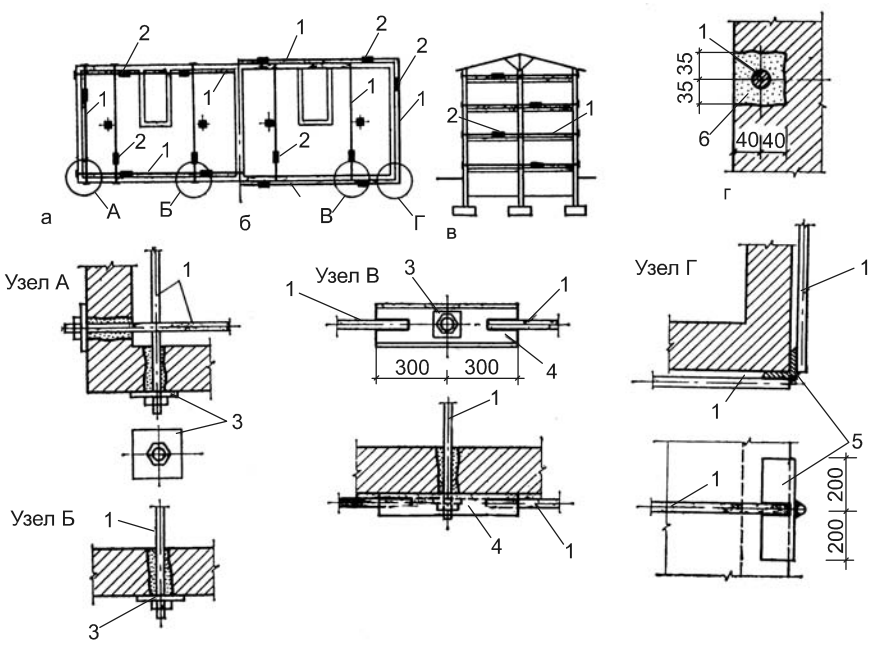


Рис. 11.28. Крепление стен металлическими тяжами в уровне перекрытий:
а — внутри здания; ***б*** — снаружи здания; ***в*** — разрез;
г — вариант укладки тяжей в штрабу;
1 — тяж; *2* — муфта натяжения; *3* — металлическая подкладка;
4 — швеллер № 16—20; *5* — уголок; *6* — цементный раствор марки 100

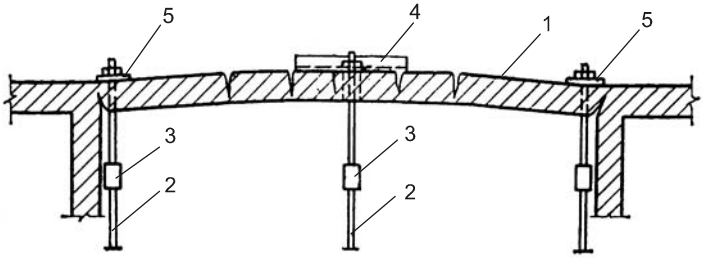


Рис. 11.29. Крепление выпучившейся стены металлическими тяжами:
1 — стена; *2* — тяж; *3* — натяжная муфта; *4* — траверса из швеллера № 14—16;
5 — подкладка

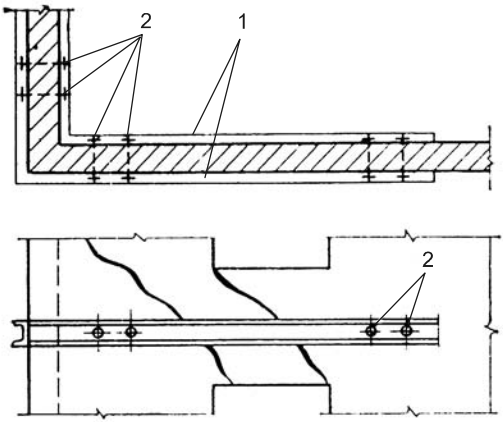


Рис. 11.30. Усиление угла металлическими балками:
1 — металлические балки из швеллера № 16—20; *2* — стяжные болты диаметром 16—20 мм

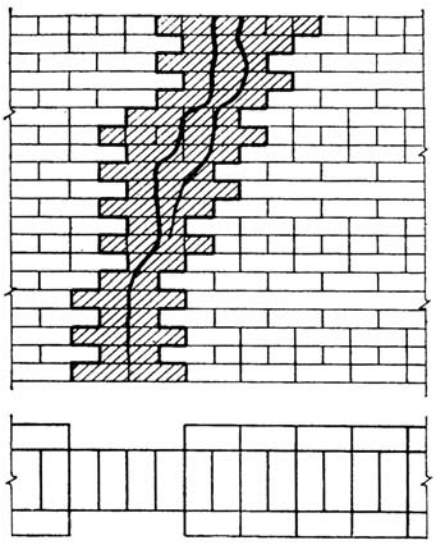


Рис. 11.31. Заделка трещин с разборкой старой кладки

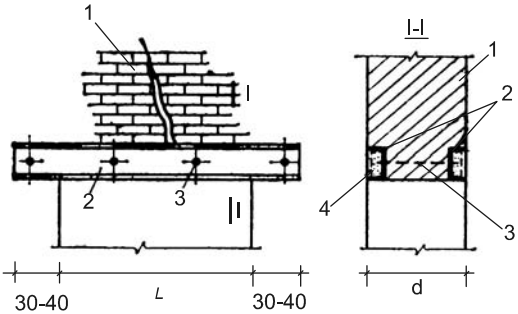


Рис. 11.32. Усиление рядовых и клинчатых перемычек:
1 — кладка; *2* — швеллер; *3* — болт; *4* — штукатурка на сетке

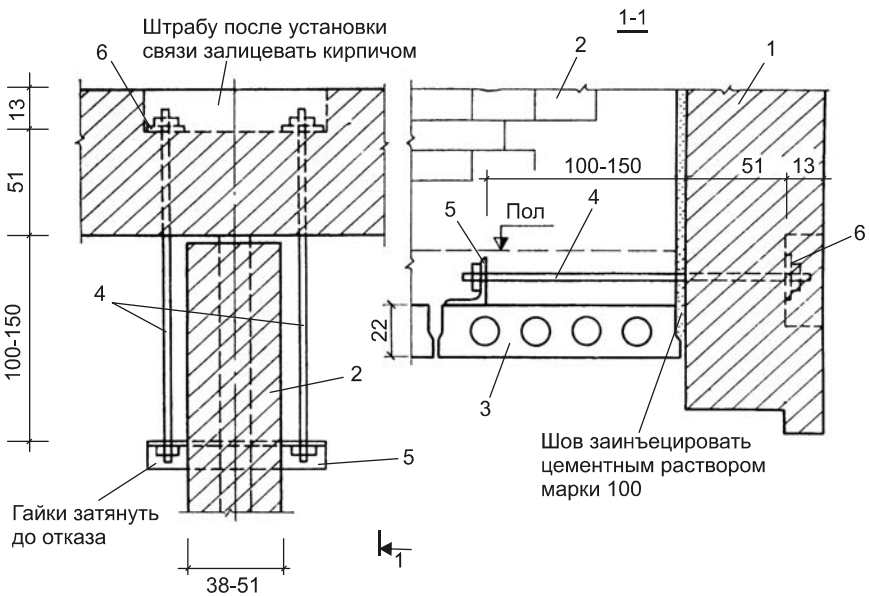


Рис. 11.33. Крепление наружных стен к поперечным стальными связями:
1 — продольная стена; *2* — поперечная стена; *3* — перекрытия; *4* — стальной тяж диаметром 20—24 мм; *5* — уголок 75×75 мм; *6* — шайба 75×75×8 мм

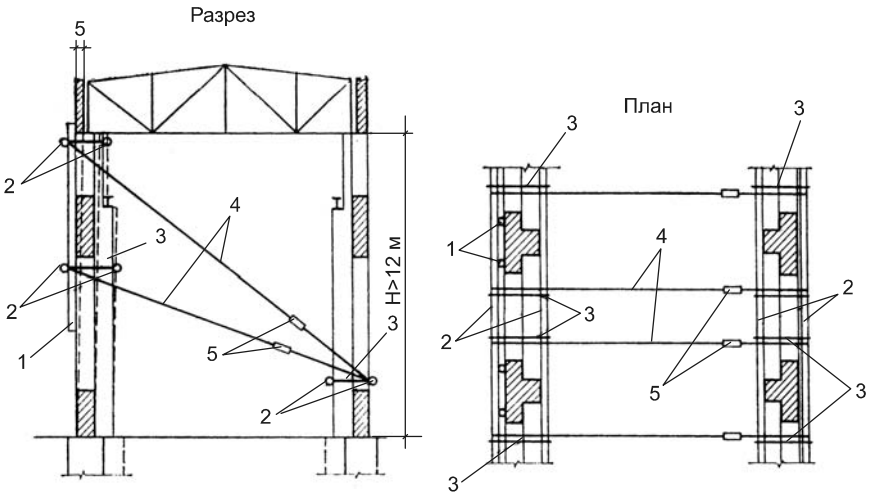


Рис. 11.34. Крепление отклонившейся или выпучившейся стены стальными стяжками (расчалками):
1 — стойка диаметром 16—18 см; *2* — поперечина диаметром 16—18 см; *3* — проволочные скрутки диаметром 5—6 мм; *4* — расчалка диаметром 16 мм; *5* — натяжные муфты

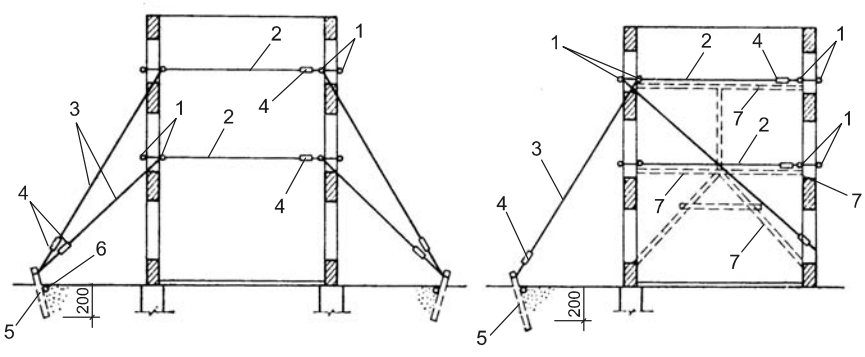


Рис. 11.35. Крепление стен растяжками:
а — крепление с двух сторон;
б — крепление с одной стороны с установкой распорок (пунктир);
1 — поперечины диаметром 16—18 см; *2* — стяжки диаметром 16 мм; *3* — расчалки диаметром 16 мм; *4* — стяжные муфты;
5 — столб диаметром 20—25 см; *6* — упор диаметром 20—22 см; *7* — распорки

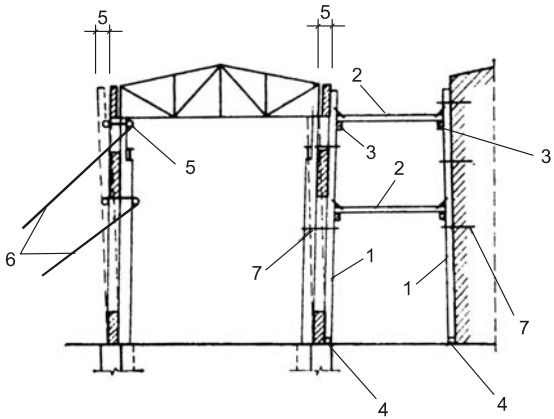


Рис. 11.36. Крепление наклонившейся стены к стенам устойчивых зданий или сооружений с помощью распорок:
1 — стойка диаметром 16—18 см; *2* — распорка диаметром 18—20 см; *3* — расшивка; *4* — лежень; *5* — поперечина диаметром *16*—18 см; *6* — расчалка диаметром 16 мм; *7* — крепление стоек скрутками

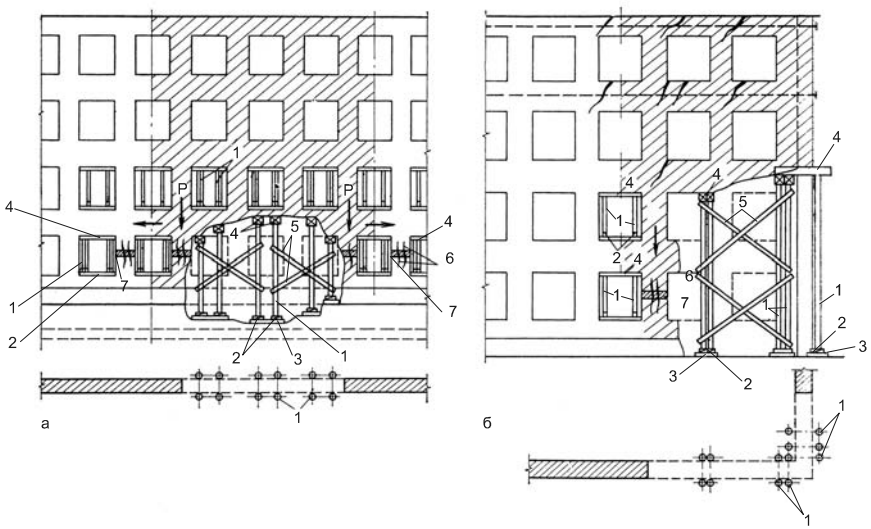


Рис. 11.37. Временные крепления стен:
а — обрушение в средней части здания;
б — обрушение в угловой части здания;
1 — стойка; *2* — клинья; *3* — лежень; *4* — подкладка; *5* — раскосы; *6* — трещины; *7* — маяки

12. Энергосбережение и контроль эксплуатационных качеств сооружения

12.1. Энергосбережение и теплозащита зданий

Материал для теплоизоляции — экструдированный пенополистирол ПЕНОПЛЭКС имеет широкую область применения:

- ❒ теплоизоляции в строительстве;
- ❒ защита от морозного пучения железных и автомобильных дорог;
- ❒ производство холодильных камер, рефрижераторов, кунгов и других изотермических конструкций;
- ❒ производство сэндвич-панелей.

Таблица 12.1. Характеристики теплоизоляционного материала ПЕНОПЛЭКС

Физико-механические свойства	Единицы измерения	Тип 35	СТАНДАРТ	ПЕНОПЛЭКС 45
Плотность	кг/м^3	33,0—38,0	28,0—38,0	38,1—45,0
Прочность на сжатие при 10%-й линейной деформации, не менее	МПа (кгс/см^2)	0,25 (2,5)	0,25 (2,5)	0,50 (5)
Предел прочности при статическом изгибе	МПа	0,4—0,7	0,4—0,7	0,4—0,7
Водопоглощение за 24 ч (30 суток), не более	% по объему	0,2 (0,4)	0,4	0,2 (0,4)
Категория стойкости к огню	Группа	Г1	Г4	Г4
Коэффициент теплопроводности при (25+5)°С	Вт/м·°С	0,028	0,030	0,030
λ при условиях эксплуатации "А"	Вт/м·°С	0,029	0,031	0,031

Таблица 12.1 *(окончание)*

Физико-механические свойства		Единицы измерения	Тип 35	СТАНДАРТ	ПЕНОПЛЭКС 45
λ при условиях эксплуатации "Б"		Вт/м·°С	0,030	0,032	0,032
Коэффициент паропроницаемости		мг/м·ч·Па	0,018	0,015	0,015
Стандартные размеры	длина	мм	1200		2400
	толщина		20, 30, 40, 50, 60, 80, 100		40, 50, 60, 80, 100
Долговечность		лет	Более 50		

Таблица 12.2. Технические характеристики экструдированного материала URSA FOAM

	Технические характеристики	Единицы измерения	Норматив	Марка URSA FOAM N-III
Физико-механические свойства	Плотность	кг/м^3	ГОСТ 15588-86	35
	Теплопроводность при 25 °С λ_{25}	Вт/(м·К)	ГОСТ 7076-99	0,031
	Теплопроводность $\lambda_А$	Вт/(м·К)	ГОСТ 7076-99	0,031
	Теплопроводность $\lambda_Б$	т/(м·К)	ГОСТ 7076-99	0,032
	Прочность на сжатие при 10%-й деформации	МПа	ГОСТ 15588-86	0,32
	Предел прочности при изгибе	МПа	ГОСТ 15588-86	0,54
	Модуль упругости	МПа	—	12
	Водопоглощение за 24 ч	% по объему	ГОСТ 15588-86	0,3
	Паропроницаемость μ	мг/м·ч·Па	ГОСТ 25898-83	0,015
	Капиллярное увлажнение	—	—	0
	Коэффициент линейного теплового расширения	К$^{-1}$	—	7·10^{-5}
	Группа горючести	—	ГОСТ 30244-94	Г1
	Температура применения	°С	—	от –50 до 75

Таблица 12.3. Сравнительные характеристики основных видов фибробетонов

Физико-механические свойства	Единицы измерения	Сталефибробетон	Стеклофибробетон	Базальтофибробетон
Прочность на осевое сжатие	МПа	20—45	20—41	23,5—50
Прочность на растяжение при изгибе	МПа	6—12,5	6—14	6—14
Истираемость	г/см^2	0,15—0,20	0,10—0,20	0,10—0,15
Водонепроницаемость	МПа	0,4—0,6	0,6—0,8	0,6—0,8
Морозостойкость	кол-во циклов	200—300	200—300	200—300
Долговечность	лет	100	100	100

Таблица 12.4. Связь теплоизоляции, накопления тепла и время охлаждения

Материал	Толщина S, m	Теплопроводность λ, Вт/м·К	Плотность ρ, кг/м^3	Удельная теплоемкость $c_{уд}$, К	Количество накопленного тепла Q, Дж/м^2·К	Время охлаждения, t, ч
Кровельные плиты	0,20	0,16	500	1000	100000	34
Плиты перекрытий	0,225	0,21	700	1000	157000	48
Стеновые панели	0,25	0,16	500	1000	125500	54
Бетон $\geq$ В15	0,30	2,03	2400	1000	720000	30
Изоляционный материал	0,30	0,04	20	1500	9000	18

Таблица 12.5. Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций зданий (СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий")

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сутки, D_d	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, м·°С/Вт				
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей	Фонарей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	0,35	0,25
	4000	2,8	4,2	3,7	0,4	0,3
	6000	3,5	5,2	4,6	0,45	0,35
	8000	4,2	6,2	5,5	0,5	0,4
	10000	4,9	7,2	6,4	0,55	0,45
	12000	5,6	8,2	7,3	0,6	0,5
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным режимом	2000	1,6	2,4	2,0	0,33	0,23
	4000	2,4	3,2	2,7	0,38	0,28
	6000	3,0	4,0	3,4	0,43	0,33
	8000	3,6	4,8	4,1	0,48	0,38
	10000	4,2	5,6	4,8	0,53	0,43
	12000	4,8	6,4	5,5	0,58	0,48
Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,21	0,19
	4000	1,8	2,5	1,8	0,24	0,22
	6000	2,2	3,0	2,2	0,27	0,25
	8000	2,6	3,5	2,6	0,30	0,28
	10000	3,0	4,0	3,0	0,33	0,31
	12000	3,4	4,5	3,4	0,36	0,34

Примечание. Грудусо-сутки отопительного периода D_d, °С·сут, определяются по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht})\, z_{ht},$$

где t_{int} — расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С;

t_{ht}, z_{ht} — средняя температура наружного воздуха (°С) и продолжительность отопительного периода (сут).

