



МИР строительства

Справочник строителя

Строительная техника,
конструкции и технологии

Редактор оригинального издания Х. Фрей
Издание 3-е, исправленное

Перевод с немецкого
Т.Н. Арндт

ТЕХНОСФЕРА

Москва

2018

УДК 69 (035)
ББК 38
С74

С74 Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии
Издание 3-е, исправленное и дополненное
Редактор оригинального издания Х. Фрей
Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2018. — 872с. – (Мир строительства).
ISBN 978-5-94836-496-4

Русскоязычному читателю хорошо знаком справочник строителя под редакцией Ханса Нестле, выдержавший 14 изданий на немецком языке. В 2013–2015 гг. та же команда немецких специалистов подготовила 15-е издание под общей редакцией Хансйорга Фрея. В соответствии с новыми европейскими требованиями авторы существенно переработали главы «Строительство из железобетона», «Строительство из дерева», «Дорожное строительство».

Третье издание на русском языке известного немецкого справочника представляет собой всеобъемлющий источник информации по технологическим и конструктивным вопросам строительства. Книга неизменно пользуется большим спросом среди инженеров-проектировщиков и специалистов в области строительства; может использоваться в проектно бюро и на стройплощадке в качестве справочника, а также для преподавания в строительных техникумах и вузах, является не только прекрасным учебным пособием, но и хорошим практическим руководством.

УДК 69 (035)
ББК 38



Авторы:

Баллай Фалк, Фрей Хансйорг, Херрманн Август, Кун Фолькер, Лиллих Йоахим, Нестле Ханс, Нутч Вольфганг, Шульц Петер, Трауб Мартин, Ур Ульрих, Вайбель Хельмут, Вернер Хорст

Руководство авторским коллективом:

Фрей Хансйорг, дипл. преподаватель профессионального образования

Обработка иллюстраций:

Чертежное бюро Ирены Лиллих, Швабский Гмюнд

© Copyright 2013 by Verlag EUROPA-LEHRMITTEL, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Naan-Gruiten (Germany)

© 2018, АО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА», перевод на русский язык, оригинал-макет, оформление

ISBN 978-5-94836-496-4
ISBN 978-3-8085-4465-5 (нем.)

Содержание

Предисловие	15
Глава 1. Строительная отрасль	17
1.1. Строительное дело.....	17
1.2. Строительные профессии	17
1.2.1. Профессии, занятые при возведении несущего каркаса и ограждающих конструкций здания.....	18
1.2.2. Профессии подземного строительства.....	19
1.2.3. Профессии отделочников	19
1.3. Взаимодействие строительных профессий	20
1.4. Образование в области строительства	21
Глава 2. Естественно-научные основы строительства	23
2.1. Химические основы	23
2.1.1. Тело и вещество	23
2.1.2. Химические и физические процессы	24
2.1.3. Виды веществ.....	25
2.1.4. Химические элементы.....	25
2.1.5. Химические соединения	27
2.1.6. Смеси	29
2.1.7. Важнейшие основные вещества и их соединения	30
2.1.8. Кислоты	33
2.1.9. Щелочи	34
2.1.10. Соли	35
2.1.11. Вода	37
2.1.12. Загрязнение и защита окружающей среды.....	39
2.2. Физические основы.....	41
2.2.1. Физические величины	42
2.2.2. Объем, масса, плотность, пористость	43
2.2.3. Когеция, агрегатные состояния, адгезия.....	45
2.2.4. Поверхностное натяжение, капиллярность	46
2.2.5. Механические свойства твердых тел	47
2.2.6. Силы	48
2.2.7. Нагрузки на здание	52
2.2.8. Прочность и напряжение.....	53
2.2.9. Давление в жидкостях	57
2.2.10. Тепло	58
2.2.11. Влажность воздуха	64
2.2.12. Звук	65
2.3. Основы электротехники.....	67
2.3.1. Распределение электрической энергии.....	68
2.3.2. Производственная безопасность и безопасность труда.....	70
2.3.3. Защитные мероприятия	71
2.3.4. Виды защиты, классы защиты	73
2.3.5. Электрические установки на стройплощадках	74