Таблица 12.6. Теплотехнические показатели некоторых строительных материалов и конструкций (СНиП II-3-79*, ч. II, гл. 3)

Материал	Расчетный коэффициент теплопроводности λ, Вт/м·°С
Бетоны	
Железобетон	2,04
Бетон на гравии или щебне из природного камня	1,86
Бетонная пустотная плита	0,34
Туфобетон	0,81
Пемзобетон	0,54
Керамзитобетон и керамзитопенобетон	0,65
Шлакобетон	0,63
Бетон на зольном гравии	0,58
Газо- и пенобетон	0,47
Растворы	
Цементно-песчаный	0,93
Известково-песчаный	0,81
Плиты из гипса	0,47
Листы гипсовые (сухая штукатурка)	0,21
Кирпичная кладка	
Кирпич глиняный на цементно-песчаном растворе	0,81
Кирпич силикатный на цементно-песчаном растворе	0,87
Шлаковый на цементно-песчаном растворе	0,70
Керамический пустотный на цементно-песчаном растворе	0,58
Силикатный пустотный на цементно-песчаном растворе	0,81
Облицовка природным камнем	
Гранит и базальт	3,49
Мрамор	2,91
Известняк	1,05
Туф	0,64

Таблица 12.6 *(окончание)*

Материал	Расчетный коэффициент теплопроводности λ, Вт/м·°С
Дерево и изделия из него	
Сосна и ель поперек волокон	0,18
Сосна и ель вдоль волокон	0,35
Дуб поперек волокон	0,23
Дуб вдоль волокон	0,41
Фанера клееная	0,18
Картон облицовочный	0,23
Картон строительный многослойный	0,18
Плиты ДВП и ДСП	0,23
Пакля	0,07
Плиты пробковые	0,031
Теплоизоляционные материалы	
Маты минераловатные	0,07
Плиты минераловатные	0,09
Пенополистирол	0,06
Пенопласт	0,064
Пенополиуретан	0,05
Плиты вермикулитовые	0,11
Засыпки	
Гравий керамзитовый	0,20
Щебень из доменного шлака	0,21
Песок для строительных работ	0,58
Материалы кровельные и гидроизоляционные	
Листы асбестоцементные	0,52
Асфальтобетон	1,05
Рубероид	0,17
Линолеум	0,35
Стекло	
Стекло оконное	0,76

Таблица 12.7. Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий (СП 23-101-2004, извлечения)

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)						
	плотность ρ_0, кг/м³	удельная теплоемкость c_0, Дж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_0, Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале ϖ, %		теплопроводности λ, Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, Вт/(м·°С)		паропроницаемости μ, мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
Теплоизоляционные материалы										
Полимерные										
Пенополистирол	150	1,34	0,05	1	5	0,052	0,06	0,89	0,99	0,05
Пенополистирол (ГОСТ 15588)	40	1,34	0,037	2	10	0,041	0,05	0,41	0,49	0,05
Пенополистирол ОАО "СП Радослав"	18	1,34	0,042	2	10	0,042	0,043	0,28	0,32	0,02
Экструдированный пенополистирол Стиродур 2500С	25	1,34	0,029	2	10	0,031	0,031	0,28	0,31	0,13
То же 5000С	45	1,34	0,030	2	10	0,031	0,031	0,38	0,42	0,005
Пенополистирол Стиропор PS15	15	1.34	0.039	2	10	0,040	0,044	0,25	0,29	0,035
Экструдированный пенополистирол "Стайрофоам"	28	1,45	0,029	2	10	0,030	0,031	0,31	0,34	0,006
Пенопласт ПХВ-1 и ПВ1	125	1,26	0,052	2	10	0,06	0,064	0,86	0,99	0,23
Пенополиуретан	80	1,47	0,041	2	5	0,05	0,05	0,67	0,7	0,05
Перлитопластобетон	200	1,05	0,041	2	3	0,052	0,06	0,93	1,01	0,008
Экструзионный пенополистирол "ПЕОПЛЕКС", тип 35	35	1,65	0,028	2	3	0,029	0,030	0,36	0,37	0,018

Таблица 12.7 *(продолжение)*

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)						
	плотность ρ_0, кг/м³	удельная теплоемкость c_0, Дж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_0, Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале ϖ, %		теплопроводности λ, Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, Вт/(м·°С)		паропроницаемости μ, мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
Минераловатные, стекловолокнистые, пеностекло, газостекло										
Маты минераловатные прошивные	125	0,84	0,044	2	5	0,064	0,07	0,73	0,82	0,30
Маты минераловатные на статическом связующем	225	0,84	0,054	2	5	0,072	0,082	1,04	1,19	0,49
Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные	250	0,84	0,058	2	5	0,082	0,085	1,17	1,28	0,41
Плиты минераловатные ЗАО "Минеральная вата"	180	0,84	0,038	2	5	0,045	0,048	0,74	0,81	0,3
Плиты минераловатные повышенной жесткости на органофосфатном связующем	200	0,84	0,064	1	2	0,07	0,076	0,94	1,01	0,45
Плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем	200	0,84	0,07	2	5	0,076	0,08	1,01	1,11	0,38
Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем	45	0,84	0,047	2	5	0,06	0,064	0,44	0,5	0,6

Таблица 12.7 *(продолжение)*

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)						
	плотность ρ_0, кг/м³	удельная теплоемкость c_0, Дж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_0, Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале ϖ, %		теплопроводности λ, Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, Вт/(м·°С)		паропроницаемости μ, мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
Маты и полосы из стеклянного волокна прошивные	150	0,84	0,061	2	5	0,064	0,07	0,8	0,9	0,53
Маты из стеклянного штапельного волокна "URSA"	25	0,84	0,04	2	5	0,043	0,05	0,27	0,31	0,61
Плиты из стеклянного штапельного волокна "URSA"	85	0,84	0,044	2	5	0,046	0,05	0,51	0,57	0,5
Пеностекло или газостекло	400	0,84	0,11	1	2	0,12	0,14	1,76	1,94	0,02
Плиты из природных органических и неорганических материалов										
Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные	1000	2,3	0,15	10	12	0,23	0,29	6,75	7,7	0,12
Плиты фибролитовые и арболит на портландцементе	500	2,3	0,095	10	15	0,15	0,19	3,86	4,50	0,11
Плиты камышитовые	300	2,3	0,07	10	15	0,09	0,14	2,31	2,99	0,45
Плиты торфяные теплоизоляционные	300	2,3	0,064	15	20	0,07	0,08	2,12	2,34	0,19
Пакля	150	2,3	0,05	7	12	0,06	0,07	1,3	1,47	0,49
Плиты из гипса	1350	0,84	0,35	4	6	0,50	0,56	7,04	7,76	0,098
Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	1050	0,84	0,15	4	6	0,34	0,36	5,12	5,48	0,075

Таблица 12.7 *(продолжение)*

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)						
	плотность ρ_0, кг/м³	удельная теплоемкость c_0, Дж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_0, Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале ϖ, %		теплопроводности λ, Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, Вт/(м·°С)		паропроницаемости μ, мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
Изделия из вспученного перлита на битумном связующем	300	1,68	0,087	1	2	0,09	0,099	1,84	1,95	0,04
Засыпки										
Гравий керамзитовый	600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,19	2,62	2,83	0,23
Гравий шунгизитовый	700	0,84	0,16	2	4	0,18	0,21	2,91	3,29	0,21
Щебень из доменного шлака	1000	0,84	0,21	2	3	0,24	0,31	4,02	4,67	0,21
Щебень шлакопемзовый и аглопоритовый	900	0,84	0,19	2	3	0,23	0,3	3,73	4,36	0,21
Щебень и песок из перилита вспученного	500	0,84	0,09	1	2	0,1	0,11	1,79	1,92	0,26
Вермикулит вспученный	200	0,84	0,065	1	3	0,08	0,095	1,01	1,16	0,23
Песок для строительных работ	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17
Строительные растворы										
Цементно-шлаковый	1400	0,84	0,41	2	4	0,52	0,64	7,0	8,11	0,11
Цементно-перлитовый	1000	0,84	0,21	7	12	0,26	0,3	4,64	5,42	0,15

Таблица 12.7 *(продолжение)*

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)						
	плотность ρ_0, кг/м^3	удельная теплоемкость c_0, Дж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_0, Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале ϖ, %		теплопроводности λ, Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, Вт/(м·°С)		паропроницаемости μ, мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
Гипсоперлитовый	600	0,84	0,14	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,17
Поризованный гипсоперлитовый	500	0384	0,12	6	10	0,15	0,19	2,44	2,95	0,43
Конструкционно-теплоизоляционные материалы										
Бетоны на природных пористых заполнителях										
Туфобетон	1800	0,84	0,64	7	10	0,87	0,99	11,38	12,79	0,09
Пемзобетон	1600	0,84	0,52	4	6	0,62	0,68	8,54	9,3	0,075
Бетон на вулканическом шлаке	1600	0,84	0,52	7	10	0,64	0,7	9,2	10,14	0,075
Бетоны на искусственных пористых заполнителях										
Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1800	0,84	0,66	5	10	0,80	0,92	10,5	12,33	0,09
Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,84	0,41	4	8	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
Керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0,84	0,28	9	13	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
Шунгизитобетон	1400	0,84	0,49	4	7	0,56	0,64	7,59	8,6	0,098
Перлитобетон	1200	0,84	0,29	10	15	0,44	0,5	6,96	8,01	0,15
Шлакопемзобетон (термозитобетон)	1800	0,84	0,52	5	8	0,63	0,76	9,32	10,83	0,075
Аглопоритобетон	1800	0,84	0,7	5	8	0,85	0,93	10,82	11,98	0,075

Таблица 12.7 *(продолжение)*

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)						
	плотность ρ_0, кг/м³	удельная теплоемкость c_0, Дж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_0, Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале ϖ, %		теплопроводности λ, Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, Вт/(м·°С)		паропроницаемости μ, мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
Бетон на зольном гравии	1400	0,84	0,47	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09
Вермикулитобетон	800	0,84	0,21	8	13	0,23	0,26	3,97	4,58	—
Бетоны ячеистые										
Полистиролбетон	600	1,06	0,145	4	8	0,175	0,20	3,07	3,49	0,068
То же	150	1,06	0,055	4	8	0,057	0,06	0,87	0,96	0,135
Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	1000	0,84	0,29	10	15	0,41	0,47	6,13	7,09	0,11
Газо- и пенозолотобетон	1200	0,84	0,29	15	22	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
Кирпичная кладка из сплошного кирпича										
Глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,56	1	2	0,7	0,81	9,2	10,12	0,11
Силикатного на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,7	2	4	0,76	0,87	9,77	10,9	0,11
Керамического пустотного плотностью 1400 кг/м³ на цементно-песчаном растворе	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м³	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16

Таблица 12.7 *(продолжение)*

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)						
	плотность ρ_0, кг/м^3	удельная теплоемкость c_0, Дж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_0, Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале ϖ, %		теплопроводности λ, Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, Вт/(м·°С)		паропроницаемости μ, мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м^3	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
Силикатного одиннадцатипустотного	1500	0,88	0,64	2	4	0,7	0,81	8,59	9,63	0,13
Дерево и изделия из него										
Сосна и ель поперек волокон	500	2,3	0,09	15	20	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
Сосна и ель вдоль волокон	500	2,3	0,18	15	20	0,29	0,35	5,56	6,33	0,32
Дуб поперек волокон	700	2,3	0,1	10	15	0,18	0,23	5,0	5,86	0,05
Дуб вдоль волокон	700	2,3	0,23	10	15	0,35	0,41	6,9	7,83	0,3
Фанера клееная	600	2,3	0,12	10	13	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
Картон облицовочный	1000	2,3	0,18	5	10	0,21	0,23	6,2	6,75	0,06
Картон строительный многослойный	650	2,3	0,13	6	12	0,15	0,18	4,26	4,89	0,083
Конструкционные материалы										
Бетоны										
Железобетон	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,98	18,95	0,03
Бетон на гравии или щебне из природного камня	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03

Таблица 12.7 *(продолжение)*

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)						
	плотность ρ_0, кг/м³	удельная теплоемкость c_0, Дж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_0, Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале ϖ, %		теплопроводности λ, Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, Вт/(м·°С)		паропроницаемости μ, мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
Раствор цементно-песчаный	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,6	11,09	0,09
Раствор сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,7	0,87	8,95	10,42	0,098
Раствор известково-песчаный	1600	0,84	0,47	2	4	0,7	0,81	8,69	9,76	0,12
Облицовка природным камнем										
Гранит, гнейс и базальт	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
Мрамор	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008
Известняк	2000	0,88	0,93	2	3	1,16	1,28	12,77	13,7	0,06
Туф	2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
Материалы кровельные, гидроизоляционные и рулонные покрытия для полов										
Листы асбестоцементные плоские	1800	0,84	0,35	2	3	0,47	0,52	7,55	8,12	0,03
Битумы нефтяные строительные и кровельные	1400	1,68	0,27	0	0	0,27	0,27	6,8	6,8	0,008
Асфальтобетон	2100	1,68	1,05	0	0	1,05	1,05	16,43	16,43	0,008
Рубероид, пергамин, толь	600	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	3,53	3,53	—
Линолеум поливинилхлоридный	1800	1,47	0,38	0	0	0,38	0,38	8,56	8,56	0,002
Линолеум на тканевой основе	1800	1,47	0,35	0	0	0,35	0,35	8,22	8,22	0,002

Таблица 12.7 *(окончание)*

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)						
	плотность ρ_0, кг/м³	удельная теплоемкость c_0, Дж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_0, Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале ϖ, %		теплопроводности λ, Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, Вт/(м·°С)		паропроницаемости μ, мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
Металлы и стекло										
Сталь стержневая арматурная	7850	0,482	58	0	0	58	58	126,5	126,5	0
Алюминий	2600	0,84	221	0	0	221	221	187,6	187,6	0
Медь	8500	0,42	407	0	0	407	407	326	326	0
Стекло оконное	2500	0,84	0,76	0	0	0,76	0,76	10,79	10,79	0

Таблица 12.8. Нормативные и расчетные сопротивления полистиролбетона

Вид сопротивления	Нормативные сопротивления полистеролбетона и расчетные сопротивления полистиролбетона, МПа, для предельных состояний второй группы при классе бетона по прочности на сжатие						
	М5	В0,5	В0,75	В0,1	В1,5	В2,0	В2,5
Сжатие осевое (призменная прочность) Rbh и Rb,ser	0,35	0,5	0,75	1,0	1,5	1,8	2,1
Растяжение осевое Rbtn и Rbt,ser	0,12	0,15	0,21	0,26	0,3	0,32	0,35
Растяжение при изгибе Rbtfn и Rbtf,ser	0,23	0,27	0,38	0,47	0,55	0,58	0,64

Таблица 12.8 *(окончание)*

Вид сопротивления	**Нормативные сопротивления полистеролбетона и расчетные сопротивления полистиролбетона, МПа, для предельных состояний второй группы при классе бетона по прочности на сжатие**						
	М5	**В0,5**	**В0,75**	**В0,1**	**В1,5**	**В2,0**	**В2,5**
Вид сопротивления	**Расчетные сопротивления полистеролбетона, МПа, для предельных состояний первой группы при классе бетона по прочности на сжатие**						
	М5	**В0,5**	**В0,75**	**В0,1**	**В1,5**	**В2,0**	**В2,5**
Сжатие осевое (призменная прочность) Rb	0,25	0,35	0,55	0,75	1,05	1,4	1,75
Растяжение осевое Rbt	0,07	0,09	0,12	0,15	0,18	0,20	0,23
Растяжение при изгибе Rbtfn и Rbtf,ser	0,14	0,16	0,22	0,28	0,32	0,35	0,40
Марка полистеролбетона по средней плотности	**Начальный модуль упругости полистеролбетона при сжатии и растяжении Еб 10^{-3}, МПа, при классе бетона по прочности на сжатие**						
	М5	**В0,5**	**В0,75**	**В0,1**	**В1,5**	**В2,0**	**В2,5**
D250	0,35	0,45	—	—	—	—	—
D300	0,40	0,50	0,60	—	—	—	—
D350	0,50	0,60	0,70	1,1	—	—	—
D400	—	0,70	0,80	1,2	1,3	—	—
D450				1,3	1,4	1,6	—
D500	—	—	—	—	1,45	1,7	1,9
D600	—	—	—	—	1,6	1,8	2,1

Таблица 12.9. Теплотехнические показатели полистеролбетона

Материал		Размеры, м	Плотность, кг/м³	Вес, кг/м²	Теплопроводность, Вт/м·К	Сопротивление теплопередаче, м²·К/Вт	Прочность на сжатие, тн/м²	Толщина, м
Вспененный полистирол в плитах	EPS-10	1×0,5	10—12		0,045		5	0,20
	EPS-Fassaden		15—18		0,040		10	0,10
	EPS-25		25		0,037		14	0,10
Экструдированный полистирол в плитах	20XPS	1,25×0,6	28		0,030		20	0,20
	X-FOAM		33—35		0,035		30	0,20
Вспененный полиуретан в плитах	Coredil BBL	1,2×0,6	30		0,030		10	0,20
	Coredil MUL		30		0,030		10	0,30
	Poliiso AD		35		0,025		12	0,20
Пенополиэтилен в матах	Polipav PE	1,2×250 1,2×175 1,25×125 1,25×100			0,035			
	Isella	1×15						
Мягкие маты их стекловолокна ISOVER	R13	1,2×13 1,2×7,5	13	0,65 1,30	0,40	1,25 2,5	12	0,10
	R13 AL	1,2×13 1,2×7,5	13	0,65	0,40		12	

Таблица 12.9 *(продолжение)*

Материал		Размеры, м	Плотность, кг/м³	Вес, кг/м²	Теплопроводность, Вт/м·К	Сопротивление теплопередаче, м²·К/Вт	Прочность на сжатие, тн/м²	Толщина, м
Минеральная вата из каменного волокна Heralan	DP-12	1,2×0,625	120		0,040		8	0,20
	DP-15		150		0,040		10	0,20
	LAM040	0,5×10 0,5×8 0,5×5	40	0,8 1,2 2,0	0,037	0,55 0,80 1,30	5	
Трехслойная полистирол древесная плита Heratekta C-3		2×0,6	40	7,5 7,5 8,0 8,5 9,0	0,037	0,38 0,63 1,00 1,63 2,25		0,10
Рулонная гидро- и теплоизоляция SCUDOTERM PSE/L20AE. Утеплитель — полистирол. Гидроизоляция — мембрана Diler W3		1×10 1×7,5 1×6 1×5 1×4 1×3 1×2	20	3,4 3,6 3,8 4,0 4,2 4,4 4,6	0,037	0,46 0,70 0,92 1,14 1,37 1,60 1,83	10	0,04—0,06

Таблица 12.9 *(окончание)*

Материал	Размеры, м	Плотность, кг/м³	Вес, кг/м²	Теплопроводность, Вт/м·К	Сопротивление теплопередаче, м²·К/Вт	Прочность на сжатие, тн/м²	Толщина, м
Рулонная гидро- и теплоизоляция SCUDOTERM LR/L100. Утеплитель — минеральная вата. Гидроизоляция — мембрана Diler W3	1×10	100	5,5	0,035	0,54	4	0,04—0,06
	1×7,5		6,0		0,64		
	1×6		7,0		0,83		
	1×5		8,0		1,04		
	1×4		9,0		1,25		
	1×3		10		1,45		
	1×2		11		1,66		
	1×2		12		1,86		
	1×2		13		2,06		0,010
Древесная конструкционная панель Heraklith	2×0,6		7,0—27,5	0,9	0,15—1,11	15—20	0,10

Таблица 12.10. Термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек (СНиП II-3-79*, ч. II, гл. 3)

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{в.п.}$, м²·°С/Вт			
	горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке тепла сверху вниз	
	Температура воздуха в прослойке			
	положительная	отрицательная	положительная	отрицательная
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2—0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Таблица 12.11. Приведенное сопротивление теплопередаче некоторых типов окон и балконных дверей

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче R_0, м²·°С/Вт
Одинарное остекление в деревянных переплетах	0,18
То же в металлических	0,15
Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	0,39
То же в раздельных	0,42
Двойное остекление в металлических раздельных переплетах	0,34
То же витрин	0,31
Тройное остекление в деревянных раздельно-спаренных переплетах	0,55
То же в металлических раздельных переплетах	0,46
Блоки стеклянные пустотелые	0,31
Двухслойные стеклопакеты в деревянных переплетах	0,36
То же в металлических	0,31

Таблица 12.12. Характеристика теплоизоляционных материалов на базальтовой основе марки RAL финской компании "Parоc" (Парок)

Показатель	Марка				
	RAL1	RAL2	RAL3	RAL4	RAL5
Плотность, кг/м^3	80	100	110	140	165
Предел прочности при сжатии, МПа	5	8	20	20	25
Коэффициент теплопроводности Вт/(м·К)	0,037				
Горючесть по испытаниям ВНИИ ПО	Негорючие		Трудногорючие		
Размеры плит, мм	600×1200 , толщина 30—180				

Таблица 12.13. Сравнительные данные теплоизоляционных материалов для наружных стен жилых зданий

Теплоизоляционный материал	Толщина слоя утеплителя, мм	Масса 1 м^2 слоя утеплителя, кг
Стекловолокнистые плиты URSA типа ПЛ	80	1,8—2
Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты марки 125 (ГОСТ 9573-82)	100	12,5
Напыляемый пенополиуретан	90	7,8
Плиты пенополистирольные марки ПСБ (ГОСТ 15588-86)	100	4
Пенопласт фенольно-резиновый ФРП-1 (ГОСТ 20916-87)	140	5,35
Плиты фибролитовые (ГОСТ 928-87)	320	128—130
Плиты из ячеистого бетона марки В, плотность 400 кг/м^3 (ГОСТ 5742-76)	300	133—135

Примечание. Среднее фактическое теплосопротивление наружных стен жилых зданий не превышает 1 м^2·°С/Вт, согласно требованию СНиП 11-3-9 (изменение № 3) — этот коэффициент должен быть не ниже 3—3,2 м^2·°С/Вт.

Таблица 12.14. Характеристики пенополистирола производства "Тиги — KNAUF"

Показатель	Требование ГОСТ	Фактическая величина
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,043	0,039
Предел прочности при изгибе, МПа	0,06	0,08
Влажность, %	12	1,5
Водопоглощение за 24 ч, %	До 3	1,2

Таблица 12.15. Физико-механические параметры стеклофибролитовых наружных стеновых перекрытий для устройства мансардного этажа фирмы "Фибробетон"

Показатель	Значение
Плотность, кг/м^3	2150—2200
Предел прочности при сжатии, МПа	40—80
То же на растяжение, МПа	18—35
То же при изгибе, МПа	18—35
Предел прочности на осевое растяжение, МПа	7—13,5
Начальный модуль упругости, МПа	(2—2,5)·104
Морозостойкость по ГОСТ 10030-87, циклы	150—200
Огнестойкость	Выше огнестойкости бетона
Сгораемость	Несгораем
Водопроницаемость по ГОСТ 12730.5-84	Особенно низкая проницаемость W8 по СНиП 2.03.11-85
Температурно-волокнистая усадка (при W = 58% и t = 20 °С)	0,04—0,08
Температурный коэффициент линейного расширения, 10^{-6}/К	8—12
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,07—0,1
Звукоизоляция, дБ, при частоте 500 Гц и толщине:	
20 мм	32
15 мм	34

12.2. Способы утепления

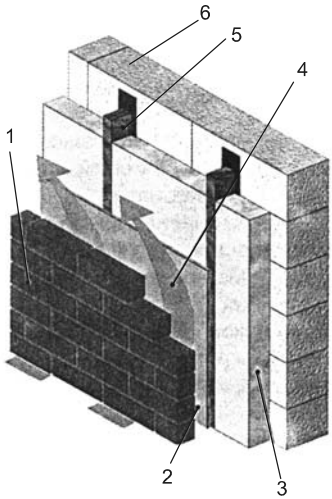


Рис. 12.1. Утепление стены из легких бетонных блоков:
1 — облицовочный кирпич;
2 — ISOVER RKL, PKL-A;
3 — ISOVER KL-E, KT-11;
4 — вентилируемый зазор;
5 — вертикальный деревянный брус;
6 — газобетонный блоки

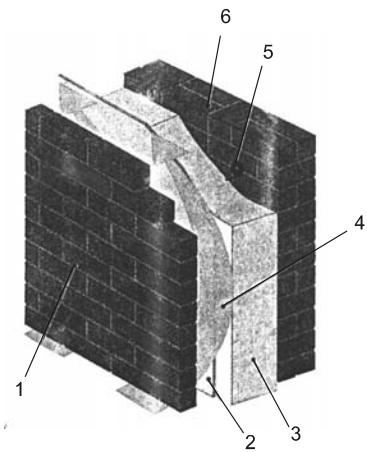


Рис. 12.2. Утепление кирпичной стены с вентилируемым зазором:
1 — облицовочный кирпич;
2 — ISOVER RKL, PKL-A, VKL;
3 — ISOVER KL-E, KT-11;
4 — вентилируемый зазор;
5 — фиксатор для крепления изоляции и кирпичной кладки;
6 — несущая стена из кирпича

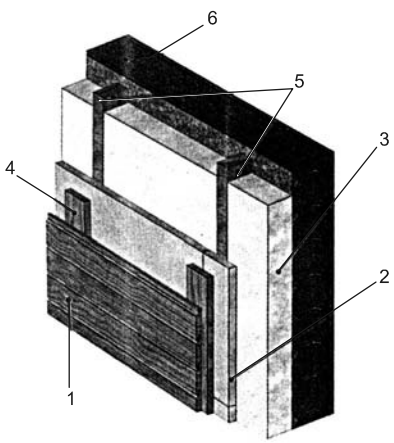


Рис. 12.3. Утепление бревенчатой стены:
1 — вагонка, сайдинг;
2 — ISOVER RKL, PKL-A;
3 — ISOVER KL-E, KT-11;
4 — дистанционная рейка;
5 — вертикальный деревянный брус;
6 — рубленая деревянная стена

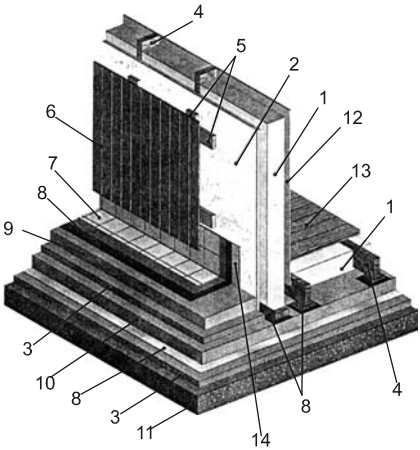


Рис. 12.4. Утепление перегородки сауны и пола первого этажа:
1 — ISOVER KL-E, KT-11;
2 — ISOVER REK;
3 — STYROFOAM FLOORMATE;
4 — деревянный брус;
5 — дистанционная рейка;
6 — вагонка;
7 — керамическая плитка;
8 — гидроизоляция;
9 — выравнивающий слой;
10 — бетонная плита;
11 — утрамбованный грунт;
12 — гипсокартон;
13 — покрытие пола;
14 — влагостойкая строительная плита

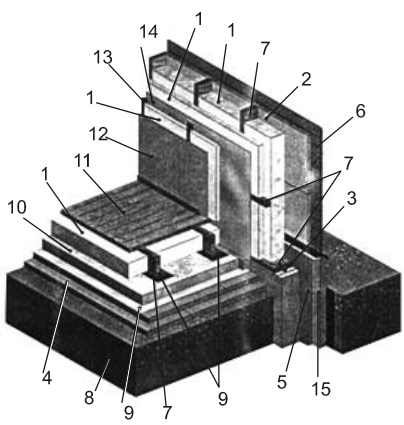


Рис. 12.5. Утепление каркасной стены и цоколя:
1 — ISOVER KL-E, KT-11;
2 — ISOVER RKL, RKL-A;
3 — ISOVER TK;
4 — STYROFOAM FLOORMATE;
5 — STYROFOAM IB;
6 — наружная обшивка;
7 — деревянный брус;
8 — грунт;
9 — гидроизоляция;
10 — бетонная плита;
11 — шпунтованная доска;
12 — гипсокартон;
13 — металлический каркас;
14 — пароизоляция;
15 — штукатурка цоколя

Утепление фасадов с тонкослойной штукатуркой

ISOVER FASOTERM NF — панели из минеральной ваты плотностью 130 кг/м^3, с продольным расположением волокон.

Прочность на сжатие при 10%-й деформации — не менее 90 кПа.

Прочность на отрыв слоев — не менее 15 кПа.

ISOVER FASOTERM NF (ламелла) — панели из минеральной ваты плотностью 80 кг/м^3 с поперечным расположением волокон, т. е. перпендикулярной поверхности панели. Материал отличается большой эластичностью и обеспечивает лучшую подгонку к выступающим криволинейным поверхностям и арочным элементам стены.

Прочность на сжатие при 10%-й деформации — не менее 80 кПа.

Прочность на отрыв слоев — не менее 90 кПа.

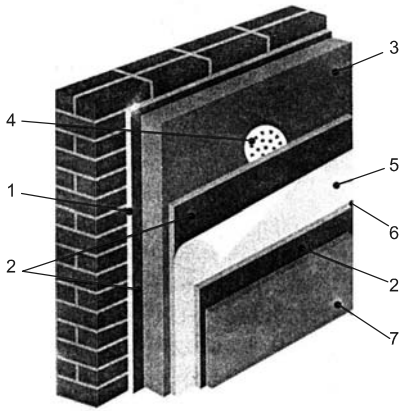


Рис. 12.6. Утепление кирпичной стены:
1 — проникающая грунтовка;
2 — минеральный клеевой состав;
3 — FASOTERM NF; *4* — дюбель с тарельчатой головкой;
5 — армирующая стеклосетка;
6 — грунтовка; *7* — фасадная штукатурка

Таблица 12.16. Сведения о продукции

Название	Размеры, мм	Толщина, мм	Теплопроводность, Вт/м°С			R, м^2·°С/Вт
			λ_0	$\lambda_А$	$\lambda_Б$	
FASOTERM PF	600×1200	50	0,044	0,046	0,049	1,02
		80				1,63
		100				2,04
		120				2,45
		140				2,86
		150				3,06

Таблица 12.16 *(окончание)*

Название	Размеры, мм	Толщина, мм	Теплопроводность, Вт/м°С			R, м²·°С/Вт
			λ_0	$\lambda_А$	$\lambda_Б$	
FASOTERM NF	600×1200	50	0,044	0,046	0,050	1,00
		80				1,60
		100				2,00
		120				2,40
		140				2,80

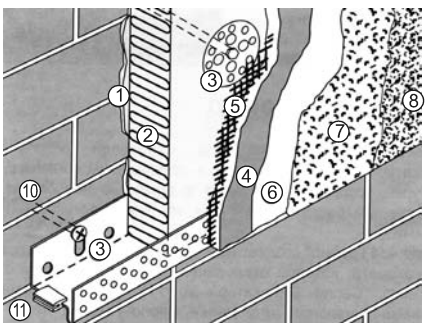


Рис. 12.7. Фасадная система "мокрого" типа с тонкой штукатуркой:
1 — клей и армирующая шпаклевка;
2 — теплоизоляционная плита;
3 — фасадный дюбель;
4 — армирующая шпаклевка;
5 — стеклотканевая сетка;
6 — грунтовочный слой;
7 — декоративная штукатурка;
8 — фасадная краска;
9 — цокольный профиль;
10 — цокольный дюбель;
11 — стыковочный элемент

Утепление стен снаружи

Материал ПЕНОПЛЭКС также нашел применение при теплоизоляции стен снаружи. При этом плиты крепятся к фасаду клеем на цементной основе, затем устанавливаются дюбеля тарельчатого типа. После этого наносится полимерно-цементная штукатурка и наклеивается полимерная стенка с последующей затиркой.

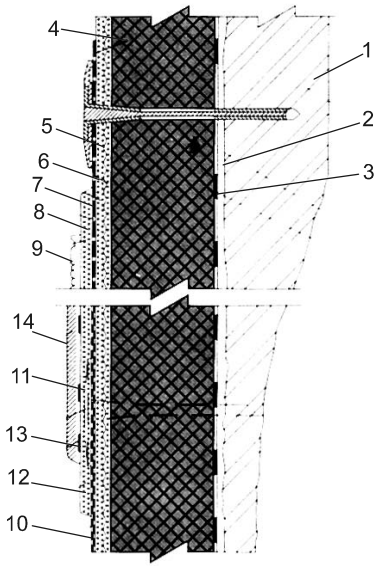


Рис. 12.8. Утепление снаружи:
1 — стена (несущая часть);
2 — выравнивающая штукатурка;
3 — клеевой состав
для приклейки плит теплоизоляции;
4 — ПЕНОПЛЭКС; *5* — грунтовка;
6 — нижний слой грунта, штукатурная
цементно-песчаная смесь;
7 — сварная оцинкованная
металлическая сетка; *8* — второй слой
грунта,
цементно-известково-песчаная
штукатурная смесь; *9* — отделочный
слой, штукатурная смесь; *10* — два
ряда металлической сетки;
11 — дюбельный комплект;
12 — выравнивающая цементно-
песчаная штукатурная смесь;
13 — клей для плитки облицовочный;
14 — плитка облицовочная
глазурованная

Утепление фасадов с толстослойной штукатуркой

ISOVER OL-A и **OL-E** — жесткие плиты из стекловолокна. Применяются в фасадных конструкциях при утеплении зданий.

Прочность на сжатие при 10%-й деформации — не менее 10 кПа для OL-E и не менее 20 кПа для OL-A.

ISOVER POLTERM 80 и POLTERM 100 — гидрофобизированные плиты из минеральной ваты. Применяются для теплоизоляции фасадов зданий.

Прочность на сжатие при 10%-й деформации — не менее 10 кПа.

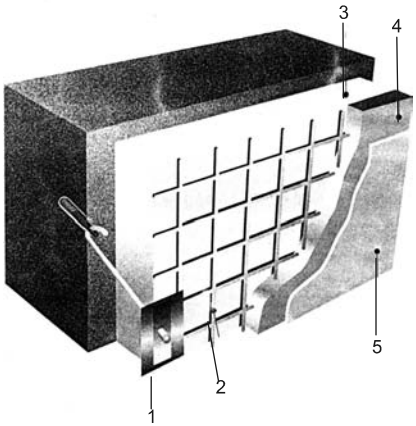


Рис. 12.9. Конструкция утепления стены минватой ISOVER:
1 — крепеж; *2* — металлическая сетка;
3 — ISOVER OL-E или POLTERM;
4 — грунтующий и выравнивающий раствор;
5 — цветные отделочные составы

Таблица 12.17. Сведения о продукции

Название	Размеры, мм	Толщина, мм	Теплопроводность, Вт/м°С			R, м²·°С/Вт
			λ_0	$\lambda_А$	$\lambda_Б$	
OL-E	600×1200	50	0,034	0,036	0,040	1,25
		70				1,75
		100				2,50
		120				3,00
		150				3,75
OL-A	600×1200	50	0,035	0,037	0,041	1,22
		70				1,71
		100				2,44
		120				2,93
		140				3,41
POLTERM 80	500×1000	50	0,040	0,042	0,045	1,11
		80				1,78
		100				2,22
		120				2,67

Таблица 12.17 *(окончание)*

Название	Размеры, мм	Толщина, мм	Теплопроводность, Вт/м°С			R, м²·°С/Вт
			λ_0	λ_A	$\lambda_Б$	
POLTERM 100	500×1000	50	0,039	0,041	0,044	1,11
		80				1,78
		100				2,22
		120				2,67

Таблица 12.18. Сравнительные данные теплоизолирующих свойств различных типов стен

Толщина изоляции, мм	Стена из глиняного кирпича (толщина 38 см, 0,81 Вт/м·°С)	Стена из пустотелого кирпича (толщина 38 см, 0,52 Вт/м·°С)	Стена из ячеистого бетона (толщина 25 см, 0,26 Вт/м·°С)	Стена из железобетона (толщина 20 см, 2,04 Вт/м·°С
50	1,73	1,99	2,22	1,36
80	2,34	2,60	2,83	1,97
100	2,75	3,01	3,24	2,38
120	3,16	3,42	3,65	2,79
140	3,57	3,83	4,06	3,20
150	3,77	4,03	4,26	3,40

Примечание.

рекомендуемая толщина для Санкт-Петербурга.

рекомендуемая толщина для Москвы.

Температура внутреннего воздуха 22 °С, жилое здание.

Теплые полы в жилых зданиях

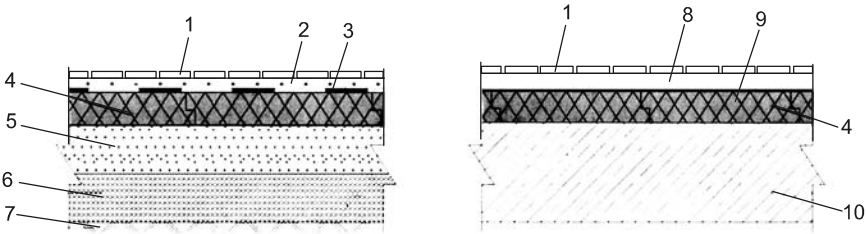


Рис. 12.10. Полы в жилых зданиях:
1 — покрытие пола; *2* — армированная цементно-песчаная стяжка;
3 — гидроизоляция; *4* — ПЕНОПЛЭКС; *5* — песок; *6* — щебень; *7* — грунт;
8 — цементно-песчаная стяжка; *9* — полиэтиленовая пленка;
10 — ж/б плита перекрытия первого этажа

Несъемная теплоизоляционная опалубка в монолитном малоэтажном домостроении

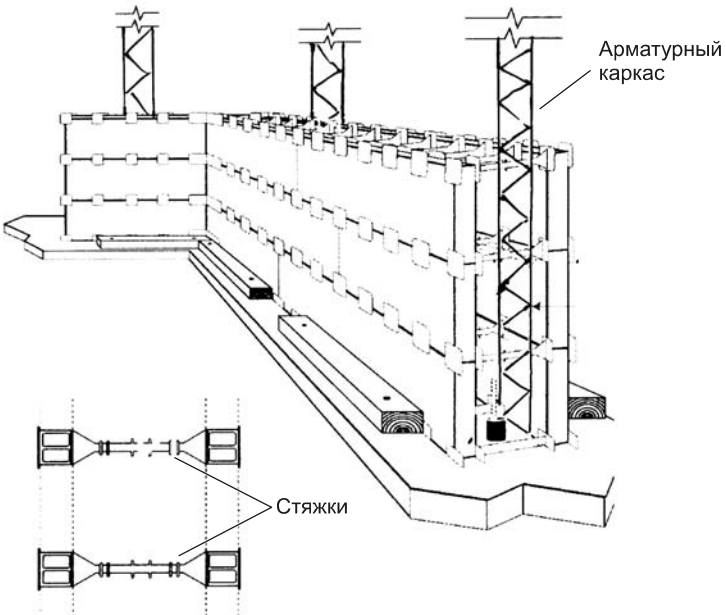


Рис. 12.11. Установка опалубки и арматуры первого яруса бетонирования

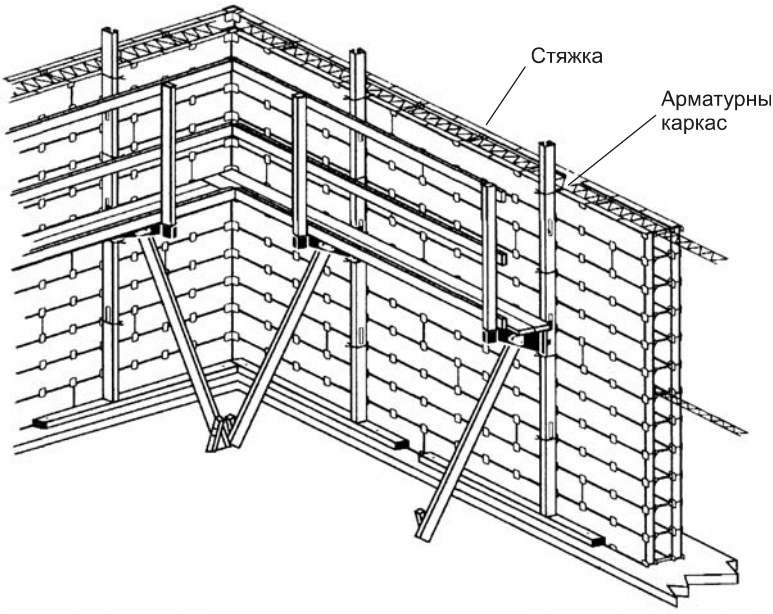


Рис. 12.12. Установка несъемной опалубки и арматуры первого и второго яруса бетонирования

Таблица 12.19. Конструкция стены (рис. 12.13)

№ слоя	Наименование слоев материала конструкции	Толщина слоя, мм	λ_R — коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
1	Панели искусственного камня типа "TOP STONE"	25	3,49
2	Выравнивающий слой цементно-песчаного раствора по металлической сетке	15	0,81
3	ПЕНОПЛЭКС экструдированный	60	0,031
4	Бетон расчетной прочности	160	1,86
5	"Пеностекло"	60	0,08
6	Листы ГКЛ	13	0,21

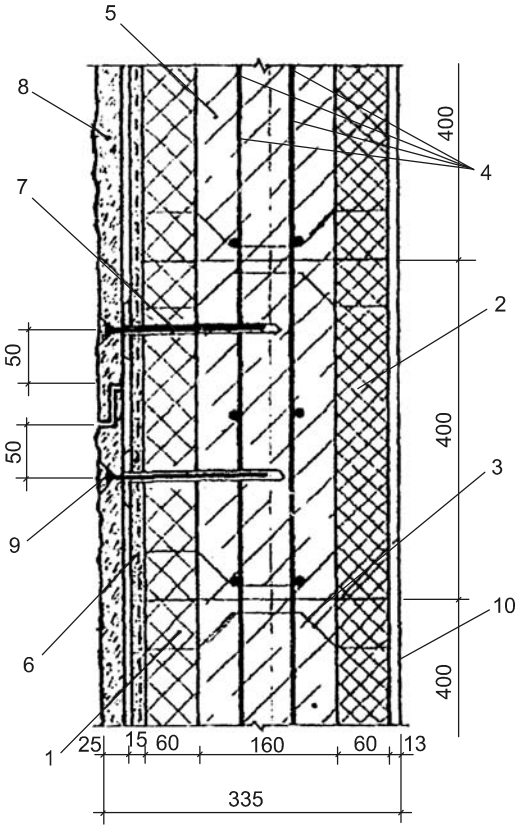


Рис. 12.13. Вариант конструкции несущей стены, возводимой в несъемной опалубке с облицовкой фасада панелями искусственного камня:
1 — наружная оставляемая опалубка — "Пеноплекс";
2 — внутренняя оставляемая опалубка — "Пеностекло";
3 — крепежный элемент оставляемой опалубки; *4* — расчетная арматура стены;
5 — бетон расчетной прочности; *6* — выравнивающий слой цементно-песчаного раствора по мет. сетке; *7* — дюбели пластмассовые с саморезами;
8 — панели искусственного камня типа "TOP STONE";
9 — маскирующая мастика с колерными добавками;
10 — внутренняя облицовка листами ГКЛ

На рис. 12.13 приведена конструкция многослойной наружной стены, возводимой из монолитного железобетона в несъемной теплоизоляционной опалубке, где толщина отдельных слоев определяется расчетом, а в качестве тепловой изоляции использовано пеностекло со следующими показателями: плотность 170—190 кг/м^3,

предел прочности при сжатии 0,7 МПа, предел прочности при растяжении 0,16 МПа, коэффициент паропроницаемости 0,03 мг/(м.ч.Па), коэффициент линейного расширения $35 \cdot 10^7$ град, водопоглощение за 24 ч не более 5% по объему, группа горючести — НГ.

Таблица 12.20. Сравнительные характеристики утеплителей

Утеплители	Плотность, кг/м³	Прочность на сжатие, кг/см²	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)
Пеностекло	100—500	7—50	0,05—0,07	0,001—0,005
Пенополистирол	20—150	0,05—1,0	0,04—0,06	0,05
Минеральная вата и плита	50—225	0—0,04	0,052—0,064	0,38—0,60
Базальтовая плита	50—200	4—8	0,041—0,044	0,58
Пенобетон	300—800	8—35	0,13—0,40	0,23
Керамзит насыпной	210—450	5—20	0,21—0,23	0,21

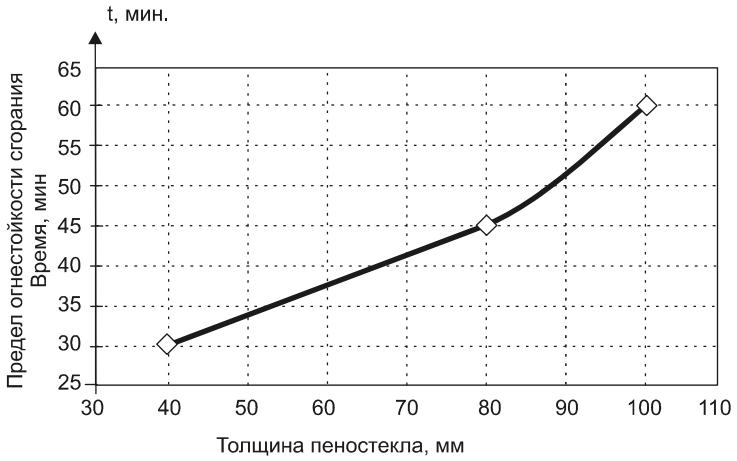


Рис. 12.14. Огнестойкость пеностекла (группа горючести — НГ)

Рис. 12.15. Технология "СОВБИ"

Таблица 12.21. Установки для приготовления и транспортирования пенобетона

Характеристики	СОВБИ-10М	СОВБИ-12	СОВБИ-1205	СОВБИ-1405
Пиковая суммарная потребляемая мощность, кВт/ч	13	14,5	9,4	8,5
Средняя потребляемая мощность, кВт/ч	9	12	6,7	5,5
Вес суммарный, кг, в том числе:	690	1195	780	575/550
героторного насоса	150	150	150	150
пеногенератора	95	165	95	95
компрессора	75	80	75	75
смесителя	370	800	460	230
Производительность, м^3/ч	6—7	8—10	5—6	2—3
Подача вертикальная, м	Свыше 60	Свыше 60	Свыше 60	Свыше 12/60
Подача горизонтальная, м	Свыше 250	Свыше 250	Свыше 250	Свыше 150/250
Объем смесителя, м^3	1,0	2×1,0	2×0,5	0,5
Объем пеногенератора, л	230	2×230	2×230	2×100
Наибольшая ширина смесителя	1,14	1,14	1,04	1,04
Наибольшая длина смесителя, м	2,3	2,3	1,9	1,9
Обслуживание, человек	1—2	1—2	1—2	1—2

Звукоизолирующие свойства стены из ячеистого бетона толщиной 25 см

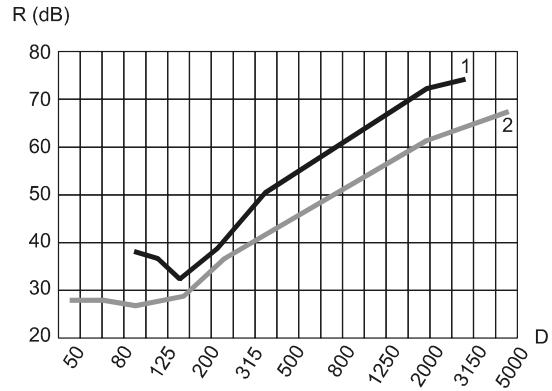


Рис. 12.16. Сравнение звукопроницаемости стены из ячеистого бетона с изоляцией 10 см FASOTERM PF (*1*) и без изоляции (*2*)

Панели из минеральной ваты ISOVER FASOTERM обеспечивают отличную акустическую изоляцию домов и помещений.

Высыхание стены из ячеистого бетона толщиной 25 см

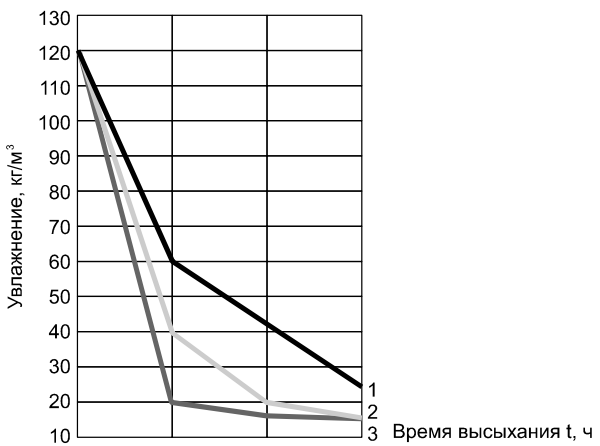


Рис. 12.17. Характеристики скорости высыхания стен из ячеистого бетона: *1* — с минеральной ватой; *2* — без утеплителя; *3* — с пенополистиролом

Стены, изолированные снаружи минеральной ватой, высыхают быстрее, чем стены, не имеющие изоляции.

Таблица 12.22. Требования при устройстве теплоизоляции из плитных и сыпучих материалов (СНиП 3.04.01–87, таблицы 5, 6)

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Допускаемая влажность оснований не должна превышать: для сборных для монолитных	 4% 5%	Измерительный, не менее 5 измерений на каждые 50—70 м^2 поверхности, журнал работ
Теплоизоляция из штучных материалов: толщина слоя прослойки не должна превышать, мм: из клеев и холодных мастик — 0,8 из горячих мастик — 1,5 ширина швов между плитами, блоками, изделиями: при наклейке — не более 5 (для жестких изделий — 3) при укладке насухо — не более 2	—	То же
Монолитная и плитная теплоизоляция: толщина покрытия изоляции (от проектной)	 –5…+10%, но не более 20 мм	То же
Теплоизоляция из сыпучих материалов: толщина изоляции (от проектной)	 1—0%	Измерительный, не менее 3 измерений на каждые 70—100 м^2 после визуального осмотра, журнал работ

Таблица 12.23. Требования при устройстве армированного нижнего слоя штукатурки (СП 12-101-98, таблица 2)

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Толщина штукатурного слоя, мм первого — 3,5 второго — 4	 ±10% ±15%	Измерительный, технический осмотр, не менее 5 измерений на каждые 100 м^2 поверхности. Карта наблюдений
Ширина нахлестки полотнищ арматурной сетки — 100 мм	±10%	
Допускаемые отклонения поверхности штукатурного слоя (при проверке двухметровой рейкой): по горизонтали по вертикали	 ±7 мм ±5 мм	

Таблица 12.24. Технические характеристики URSA

Технические характеристики	Норматив	Марки URSA FOAM				
		N-III	N-III-PZ	N-V	N-W	N-W-PZ
Плотность, кг/м^3	ГОСТ 15588-86	35	35	40	35	35
Теплопроводность при 25 ºС, Вт/(м·К)	ГОСТ 7076-99	0,031	0,031	0,031	0,03	0,03
Теплопроводность при 10 ºС, Вт/(м·К)	ГОСТ 7076-99	0,032	0,032	0,032	0,031	0,031
Прочность на сжатие при 10%-й деформации, МПа	ГОСТ 15588-86	0,32	0,32	0,5	0,3	0,3
Предел прочности при изгибе, МПа	ГОСТ 15588-86	0,54	0,54	0,43	0,37	0,37
Модуль упругости, МПа		12	120	20	12	12
Водопоглощение за 24 часа, % по объему	ГОСТ 15588-86	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
Паропроницаемость	ГОСТ 25898-83	0,015	0,015	0,009	0,022	0,022
Капиллярное увлажнение	—	0	0	0	0	0
Коэффициент линейного теплового расширения, К$^{-1}$	—	7×10^{-5}	7×10^{-5}	7×10^{-5}	7×10^{-5}	7×10^{-5}
Группа горючести	ГОСТ 30244-94	Г1				
Температура применения, ºС	—	От –50 до +75				

Таблица 12.25. Способы контроля эксплуатационных качеств строительных конструкций

Наименование	Способы и средства контроля	Нормативные требования
Герметичность кровель	Визуальный	Отклонение уклона крыши, %: скатных <5; пологих <2
Герметичность внутренней металлоизоляции	Толщиномеры "Кварц-6", "Кварц-15"	Полная влагонепроницаемость
Состояние скрытой гидроизоляции	По влажности и температуре бетона: способы меченых атомов, жидких кристаллов, термощупов	То же
Воздухонепроницаемость стыков панелей	ДСКЗ-1, на жидких кристаллах	По проекту
Влажность утеплителя стен: деревянных кирпичных железобетонных керамзитобетонных утеплителя в стенах	Влагомер ЭВ-2, электронный влагомер древесины, нейтронный влагомер ПНВ-1, ЛенНИИ АКХ, термощуп ЦЛЭМ Агрофизического института и др.	Менее, % 12 4 6 10 6
Толщина лакокрасочных покрытий	Толщиномер ИТП-1, магнитный измеритель толщины покрытий МИП-10	По проекту
Состояние тиоколового герметика стыков: толщина адгезия	Толщиномер треста Стройгаз, адгезиометр ЛенНИИ АКХ	По проекту (менее 2—2,5 мм)
Прочность железобетонных конструкций	Ультразвуковые приборы УКБ-1М, бетон-транзистор и др., молотки Кашкарова, Шмидта и др.	По проекту
Качество сварных швов металлических конструкций, металлогидроизоляции	Оценка целостности, визуальное выявление трещин (магнитно-щелевой дефектоскоп, вакуум-рамка, ДУК-13М, УДМ-1М)	По проекту
Влажность утеплителя крыш: керамзита шлака керамзитобетона пенобетона газобетона	Взятие проб и их взвешивание. Визуальное наблюдение. Мегомметр М-1102, термощуп, жидкие кристаллы, хлорид кобальта	По СНиП, менее, % 3 4 6 10 10

Таблица 12.25 *(продолжение)*

Наименование	Способы и средства контроля	Нормативные требования
Теплозащитные свойства ограждений, температура конструкций	Тепломер ЛТИХП с потенциометром КП-59 или ЭПП-0,9М, а также термометры, психрометры	По проекту с учетом СНиП
Прочность кирпичной кладки	Склерометры КМ, Шмидта, молотки Кашкарова, Физделя	По проекту
Допустимые деформации конструкций: отклонения от вертикали осадка прогибы междуэтажных перекрытий то же чердачных перекрытий	Геодезические приборы: теодолит, нивелир и др., тензометры, индикатор, прогибомеры Аистова, Максимова и др.	По проекту 1/200 L при L < 7 м 1/200 L при L > 7 м
Расположение арматуры в конструкции, закладных частей, толщина защитного слоя	Электромагнитные приборы ИТП-1, ИЗС-2, МИП-10	По проекту
Ширина раскрытия трещин в железобетонных конструкциях	Толщиномер, отсчетный микроскоп, "Мир-2", маяки, лупа Бринелля	По СНиП
Сцепление штукатурки, облицовочных плиток со стеной	Устройство для определения прочности сцепления	Прочность раствора
Газовый состав воздуха в помещениях: концентрация вредностей кратность воздухообмена	Газоанализаторы УГ-2, ПГА-ДУ, ВПХ, ШИ-3, ШИ-5, анемометр ручной АСО-3, крыльчатый "Метприбор"	По СНиП
Влажность воздуха в помещениях	Психрометр Ассмана, гигрограф М-32, волосяной гигрограф, пленочный гигрометр	По СНиП
Температура воздуха в помещениях	Термометр, термограф М-16	То же
Освещенность помещений	Люксометр Ю-16	”
Звукоизоляция ограждений: от воздушного шума от ударного шума	Комплект шумометрической аппаратуры, топальная машина	”
Температура воздуха в чердачных помещениях	Термометр, термограф М-16	$t_п \geq t_н + 2$, °С, $t_н$ — наружного воздуха

Таблица 12.25 *(окончание)*

Наименование	Способы и средства контроля	Нормативные требования
Скорость движения воздуха в подвалах, подпольях, чердачных помещениях	Термометр АСО-3 (ручной), ЭА-2М, крыльчатый анемометр "Метеоприбор"	> 0,001 м/с
Состояние гидроизоляции в стенах и цоколях	Прибор, измеряющий разность естественных потенциалов и силу тока наложения или омическое сопротивление — мегомметр М-1102	Полная влагонепроницаемость
Коррозионная активность грунта: электропроводность, pH, наличие SO_4 и др.	Приборы МС-07, МС-08. Химический анализ грунта	По данным изысканий
Состояние дренажа вокруг сооружений	Визуальный осмотр с помощью зеркала и лампы	Не допускается застой воды в колодцах

13. Энергоэффективный дом

"Энергоэффективные здания" как новое направление востребовано в связи с тем, что современные здания обладают огромными резервами повышения их тепловой эффективности. По оценкам экспертов потенциал экономии электроэнергии в зданиях и сооружениях равен 30—40%, а тепловой энергии — около 50% (табл. 13.1).

Таблица 13.1. Типовая структура расхода тепловой энергии зданием и потенциал энергосбережения

	Расход тепловой энергии, %	Потенциал, %
Наружные стены	30	50
Окна	35	50
Вентиляция	15	50
Горячая вода	10	30
Крыша, пол	8	50

Энергоэффективные дома имеют свою специфику:

- ❒ под зданием находится несколько десятков вертикальных и горизонтальных зондов (труб) из полимеров, по которым циркулирует жидкость, отдающая или принимающая тепло;
- ❒ специальные конструкции "технологических отверстий" — окон, дверей;
- ❒ стекла в окнах должны впускать в дом максимум солнечной энергии;
- ❒ специальный теплоизолирующий стройматериал внешних и прочих стен;
- ❒ максимальное количество проемов (отверстий) в доме запроектировано на солнечную (южную) сторону: окна, двери, балконы и пр.;

- максимальная площадь наружных стен и крыши отводится под солнечные батареи, стены и крыша имеют возможность изменять уклон.

Таблица 13.2. Сравнение традиционного и энергоэффективного дома

Традиционный дом	Энергоэффективный дом
Утепление только пола и потолка с теплосопротивлением ограждающих конструкций R=1	Теплоизоляция ограждающих конструкций (стены, пол, потолок, окна) в 2–3 раза больше, с усредненным теплосопротивлением R>3
Стены дома сложены из однородного материала без утеплителя	Стены многослойные с эффективным утеплителем
Окна с двойным остеклением в деревянных рамах с большим количеством щелей и неплотностей	Стеклопакеты с двойным или тройным остеклением с дополнительными мерами по уменьшению потерь тепла
Вентиляция дома происходит через окна, форточки, щели в конструкциях и прямым воздухообменом через материал стен	Ограждающие конструкции непроницаемы для влаги и воздуха и используется механическая вентиляция
Отопление дома и горячее водоснабжение обеспечивается неэффективными нагревателями или централизованно с КПД менее 60% без автоматической регулировки	Отопление дома производится эффективными нагревателями (КПД более 90%) с автоматической регулировкой и программированием режима отопления
В оборудовании дома не используются режимы и техника сбережения воды	В доме используется режим и техника водосбережения
Не утепленный фундамент	Утепленный фундамент
Устаревшая бытовая техника с большим потреблением энергии (кухонные плиты, стиральные машины, утюги и др.)	Современная энергоэффективная бытовая техника
Минимум электронных приборов (телевизор, магнитофон, компьютер и др.)	Насыщенность дома электронными приборами, работающими на сэкономленной энергии
В освещении дома используются обычные лампы накаливания	В освещении используются компактные лампы нанотехнологий, требующие в 4 раза меньше электрической энергии
В доме не предусмотрены меры по поддержанию внутреннего климата (температуры, влажности, состава воздуха)	В доме автоматически поддерживается климат в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами
В эксплуатации дома не принимается спецмер по сбережению энергии	Эксплуатация дома ведется на основе энергосберегающих правил

Таблица 13.2 *(окончание)*

Традиционный дом	Энергоэффективный дом
В доме не используется солнечная энергия и другие альтернативные источники энергии	Дом спланирован и оборудован так, чтобы максимально использовать солнечную энергию и другие альтернативные источники

В табл. 13.3 приведены теплоэнергетические характеристики малоэтажных зданий различной степени энергоэффективности на примере Германии.

Таблица 13.3. Расход тепловой энергии по типам зданий в Германии

Индивидуальный жилой дом 140 м² общей площади	Годовой расход тепла, (кВт·ч)/(м²·год)	Удельный расход тепла, (Вт·ч)/(м²·С° ·сутки)	Расход жидкого топлива, л/год
Старое строение	300	136	4200
Типовой дом 70-х гг.	200	91	2800
Типовой дом 80-х гг.	150	68	2100
Дом низкого энергопотребления 90-х гг.	79–40	14–32	420–980
Дом ультранизкого энергопотребления	39–16	14–7	210–420
Пассивный дом	менее 15	менее 7	менее 200
Дом нулевого или плюсового энергопотребления	0	0	0

В Германии среднегодовой стандарт энергопотребления для пассивных домов в 2005 году был установлен для кубометра жилья — 40 кВт·ч/м^3, в Швеции в 2008 году он составляет 45 кВт·ч/м^2 в южной климатической зоне и 55 кВт·ч/м^2 в северной зоне. В России потребление тепла обычными домами в 2—3 раза больше энергии, чем в Европе (табл. 13.4).

Таблица 13.4. Расход тепловой энергии по типам зданий в России

Индивидуальный жилой дом 140 м² общей площади	**Годовой расход тепла, (кВт·ч)/(м³·год)**	**Удельный расход тепла, (Вт·ч)/(м²·С° ·сутки)**
Дома старой постройки (до середины 90-х гг.)	600	225
Постройки в соответствии с новым СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"	350	73
Дом низкого энергопотребления	150–60	30–25

Сравнение показателей энергопотребления на отопление в Германии приведен на рис. 13.1. Согласно последнему постановлению по тепловой защите EnEV 2009 в Германии удельный расход тепловой энергии на отопление новых зданий (и подлежащих санации) должен составлять от 30 до 70 кВт·ч/(м^2 год).

Перечень нормативных и правовых документов по теплоснабжению зданий приведен в *приложении 4*.

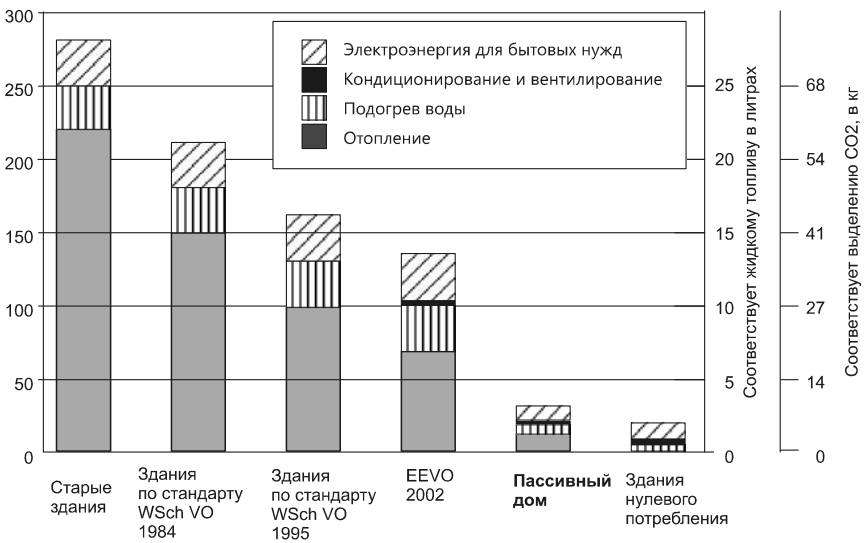


Рис. 13.1. Сравнение показателей энергопотребления на отопление в Германии

13.1. Пассивный дом

Пассивный, или энергоэффективный дом (нем. *Passivhaus* , англ. passive house) — это сооружение, основной особенностью которого является малое энергопотребление — около 10% от удельной энергии на единицу объема, потребляемой большинством современных зданий. Отопление пассивного дома должно происходить благодаря теплу, выделяемому живущими в нем людьми, бытовыми приборами и альтернативными источниками энергии. Горячее водоснабжение осуществляется за счет установок возобновляемой энергии, например, тепловых насосов или солнечных коллекторов.

Основные требования для пассивного дома в Европе приведены в табл. 13.5.

Таблица 13.5. Требования для пассивных домов в странах Европы

Параметр	Южная, Центральная, Западная и Восточная Европа, Средиземноморье теплый климат	Страны Европы севернее 60° с. ш.
Удельный расход тепловой энергии на отопление, кВт·ч/(м^2·год)	15	до 20—30 в зависимости от местоположения здания
Общее потребление первичной энергии, кВт·ч/(м^2·год)	120	до 120—140 в зависимости от местоположения здания

Основные принципы пассивного здания:

- ❒ хорошая теплоизоляция всех частей здания;
- ❒ конструирование "без тепловых мостиков" на стыках элементов, металлических частях, углах здания и др.;
- ❒ герметизация здания, благодаря которой оно становится "термосом, не выпускающим воздух";
- ❒ использование стеклопакетов с низким показателем теплопередачи ("теплых стеклопакетов");
- ❒ искусственная вентиляция с рекуператорами-теплообменниками.

13.1.1. Теплосбережение

Существуют следующие источники потери тепла:

- с теплой водой, уходящей в канализацию (стирка, мойка посуды, купание);
- через несущие (стены, пол, потолок) и ограждающие (окна, двери) конструкции;
- с воздухом: необходим кислородный обмен (приток "свежего воздуха", отток "использованного дыханием") и гигиеническая вентиляция (кухня и др.).

Все элементы внешней поверхности пассивного дома должны быть хорошо теплоизолированы (рис. 13.2). Особенно тщательно должны быть спланированы и теплоизолированы угловые швы, стыковые и переходные соединения, а также пересечения:

- коэффициенты теплопередачи U для наружных стен, кровли и полов первого этажа должны составлять менее 0,15 Вт/мК (или $R_0 \geq 6{,}7$ (м^2·°C)/Вт, где $R_0 = 1/U$);
- стыковые и переходные соединения без утечки тепла: правильный расчет либо абсолютно герметичное выполнение.

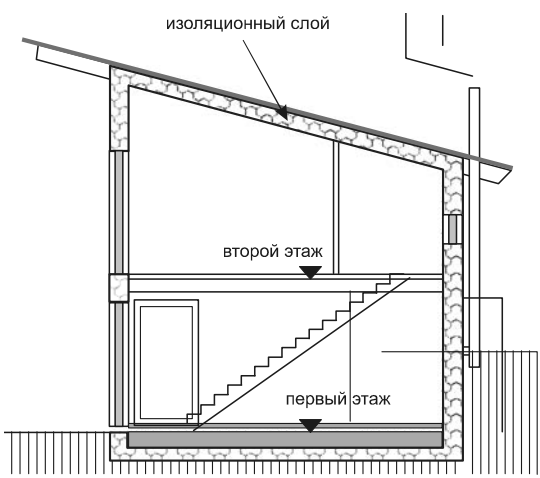
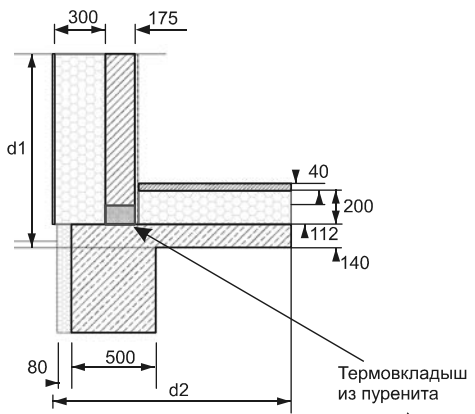


Рис. 13.2. Теплоизоляция пассивного дома

13.1.2. Конструирование без "тепловых мостиков" или "мостиков холода"

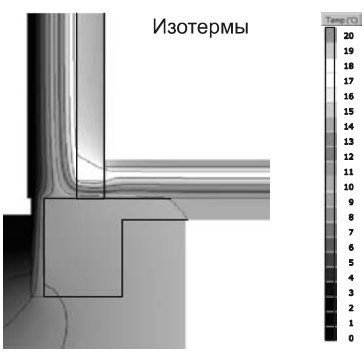
Если теплопотери от "тепловых мостиков" меньше чем предельное значение линейного коэффициента теплопередачи, установленное 0,01 Вт/м^2·К, то такая конструкция удовлетворяет критериям энергосбережения. Имеются подробные каталоги с решениями узлов для конструирования "без мостиков холода или тепловых мостиков" (например, http://www.passiv-rus.ru).

На рис. 13.3 показан пример соединения фундамента и наружной стены здания.



Условные обозначения

Стройматериал	Обозначение	Теплопроводность, Вт/(м·К)
Теплоизоляционный материал		0,04
Пуренит (Purenit)		0,07
Железобетон		2,10
Силикатный кирпич		0,99
Цементный бесшовный пол		1,20
Внутренняя штукатурка		0,70
Наружная штукатурка		0,35



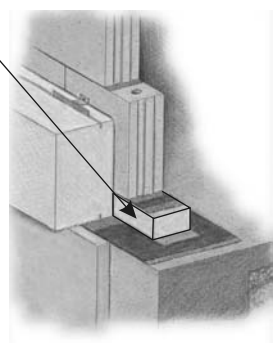


Рис. 13.3. Пример соединения фундамента и наружной стены здания без "теплового мостика" или "мостика холода"

13.1.3. Воздухонепроницаемость

Через недостаточно герметичные строительные конструкции теплый, влажный воздух может выходить изнутри наружу и осаждаться в виде конденсата на холодных участках конструкций.

Воздухопроницаемость показывает количество воздуха в м³, которое проходит через 1 м² наружной стены в течение 1 часа, в случае, если разница давлений воздуха равна 50 Па. Для пассивного дома этот параметр должен составлять ≤ 0,6/час (n50 ≤ 0,6/час).

Воздухопроницаемость различных материалов приведена в табл. 13.6. Материалы, напечатанные жирным шрифтом, могут применяться для создания воздухонепроницаемой поверхности.

Таблица 13.6. Воздухопроницаемость различных материалов[1]

Материал	Воздухопроницаемость м³ / (м²ч) при 50 Па	Примечание
Известково-цементная штукатурка	0,002–0,05	Достаточно воздухонепроницаемо
Кирпич или KS камень	0,001–0,05	Неоштукатуренная стена пропускает воздух
Пористый бетон, пемзобетон	0,06–0,35	Неоштукатуренная стена пропускает воздух
Гипсокартон	0,002–0,03	Сложно делать стыки
Клееная фанера	0,004–0,02	Необходимо тщательно заделывать стыки
Древесно-стружечные плиты, MDF	0,05–0,22	Не подходит
Твердые древесно-волокнистые плиты	0,001–0,003	Необходимо тщательно заделывать стыки
Мягкие древесно- волокнистые плиты	2–3,5	Не подходит
Пленка PE0,1 мм	0,0015	Воздухонепроницаема

[1] Zeller, J.; Dorschky, S.; Borsch-Laaks, R.; Feist, W.: Luftdichtigkeit von Gebäuden — Luftdichtigkeitsmessungen mit der Blower Door in Niedrigenergiehäusern und anderen Gebäuden, Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt 1995.

Таблица 13.6 *(окончание)*

Материал	Воздухопроницаемость м³ / (м²ч) при 50 Па	Примечание
Битумный картон	**0,008–0,02**	Воздухонепроницаем
Строительный картон / строительная бумага	**0,01**–3	Только износостойкий картон
Минеральная шерсть	13–150	Не подходит

13.1.4. Вентиляция с рекуперацией тепла

В рекуператоре отработанный домашний воздух нагревает поступивший свежий и выбрасывается на улицу. Нагретый свежий воздух, поступающий в дом, имеет в результате температуру около 17 °С. Зимой входящий воздух, если это необходимо, дополнительно подогревается, но на это расходуется мало энергии. Для пассивных домов степень рекуперации должна быть не ниже 75%.

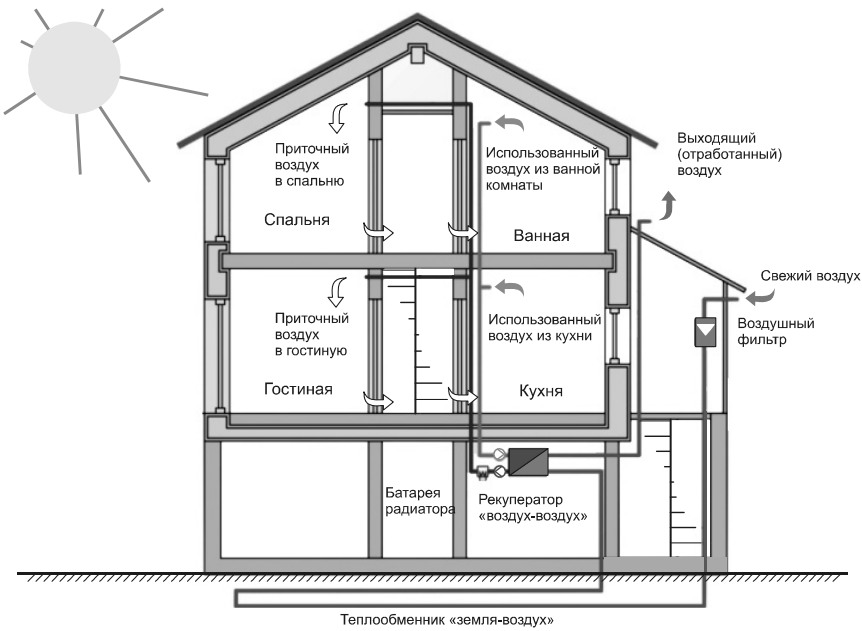


Рис. 13.4. Вентиляция с рекуперацией тепла

13.1.5. Теплые окна и наружные двери

Для пассивных домов к окнам предъявляются следующие требования:

- коэффициенты теплопередачи для остекления $U_{ост} \leq 0,7$ Вт/мК (или $R_0 \geq 1,4$ (м^2·°С)/Вт);
- коэффициенты теплопередачи для оконного профиля — $U_{проф} \leq 0,8$ Вт/мК (или $R_0 \geq 1,25$ (м^2·°С)/Вт);
- приведенный коэффициент теплопередачи окна с учетом монтажа в стену $U_{окн} \leq 0,85$ Вт/мК (или $R_0 \geq 1,2$ (м^2·°С)/Вт).

Для достижения подобных требований необходмо использовать специальные "теплые окна" или "окно стандарта пассивного дома". В таком стеклопакете две камеры с заполнением инертным газом и два низкоэмиссионных покрытия (low-e), коэффициент теплопередачи U составляет от 0,5 до 0,8 Вт/м^2°С. Как видно на табл. 13.7, даже при морозе температура на внутренней поверхности окна не опускается ниже 17 °С.

Таблица 13.7. Характеристики различных типов окон

Параметр	1 стекло	2 стекла	2 стекла с низкоэмис. покрыт. и инерт. газ	3 стекла с низкоэмис. покрыт. и инерт. газ
Коэффициент теплопередачи (U), Вт/м^2 K	5,50	2,80	1,20	0,65
Температура на внутренней поверхности, °С*	-1,80	9,10	15,30	17,50
Коэффициент общего пропускания солнечной энергии	0,92	0,80	0,62	0,48
Схема				

***Примечание.** Данные температуры на внутренней поверхности рассчитаны в таблице для наружной температуры –10°С и внутренней +20°С.

Список производителей окон, имеющих Сертификат Института пассивных зданий в г. Дармштадте, можно найти на сайте www.passiv.de.

Традиционными материалами для изготовления оконных переплетов являются древесина, сталь и алюминий. Среди полимерных материалов для применения в конструкциях оконных и дверных блоков наиболее приемлемы стеклонаполненные термореактивные материалы на основе полиэфирных смол — полиэфирные пластики (табл. 13.8).

Таблица 13.8. Сравнительные физико-механические и теплофизические свойства

Физико-механические характеристики	Стекло-пластик	Стекло	ПВХ	Сталь	Алюми-ний	Древесина (сосна)
Плотность, т/м^3	1,6–2,	2,2	1,4	7,8	2,7	0,46–0,53
Разрушающее напряжение при сжатии (растяжении), мН/м^2 (мПа)	410–1180	35	41–48	410–480	80–430	40–80
Разрушающее напряжение при изгибе, мН/м^2 (мПа)	690–1240	25–50	80	400	275	80
Модуль упругости при растяжении, гПа	21–41	50–85	2,8	210	70	11
Модуль упругости при изгибе, гПа	27–41	50–85	2,8	210	70	10
Коэффициент линейного расширения, х10 0С	5–14	3,2–11	57–75	11–14	22–23	5,4–34
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	0,3–0,35	0,45	0,15–0,35	46	140–190	0,04–0,1

В дополнение к основным рассмотренным принципам пассивного дома следует также отнести

- ❒ использование современной энергоэффективной бытовой техники;

- ❒ расположение и направление здания (южное направление основного фасада, отсутствие затененных участков);
- ❒ компактность формы сооружения.

Стандарты строительства пассивного дома требуют определенного *коэффициента компактности*, который показывает, как выбранная объемно-пространственная структура дома влияет на его теплопотери.

kedes=Aesum/Vh,

где *Aesum* — это сумма площадей ограждающих конструкций дома (наружных стен, площадей над жилыми помещениями и под ними), по которым проходит граница тепло/холод;

Vh — это строительный объем (кубатура) теплых помещений, который заключен в ограждающих конструкциях дома.

Значения коэффициента компактности в зависимости от типа дома приведены в табл. 13.9.

Таблица 13.9. Значения коэффициента компактности

Тип дома	Коэффициент компактности
Отдельно стоящий маленький коттедж	От 0,92 и больше
Отдельно стоящий средний коттедж	0,75–1,08
Отдельно стоящий большой коттедж	0,65–0,95
Сблокированные коттеджи (2 этажа), террасный дом	0,52–0,82
Средний дом среди сблокированных (2 этажа)	0,45–0,70
Жилой дом 3–4 этажа	0,38–0,62
Жилые дома, в зависимости от сложности, до 14 этажей	0,18–0,38
Жилые дома, в зависимости от сложности, от 20 этажей	0,12–0,28

Любые выступающие архитектурные конструкции, например балконы, террасы, навесы, мансарды и т. п., необходимо, по возможности, избегать, т. к. они увеличивают ограждающую поверхность здания.

13.2. Возобновляемые источники энергии для индивидуальных домов и небольших поселений

13.2.1. Автономные системы электроснабжения

Для индивидуальных жилых домов и небольших поселков автономные системы электроснабжения рекомендуется применять: при отсутствии централизованного электроснабжения; в качестве резервной системы электроснабжения.

Устройство автономной системы электроснабжения дома или поселка требует разработки проекта, в котором указывается: расчетная нагрузка, кВт; тип, мощность и место размещения автономного источника электроэнергии; уровень шума; способ и место хранения топлива и др.

13.2.2. Возобновляемые источники энергии

Для климатических условий России в качестве автономных источников с целью производства электроэнергии для индивидуальных потребителей и ограниченного коллективного использования можно рекомендовать: ветроэнергетические установки (ВЭУ), солнечные фотоэлектрические электростанции (ФЭС).

Ветроэнергетические установки

ВЭУ следует применять в местности, где среднегодовая или среднесезонная скорость ветра не меньше 4 м/с.

Существуют два основных типа турбин ВЭУ: с вертикальной осью вращения и с горизонтальной (рис. 13.5). Турбины с вертикальной осью работают при низких скоростях ветра, но имеют низкую эффективность. Поэтому вертикальносные турбины встречаются довольно редко и используются, как правило, в домашних системах.

Для ветроагрегата с горизонтальной осью среднегодовая выработка электроэнергии зависит от диаметра ветроколеса и среднегодовой скорости ветра. В табл. 13.10 приведена зависимость выхода энергии от среднегодовой скорости ветра и диаметра пропеллера.

Таблица 13.10. Зависимость выхода энергии от среднегодовой скорости ветра и диаметра пропеллера

Среднегодовая скорость ветра, м/сек	Диаметр пропеллера, м				
	1	1,5	3	7	18
4	0,15	0,33	1,3	7	40
4,5	0,20	0,45	1,8	10	60
5	0,24	0,54	2,2	13	90
Мощность, кВт	0,20	0,50	1,5	10	100

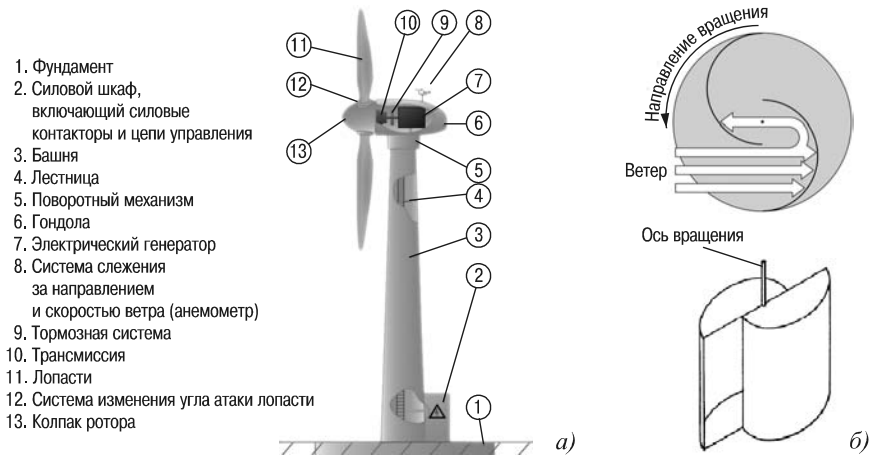


Рис. 13.5. Ветроэнергетические установки: *а)* с горизонтальной осью; *б)* с вертикальной

Солнечные фотоэлектрические электростанции

ФЭС можно рекомендовать для автономного электроснабжения в регионах, расположенных южнее 50° с. ш., или для сезонного режима работы. Для средней полосы России на 1 м^2 поверхности южной ориентации (наклоном 45°) в течение года в среднем приходит 1000 кВт·ч солнечной энергии, причем 65—75% поступает в весенне-летнее время.

КПД лучших образцов кремниевых фотопреобразователей (солнечных элементов, СЭ) достигает 20%, серийно выпускаемых — 12—18%. Подобные серийные модули позволяют с 1 м^2 120 кВт·ч электроэнергии в год, а за период с апреля по август в среднем по 0,55 кВт·ч в сутки.

Рис. 13.6. Примеры фотоэлектрических установок

Выпускаемые фотоэлектрические установки имеют широкий диапазон мощностей и размеров: от портативных установок удаленных коммуникаций мощностью в несколько ватт до многомегаваттных фотоэлектростанций (табл. 13.11).

Таблица 13.11. Область использования фотоэлектрических установок

Мощность, Вт	Область использования
0,2–2	Переносные приборы для измерения технологических параметров, зарядные устройства для химических источников тока, калькуляторы, портативные радиоприемники
2–4	Отпугиватели грызунов, системы автоматики неэлектрифицированных механизмов, зарядные устройства, электроизгороди переносные, портативная связь
4–10	Электроизгороди стационарные, электропитание переносных инструментов
10–20	Вентиляторы, электроизгороди стационарные (более 7 га), электропитание средств связи
20–30	Электроочистители воды, электроцентрифуги, водоподъемники, электроинструменты
250–500	Стригальные агрегаты, установки вычесывания пуха у коз, кондиционеры, водоподъемные установки
500–5000	Стоянки чабанских бригад, стригальные пункты, хранилища, сушилки
Более 5000	Сельские дома, хутора, садоводческие и фермерские хозяйства

Системы гелионагрева

Системы гелионагрева широко используют для горячего водоснабжения и обогрева, теплоснабжения низкотемпературных производственных и бытовых процессов, сушки сельскохозяйственной продукции, опреснения воды. Потребность в низкопотенциальной тепловой энергии составляет около 30—45% от общего энергопотребления в сельском хозяйстве.

Применяют два основных типа гелиосистем — пассивные и активные — или их комбинацию.

Пассивная система гелионагрева обеспечивает естественную передачу теплоты, полученной в результате преобразования солнечной энергии. В пассивных системах нагрев осуществляется в основном за счет "парникового эффекта" и усиленной теплоизоляции со стороны холодных ветров.

Активная система гелионагрева (рис. 13.7) включает специальное оборудование для сбора, хранения и распределения энергии солнечной радиации.

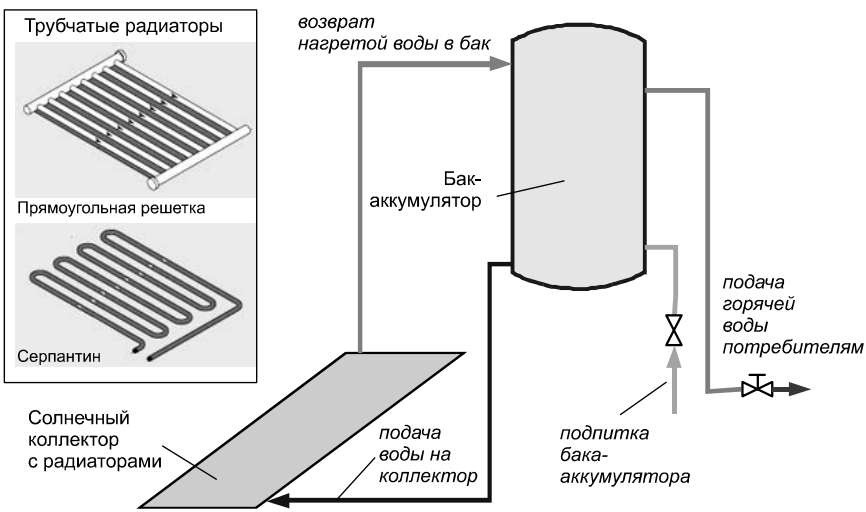


Рис. 13.7. Схема одноконтурной солнечной водонагревательной установки

В средней полосе России солнечные водонагревательные установки могут эффективно использоваться в бытовых целях в течение 6 месяцев в году (апрель—сентябрь). Здесь солнечная установка, имеющая 2—3 $м^2$ солнечных коллекторов, обеспечит ежедневный нагрев 100 л воды до температуры 45 °С и выше с вероятностью 70—80%.

Энергетическое использование биомассы

Получение энергии из биомассы (древесных и сельскохозяйственных отходов, соломы, навоза, органической части твердых бытовых отходов) является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей во многих странах мира. Существуют различные технологии: прямое сжигание, газификация, пиролиз, анаэробное разложение биомассы.

Прямое сжигание. *Прямое сжигание* древесины широко используется на бытовом уровне. Технологии энергетического использования древесных отходов постоянно совершенствуются.

Газификация. Наиболее оптимальный способ использования биомассы — ее *газификация* с последующим срабатыванием в газовых турбинах. Газификация древесных отходов обеспечивает получение топливного газа, основу которого составляет CO, H_2 и N_2 и который может быть использован в качестве газообразного топлива в котельных, газовых турбинах и двигателях внутреннего сгорания. Минимальная теплотворная способность газа — 1100 ккал/$м^3$. На базе газогенераторов разработаны и производятся установки тепловой мощностью 24, 48, 80 и 160 кВт, обеспечивающие нагрев и подачу воздуха для отопления.

Пиролиз. Наряду с прямым сжиганием и газификацией *пиролиз* является эффективным методом термохимической переработки биомассы, промышленных и бытовых отходов и одновременно одной из наименее развитых технологий энергетического использования биомассы. Пиролиз представляет собой процесс термического разложения органических соединений без доступа кислорода и происходит при относительно низких температурах (500—800 °С) по сравнению с процессами газификации (800—1300 °С) и горения (900—2000 °С).

Анаэробное сбраживание. При *анаэробном* сбраживании органические вещества разлагаются в отсутствие кислорода. При нормальной работе реактора получаемый биогаз содержит 60—70% метана, 30—40% двуокиси углерода, небольшое количество сероводорода, а также примеси водорода, аммиака и окислов азота. Получаемый при брожении биогаз имеет теплоту сгорания 5340—6230 ккал/м^3 (6,21—7,24 кВт·ч/м^3).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Лазерные и оптические нивелиры

2D Compact CONDTROL — уникальный по возможностям и беспрецедентно малый по размерам самовыравнивающийся лазерный нивелир. Предусмотрена работа в импульсном режиме с приемником и питание нивелира от внешнего источника. Корпус покрыт резиновым демпфером, что предохраняет прибор от ударов, пыли, влаги.

Рис. П1.1. 2D Compact CONDTROL

Технические характеристики:

Диапазон измерений, м	30—50
Погрешность, мм/м	±0,2
Габаритные размеры, мм	110×90×55
Масса, кг	0,18

Laser 3D CONDTROL — многофункциональный полностью автоматический мультипризменный лазерный нивелир с магнитным компенсатором, имеющий горизонтальный лимб и лазерный отвес, обеспечивающий построение двух вертикальных и одной горизонтальной плоскостей. Развертка обеспечивает пересечение вертикальных плоскостей в точке зенита. Прибор работает в импульсном режиме в солнечную погоду в радиусе 50 м.

Рис. П1.2. Laser 3D CONDTROL

Технические характеристики:

Диапазон измерений, м	30—50
Погрешность, мм/м	±0,2
Габаритные размеры, мм	D90×150
Масса, кг	0,9

Cube CONDTROL — уникальный по своим возможностям лазерный нивелир. Прибор на 360° вокруг себя строит 3 ортогональных плоскости (оси *X*, *Y*, *Z*).

Технические характеристики:

Диапазон измерений, м 50
Погрешность, мм/м ..... ±0,2

Рис. П1.3. Cube CONDTROL

Metro CONDTROL — лазерный дальномер. Оснащен функциями Пифагор, площадь, объем. Имеет сканер, память, встроенную откидную пятку для замеров из труднодоступных участков.

Технические характеристики:

Диапазон измерений, м ..... 0,05—50
Погрешность, мм ..... ±1,5
Габаритные размеры, мм ..... 100×58×32
Вес, г 175

Рис. П1.4. Metro CONDTROL

Stanley FatMax — лазерный дальномер. Прибор обладает повышенной стойкостью к ударной нагрузке.

Технические характеристики:

Диапазон измерений, м ..... 0,5—30
Погрешность, мм ..... ±5
Габаритные размеры, мм ..... 115×58×27
Вес, г 180

Рис. П1.5. Stanley FatMax

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Подсчет площадей зданий

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)

1. Площадь квартир следует определять как сумму площадей жилых комнат и подсобных помещений без учета лоджий, балконов, веранд, террас и холодных кладовых, тамбуров.
2. Общую площадь квартир следует определять как сумму площадей их помещений, встроенных шкафов, а также лоджий, балконов, веранд, террас и холодных кладовых, подсчитываемых со следующими понижающими коэффициентами: для лоджий — 0,5, для балконов и террас — 0,3, для веранд и холодных кладовок — 1,0.

   Площадь, занимаемая печью, в площадь помещений не включается. Площадь под маршем внутриквартирной лестницы при высоте от пола до низа выступающих конструкций 1,6 м и более не включается в площадь помещений, где расположена лестница.
3. Общую площадь общежитий следует определять как сумму площадей жилых комнат, подсобных помещений, помещений общественного назначения, а также лоджий, балконов и веранд, подсчитываемых согласно указанию п. 2.
4. Общую площадь квартир жилых зданий следует определять как сумму общих площадей квартир этих зданий, определяемую согласно п. 2; общая площадь помещений общественного назначе-

ния, встроенных в жилые дома, подсчитывается отдельно согласно СНиП 2.08.02-89*.

Площади подполья для проветривания здания, проектируемого для строительства на вечномерзлых грунтах, чердака, технического подполья (технического чердака), внеквартирных коммуникаций, а также тамбуров лестничных клеток, лифтовых и других шахт, портиков, крылец, наружных открытых лестниц в общую площадь зданий не включаются.

5. Площади жилого здания следует определять как сумму площадей этажей здания, измеренных в пределах внутренних поверхностей наружных стен, а также площадей балконов и лоджий.

   Площадь лестничных клеток, лифтовых и других шахт включается в площадь этажа с учетом их площадей в уровне данного этажа. Площадь чердаков и хозяйственного подполья в площадь здания не включается.

   Площадь помещений жилых зданий следует определять по их размерам, измеряемым между отдельными поверхностями стен и перегородок на уровне пола (без учета плинтусов).

6. При определении площади помещения мансардного этажа учитывается площадь этого помещения с высотой до наклонного потолка 1,5 м при наклоне 30° к горизонту, 1,1 м — при 45°, 0,5 м — при 60° и более. При промежуточных значениях высота определяется по интерполяции. Площадь помещений с меньшей высотой следует учитывать в общей площади с коэффициентом 0,7, при этом минимальная высота стен должна быть 1,2 м при наклоне 30°, 0,8 м при 45°—60°, не ограничивается при наклоне 60° и более.

   Для зданий секционного типа — общая поэтажная площадь квартир секции; галерейного и коридорного типов — общая площадь квартир на этаже.

7. Строительный объем надземной и подземной частей здания определяется в пределах ограничивающих поверхностей с включением ограждающих конструкций, световых фонарей и др., начиная с отметки чистого пола каждой из частей здания, без учета выступающих архитектурных деталей и конструктивных элементов, подпольных каналов, портиков, террас, балконов, объе-

ма проездов и пространства под зданием на опорах (в чистоте), а также проветриваемых подполий под зданиями, проектируемыми для строительства на вечномерзлых грунтах.

8. Площадь застройки здания определяется как площадь горизонтального сечения по внешнему обводу здания на уровне цоколя, включая выступающие части. Площадью под зданием, расположенным на столбах, а также проезды под ним включаются в площадь застройки.

9. При определении этажности надземной части здания в число этажей включаются все надземные этажи, в том числе технический, мансардный и цокольный, если верх его перекрытия выше средней планировочной отметки земли не менее чем на 2 м.

   Подполье для проветривания под зданиями, проектируемыми для строительства на вечномерзлых грунтах, в число надземных этажей не включается.

   При различном числе этажей в разных частях здания, а также при размещении здания на участке с уклоном, когда за счет уклона увеличивается число этажей, этажность определяется отдельно для каждой части здания.

   Технический этаж, расположенный над верхним этажом, при определении этажности здания не учитывается.

Производственные здания. СНИП 31-03-2001

1. Общая площадь здания определяется как сумма площадей всех этажей (надземных, включая технические, цокольного и подвальных), измеренных в пределах внутренних поверхностей наружных стен (или осей крайних колонн, где нет наружных стен), тоннелей, внутренних площадок, антресолей, всех ярусов внутренних этажерок, рамп, галерей (горизонтальной проекции) и переходов в другие здания.

2. В общую площадь здания не включаются площади технического подполья высотой менее 1,8 м до низа выступающих конструкций (в котором не требуются проходы для обслуживания комму-

никаций), над подвесными потолками, а также площадок для обслуживания подкрановых путей, кранов, конвейеров, монорельсов и светильников.

3. Площадь помещений, занимающих по высоте два этажа и более в пределах многоэтажного здания (двухсветных и многосветных), следует включать в общую площадь в пределах одного этажа.

4. При определении этажности здания учитываются площадки, ярусы этажерок и антресоли, площадь которых на любой отметке составляет более 40% площади этажа здания.

5. В помещениях высота от пола до низа выступающих конструкций перекрытия (покрытия) должна быть не менее 2,2 м, высота от пола до низа выступающих частей коммуникаций и оборудования в местах регулярного прохода людей и на путях эвакуации — не менее 2 м, а в местах нерегулярного прохода людей — не менее 1,8 м. При необходимости въезда в здание автомобилей высота проезда должна быть не менее 4,2 м до низа конструкций, выступающих частей коммуникаций и оборудования, для пожарных автомобилей — не менее 4,5 м.

6. Уклон маршей в лестничных клетках следует принимать не менее 1:2 при ширине проступи 0,3 м; для подвальных этажей и чердаков допускается принимать уклон маршей лестниц 1:1,5 при ширине проступи 0,26 м.

7. Внутренние открытые лестницы (при отсутствии стен лестничных клеток) должны иметь уклон не более 1:1. Уклон открытых лестниц для прохода к одиночным рабочим местам допускается увеличивать до 2:1. Для осмотра оборудования при высоте подъема не более 10 м допускается проектировать вертикальные лестницы шириной 0,6 м.

8. Число и грузоподъемность лифтов следует принимать в зависимости от пассажиро- и грузопотоков. При численности работающих (в наиболее многочисленную смену) не более 30 на всех этажах, расположенных выше 15 м, в здании следует предусматривать один лифт.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Исходные данные для проектирования объектов в СПб

1. Постановление Правительства СПб о проектировании строительства объекта (или распоряжение Комитета по градостроительству и архитектуре).
2. Комплект исходно-разрешительной документации и заключение органов государственного пожарного надзора.
3. Архитектурно-планировочное задание Комитета по градостроительству и архитектуре с приложением схемы размещения объекта М 1:2000.
4. Разрешительное письмо Комитета по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры для объектов, находящихся в зоне охраны недвижимых памятников истории и культуры.
5. Утвержденное задание на проектирование.
6. Утвержденное технологическое (техническое) задание для объектов со специальной технологией (объекты здравоохранения, образования, спорта, культовые здания, зрелищные учреждения и другие крупные уникальные объекты).
7. Технические условия на применяемые строительные конструкции, изделия и материалы.
8. Топографическая съемка участка с подземными коммуникациями М1:500 и границами землепользования, проектом горизонтальной планировки (ПГП) и красными линиями. Экспликация колодцев. Топографическая съемка М1:200 (в стесненных условиях и/или на участках, насыщенных подземными коммуникациями).

9. Инженерно-геологические изыскания на участке строительства (техническое задание на изыскания предоставляет проектировщик).
10. Инженерно-экологические изыскания, заключения: по радиационной безопасности; о наличии электромагнитного излучения (ЭМИ); о содержании в почвах тяжелых металлов, радона и других опасных веществ; об уровнях транспортного шума и других источников; о наличии санитарно-защитных зон.
11. Инвентарные планы этажей окружающей застройки (выдают проектно-инвентаризационные бюро (ПИБ) административных районов — филиалы городского управления инвентаризации и оценки недвижимости (ГУ ГУИОН).
12. Обмерные чертежи (для объектов реконструкции).
13. Заключение по результатам обследования фундаментов и конструкций (по объектам окружающей застройки в стесненных условиях строительства и по объектам реконструкции).
14. Исходные данные и требования по инженерно-техническим мероприятиям ГО и ЧС (выдает Главное управление по делам ГО и ЧС Санкт-Петербурга при наличии утвержденного задания на проектирование).
15. Технические условия на инженерное обеспечение объекта (на основании данных, предоставляемых проектировщиком: краткая характеристика объекта с основными показателями и расчеты потребности в инженерных ресурсах).

Таблица П3.1. Наименование технических условий и организаций, выдающих технические условия в СПб

Наименование технических условий	Наименование организации
Подключение к коммунальным сетям водопровода и канализации	ГУП "Водоканал"
Теплоснабжение	ОАО "Ленэнерго", ГУП "ТЭК СПб"
Электроснабжение	ОАО "Ленэнерго" и другие электроснабжающие организации

Таблица П3.1 *(окончание)*

Наименование технических условий	Наименование организации
Газоснабжение	ООО "ПетербургГаз"
Телефонизация	ОАО ПТС "Северо-Западный Телеком"
Радиофикация	ФГУ УПС "Радиотрансляционная сеть"
Телевидение (кабельное)	ОАО "СПб кабельное телевидение"
Диспетчеризация	Жилищный комитет Правительства СПб
Электрохимическая защита подземных сооружений, оперативный дистанционный контроль теплосети	Филиал "Энергоналадка", "Антикор-проект", ГУП ТЭК СПб

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Нормативные и правовые документы

Подготовка строительства

- ❒ СНиП 11-04-2003 "Инструкция о порядке разработки, согласования, экспертизы и утверждения градостроительной документации".
- ❒ Система нормативных документов в строительстве Санкт-Петербурга. Порядок проектной подготовки капитального строительства в СПб. Строительный еженедельник № 29 от 9 августа 2004 г., СПб., 2004.
- ❒ СНиП 21-01-97 "Пожарная безопасность зданий и сооружений".
- ❒ СНиП 35-01-2001 "Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения".
- ❒ СНиП 81-01-2004 "Инструкция о порядке определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации".
- ❒ ГОСТ 27751-88 "Надежность строительных конструкций и оснований".
- ❒ МДС 81-1,99 "Методические указания по определению стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации".
- ❒ ГОСТ 21.101:97 "Основные требования к проектной и рабочей документации".
- ❒ Приказ МЧС России от 31.07.2001 г. № 340.20. ТСН 10-301-2003 "Порядок разработки, согласования, утверждения и введения в действие территориальных строительных норм Санкт-Петербурга".

- ТСН 23-340-2003 "Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. Нормативы по застройке нецентральных районов Санкт-Петербурга".
- ТСН 30-305-2002 "Градостроительство. Реконструкция и застройка нецентральных районов Санкт-Петербурга".
- Распоряжение мэра Санкт-Петербурга от 18.02.94 г. № 142-р "Положение о порядке выдачи разрешений на выполнение строительно-монтажных работ на объектах строительства и реконструкции Санкт-Петербурга и подчиненных ему территориях" (с изменениями на 09.04.98 г.).
- ТСН 12-316-2002 СПб. Приемка и ввод в эксплуатацию законченных строительством объектов недвижимости. — СПб., 2002.
- Руководство по контролю качества строительно-монтажных работ. — СПб., Издательский Дом KN+, 2002.
- СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования. Госстрой России. — М., 2001.
- СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство. Госстрой России. — М., 2003.
- СНиП 12-01-2004. Организация строительства. — М., 2004.

Контроль качества строительно-монтажных работ, строительных материалов и изделий

- СНИП 3.03.01-87 "Несущие и ограждающие конструкции".
- СНИП 2.03.01-84* "Бетонные и железобетонные конструкции".
- СНИП 11-110-99 "Авторский надзор за строительством зданий и сооружений".
- СНИП 3.01.04-87 "Приемка объектов".
- СНИП II-3-79* "Строительная теплотехника" (изд. 1995 г.).
- СНИП II-22-81 "Каменные и армокаменные конструкции".
- СНИП 3.04.01-87 "Изоляционные и отделочные покрытия".

- ❒ СНИП 3.02.01-87 "Земляные сооружения, основания и фундаменты".
- ❒ СНИП II-23-81* "Стальные конструкции".
- ❒ СНИП 2.03.11-85 "Защита строительных конструкций от коррозии".
- ❒ СНИП 2.08.01-89* "Жилые здания".
- ❒ СНИП 2.08.02-89* "Общественные здания и сооружения".
- ❒ СНИП 3.01.01-85* "Организация строительного производства".
- ❒ СНиП 12-03-2001 "Безопасность труда в строительстве".
- ❒ ГОСТ 21520-89 "Блоки из ячеистых бетонов. Технические условия".
- ❒ ГОСТ 17624-87 "Ультразвуковой метод определения прочности".
- ❒ ГОСТ 379-95 "Кирпич и камни силикатные. Технические условия".
- ❒ ГОСТ 530-95 "Кирпич и камни керамические. Технические условия".
- ❒ ГОСТ 8462-85 "Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе".
- ❒ ГОСТ 31.50-88 "Цементы. Метод определения тепловыделения".
- ❒ ГОСТ 10060.0-95 "Бетоны. Методы контроля морозостойкости".
- ❒ ГОСТ 10181.1-81 "Смеси бетонные. Метод определения удобоукладываемости".
- ❒ ГОСТ 12730.5-84* "Бетоны. Метод определения водопроницаемости".
- ❒ ГОСТ 12730.2-78 "Бетоны. Метод определения влажности".
- ❒ ГОСТ 18105-86* "Бетоны. Правила контроля прочности".
- ❒ ГОСТ 22783-77 "Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля".
- ❒ ГОСТ 22783-77 "Бетоны. Метод ускоренного определения прочности на сжатие".

- ГОСТ 7473-94 "Смеси бетонные. Технические условия".
- ГОСТ 28570-90 "Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций".
- ГОСТ 17177-94 "Материалы и изделия строительные, теплоизоляционные. Методы испытаний".
- ИСО 10013-95 "Руководящие указания по разработке руководств по качеству".
- ГОСТ 26254-84 (1994) "Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций".
- ГОСТ 26629-85 "Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций".
- ГОСТ 26824-86 "Здания и сооружения. Методы измерения яркости".
- ГОСТ 30494-96 "Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях".
- СТ СЭВ 3976-83 "Здания жилые и общественные. Основные положения проектирования".
- СТ СЭВ 3977-83 "Здания производственные промышленных предприятий. Основные положения проектирования".

Тепловая защита зданий

- СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий".
- Свод правил СП 23-101 "Проектирование тепловой защиты зданий".
- ГОСТ 30494 "Параметры микроклимата в жилых и общественных зданиях".
- ГОСТ 31166-2003 "Конструкции ограждающие зданий и сооружений. Метод калориметрического определения коэффициента теплопередачи".
- ГОСТ 31167: "Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натурных условиях".

- ГОСТ 31168-2003: "Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление".
- ГОСТ 26254-84: "Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций".
- ГОСТ 26229 "Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций".
- СНиП 31-01-2003 "Здания жилые многоквартирные" (раздел 11 "Энергоснабжение").
- СНиП 31-02-2001 "Дома жилые одноквартирные" (раздел 9 "Энергоснабжение").

На региональном уровне руководствуются территориальными Строительными нормами (ТСН) в 50 регионах РФ под общим названием "Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий".

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Уникальные сооружения различной высоты

На рис. П5.1 показаны самые высокие строения в мире. Самым высоким зданием в мире является Бурдж-Халифа́, открытие которого состоялось 4 января 2010 года в крупнейшем городе Объединённых Арабских Эмиратов — Дубае.

За ней следует телерадиомачта в г. Бланшар (Северная Дакота, США), построенная в 1963 г. Имеет высоту — 629 метров.

Платформа "Петрониус", возвышающаяся на 570 м над поверхностью Мексиканского залива. Она была пущена в эксплуатацию 21 июля 2000 г. Высшая точка платформы (на стреле) находится в 610 м над уровнем океана.

Самая высокая свободно стоящая башня — "Си-эн Тауэр" в Торонто (Канада) высотой 553,34 м. Останкинская башня телецентра в Москве имеет высоту 540 м. Башня "Тайбэй 101", известная как финансовый центр Тайбэй (Тайвань), имеет высоту 508 м. В конструкции сооружения использован "активный демпфер" в виде 90-тонного железного балласта, подвешенного внутри для стабилизации постройки.

Эмпайр Стейт Билдинг (высочайшее здание 1931—1974 гг.) имеет высоту 381 м до крыши и 449 м до верхушки антенны. Роскошный отель "Бурж-аль-Араб" (Арабская башня) расположен в 15 км к югу от Дубаи (ОАЭ), был измерен 26 октября 1999 г. — его высота от поверхности земли до верхушки мачты составила 320,94 м. Отель расположен на искусственном острове и построен в форме паруса. Эйфелева башня в Париже поднимается на высоту 305 м. Высотное здание Московского университета возвышается на 240 м.

Флагшток в Панмунчжоне (КНДР) на границе с Южной Кореей имеет высоту 160 м, на нем установлен флаг 30 м. Пирамида Хеопса в Гизе (Египет), также известная как Великая пирамида, была

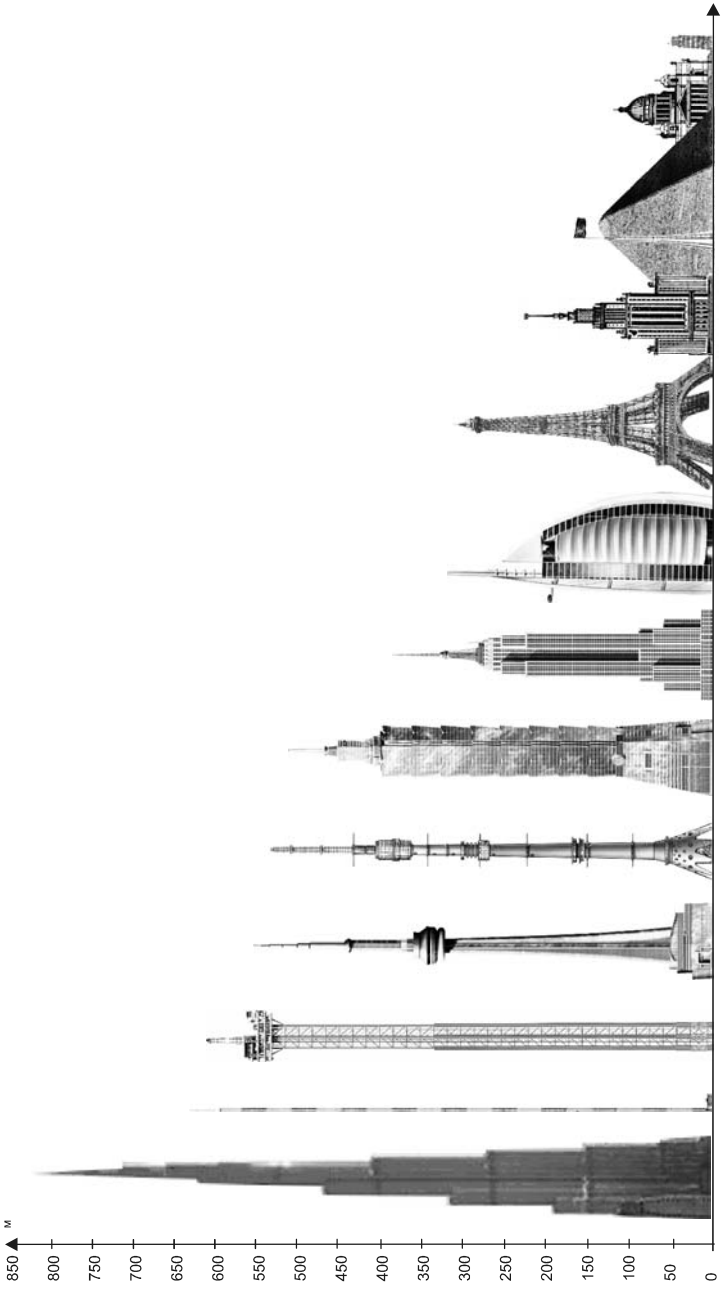


Рис. П5.1. Уникальные сооружения различной высоты

построена 4500 лет назад и имела высоту 146,7 м. Со временем под влиянием эрозии и вандализма ее высота сократилась до 137,5 м.

Исаакиевский собор в Санкт-Петербурге занимает четвертое место в мире по величине, уступая лишь собору Святого Петра в Риме, собору Святого Павла в Лондоне и собору Святой Марии во Флоренции. Он достигает 101,52 м в высоту при площади 4000 м^2 и может вместить до 12 000 человек. В оформлении интерьера были использованы многочисленные произведения живописи, мозаики, скульптуры, различные виды драгоценных камней и позолота.

Знаменитая падающая башня в г. Пизе (Италия) имеет высоту 54,5 м. В 2001 г. ее вновь открыли для туристов после реконструкции из-за опасений, что она может упасть *(см. главу 10)*.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Описание компакт-диска

Компакт-диск содержит нормативную базу, список терминов и определений (рис. П6.1), а также дополнительные материалы по технологии строительного производства (табл. П6.1).

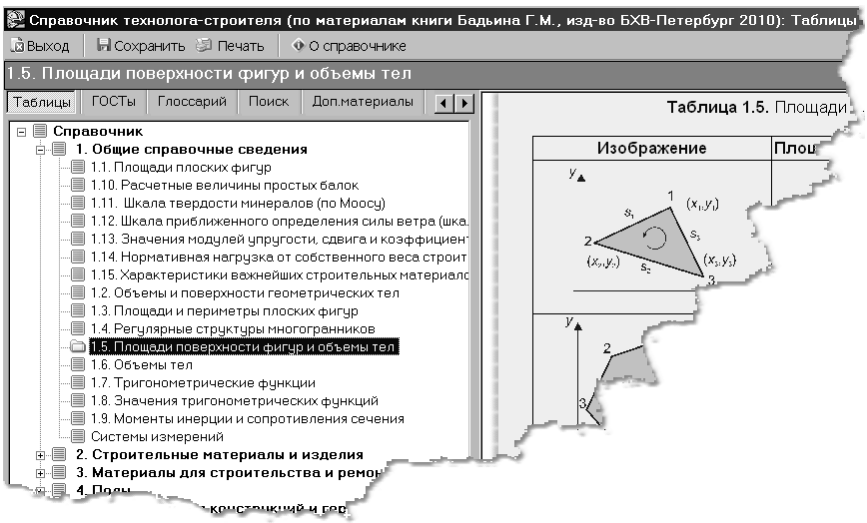


Рис. П6.1. Содержание компакт-диска

Инструкция по работе с электронным справочником находится на компакт-диске в файле **Инструкция по работе с компакт-диском.doc**.

Для прочтения части дополнительных материалов на компьютере должен быть установлен Acrobat Reader, который можно бесплатно скачать по адресу **http://www.adobe.com/products/reader/**.

Таблица П6.1. Дополнительные материалы на компакт-диске

Название папки	Содержание файлов, расположенных в папке
Бетонные и опалубочные работы	Технологии возведения зданий из монолитного железобетона, пенобетона SOLBI, опалубки и опоры компаний NOE, PERI и др.
Гидроизоляционные работы	Гидроизоляция зданий при реконструкции и реставрации с использованием материалов: ГИДРОТЕКС, ПЕНЕТРОН, КАЛЬМАТРОН, ЛАХТА проникающего действия и др.
Контроль качества работ	Контроль качества изготовления и монтажа металлоконструкций, наземное лазерное сканирование
Кровли и кровельные работы	Инверсионные кровли, кровельные полимерные мембраны, применение полистиролбетона при устройстве кровель и др.
Ремонт и усиление подземной части зданий	Усиление фундаментов, технология устройства буронабивных свай, метод глубинного перемешивания, технологии улучшения грунта, турбоджет, струйное цементирование и др.
Строительно-монтажные работы	Монтажные и специальные работы в строительстве, монтаж строительных конструкций, сборно-монолитное строительство, конструктивные решения многослойных стен и др.
Устройство мансард	Деревянные конструкции мансард и др.
Теплоизоляционные работы	Теплоизоляция ISOVER, теплотехнический расчет стен и др.
Механизация свайных работ	Техника компаний BAUER, FUNDEX, TUBEX, JUNTTAN, SOILMEC, CASAGRANDE, СТРОЙДОРМАШ
Фасадные системы и технологии	Системы утепления и укрепления фасадов, остекления спортивных комплексов, конструкции навесных вентилируемых фасадов

Предметный указатель

А

Автобетоновоз 292, 293, 299
Автобетононасос 298
Автобетоносмеситель 298
Анаэробное сбраживание 506
Арматура 77, 80, 415, 417, 421, 437—439, 442
Арматурные работы 286

Б

Бетон 41, 43, 49, 119, 120, 133, 160, 192, 202, 215, 252, 260, 261, 264, 265, 272, 273, 286, 287, 292, 300, 302, 303—307, 315, 407—409, 414, 419, 422, 436—439, 463, 464, 469, 470, 477, 483, 486

В

Ветроэнергетические установки 501
Водопонижение 211
Воздухопроницаемость 496

Г

Газификация 505
Герметизация стыков 215
Гидроизоляция 201—206, 248, 362, 419, 433, 466, 467
Грунт 114, 122, 202, 203, 214, 301, 304, 309, 313, 351, 383, 385, 387, 389, 399, 410—412, 413, 415, 418, 421, 425—428, 472, 478, 488

Д

Деформационные швы 214
Дренажные системы 201, 212

З

Звукоизоляция 165—167, 403, 470, 487

И

Износ 193, 399, 400
Изоляция 119, 158, 247, 420
Интеллектуальный дом 257

К

Камни 43, 50, 125, 159, 171
Кладка 308—310, 320, 417, 433, 441, 446, 453, 460, 119
Колонны 100, 123, 215, 263, 268, 269, 272, 273, 286, 295, 301, 306, 327—331, 356, 363, 414, 436, 437
Коэффициент компактности 500
Кран 249, 266, 285, 325, 327, 332—338, 340, 341, 344, 346, 355—357, 369, 373, 374, 376, 412, 427
Кровельные материалы 158, 173, 203, 206, 207, 220, 363, 451, 454, 462

Л

Лесоматериалы 50

М

Малярные работы 391
Мансарды 253, 365—367, 470

О

Облицовка стен 49, 72, 123, 133, 137, 140, 176, 177, 264, 310, 420, 453, 462, 480
Огнезащитные материалы 155
Опалубка 88, 122, 164, 260—262, 264, 266, 268—270, 272, 274, 277, 321, 430, 478

П

Пассивный 493
Пиломатериалы 51, 53
Пиролиз 505
Полы 42, 58, 180, 200
Прямое сжигание 505

Р

Растворовозы 296
Растворы строительные 44, 49, 99, 106, 113, 204, 235, 309, 313, 319, 322, 384, 385, 387, 388, 421, 435, 453, 458
Реконструкция 160, 194, 201, 366, 367, 426
Рекуперация 497

С

Сваи 340, 414, 416, 419, 421—423, 426, 428
Силикатизация грунтов 410, 411
Смолизация грунта 412
Солнечные фотоэлектрические электростанции 501
Стекло 39, 41, 49, 50, 59, 65, 67, 167, 454, 463
Стеновые блоки 134, 161, 362,
Стеновые материалы 123
Стеновые панели 72, 100, 109, 163, 334, 361, 451

Т

Тампонаж зданий 319
Теплозащита 68, 129, 168, 383, 449
Технология "сухого строительства" 173, 174, 176, 179, 253

У

Усиление конструкций 199, 366, 399, 431
Устойчивость конструкций 285, 351, 355
Утепление 140, 362, 433, 471, 473, 474

Ц

Цементация грунта 411

Ш

Штукатурка 43, 119, 122, 135, 136, 176, 205, 383, 433, 453, 457, 472, 474, 475

строительство и архитектура

Справочник технолога-строителя

2-е издание

Бадьин Геннадий Михайлович, д. т. н., профессор кафедры «Технологии строительного производства» Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники 2006 г., член секции строительства Восточно-Европейского союза экспертов, член-корреспондент Российской инженерной академии и Петровской академии наук и искусств, автор более 200 научных трудов, 16 изобретений и патентов, 2 учебников, 17 монографий и учебных пособий, а также 5 справочников для строителей, среди которых «Справочник по измерительному контролю качества строительных работ» и др.

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. Достоинством уникального справочника является комплексное структурно-ориентированное представление материала по основным технологическим направлениям и видам строительно-монтажных работ. 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). Справочник предназначен для широкого круга специалистов строительной отрасли: проектировщиков, мастеров, бригадиров, технологов – строителей, индивидуальных застройщиков. Книга является хорошим учебным пособием для студентов и учащихся строительных специальностей, а также будет полезна всем, кто интересуется последними достижениями в области технологии строительного производства.

+cd Компакт-диск содержит нормативную базу, список терминов и определений по технологии строительного производства.

ISBN 978-5-9775-0528-4

БХВ-ПЕТЕРБУРГ
190005,
Санкт-Петербург,
Измайловский пр., 29
E-mail: mail@bhv.ru
Internet: www.bhv.ru
Тел.: (812) 251-42-44
Факс: (812) 320-01-79