Глава 3. Строительные материалы	77
3.1. Природные строительные камни.....	77
3.1.1. Возникновение природных строительных камней.....	77
3.1.2. Виды природных камней.....	78
3.2. Искусственные камни.....	82
3.2.1. Обожженные камни.....	82
3.2.2. Необоженные камни.....	89
3.3. Стекло.....	98
3.3.1. Изделия из стекла.....	98
3.4. Вяжущие.....	102
3.4.1. Строительные известки.....	102
3.4.2. Цементы.....	104
3.4.4. Кальциево-сульфатные вяжущие и композитные кальциево-сульфатные вяжущие.....	112
3.4.5. Смешанные вяжущие.....	112
3.4.6. Штукатурные и кладочные вяжущие.....	112
3.4.7. Битумы.....	113
3.4.8. Асфальт.....	119
3.5. Заполнители из каменных материалов.....	124
3.5.1. Свойства.....	124
3.5.2. Контроль (проверка).....	126
3.5.3. Поверхностная влажность.....	127
3.5.4. Виды.....	127
3.5.5. Заполнитель для раствора.....	127
3.5.6. Заполнители для бетона.....	128
3.6. Вода затворения.....	132
3.7. Добавки к бетону.....	132
3.7.1. Средства, добавляемые к бетону.....	132
3.7.2. Прочие добавки к бетону.....	135
3.8. Растворы.....	136
3.8.1. Приготовление раствора.....	136
3.8.2. Кладочные растворы.....	137
3.8.3. Стяжечные растворы.....	140
3.8.4. Штукатурные растворы.....	140
3.9. Древесина.....	142
3.9.1. Рост и строение древесины.....	142
3.9.2. Свойства древесины.....	148
3.9.3. Высушивание древесины.....	153
3.9.4. Породы древесины.....	156
3.9.5. Пороки древесины.....	160
3.9.6. Вредители древесины.....	161
3.9.7. Защита древесины.....	166
3.9.8. Товарные формы цельной древесины.....	172
3.9.9. Шпон и древесные материалы.....	175
3.10. Металлы.....	181

3.10.1. Черные металлы.....	181
3.10.1.1. Чугун	182
3.10.2. Арматура для бетона	185
3.10.3. Напрягаемая арматура.....	191
3.10.4. Профилированные растягивающиеся металлические листы.....	192
3.10.5. Цветные металлы	192
3.10.6. Коррозия.....	194
3.11. Пластмассы	198
3.11.1. Состав, свойства и обозначение	198
3.11.2. Виды	199
Глава 4. Строительное проектирование	206
4.1. Виды строительного проектирования	206
4.2. Основы строительного проектирования	207
4.2.1. Основы строительного права.....	207
4.2.2. Технические основы.....	213
4.3. Фазы строительного проектирования и проведения строительных работ	215
4.4. Процесс получения разрешения на строительство.....	215
4.5. Масштабы планов	218
4.6. Планирование затрат на строительство.....	218
4.7. Описание работ, передача заказа и расчет стоимости строительных работ (AVA)	220
4.7.1. Определение объемов работ и передача заказа на исполнение.....	221
4.7.2. Расчет стоимости работ.....	224
Глава 5. Строительное производство.....	225
5.1. Подготовка работ.....	225
5.1.1. Способ строительства	225
5.1.2. Время строительства	226
5.1.3. Оборудование строительной площадки	229
5.2. Надзор за ведением строительных работ.....	240
5.2.1. Отчетность	240
5.2.2. Строительный контроль	242
5.3. Техника безопасности	243
5.3.1. Предотвращение несчастных случаев	243
5.3.2. Поведение при несчастных случаях	245
5.4. Строительные леса и подмости.....	245
5.4.1. Защитные леса.....	246
5.4.2. Рабочие леса и подмости.....	248
5.5. Строительные измерения.....	257
5.5.1. Разбивка точек.....	257
5.5.2. Измерение длины.....	260
5.5.3. Измерение углов.....	262
5.5.4. Измерение высот.....	265
5.5.5. Строительные геодезические измерения с помощью лазерного инструмента	269

5.5.6. Съемка продольных и поперечных профилей	272
5.5.7. Строительная разбивка	274
5.5.8. Обноска.....	275
Глава 6. Строительные грунты, фундаменты, водоотведение	279
6.1. Строительные грунты.....	279
6.1.1. Строительный котлован, укрепление котлованов	280
6.1.2. Распределение давления в грунте	284
6.1.3. Осадка зданий и разрушение грунта.....	285
6.1.4. Поведение грунта при морозе (промерзание).....	286
6.1.5. Водоотлив	286
6.2. Фундаменты.....	288
6.2.1. Разновидности фундаментов	288
6.2.2. Фундаменты глубокого заложения	291
6.2.3. Заземление фундаментов	293
6.3. Водоотведение из дома и с участка	294
6.3.1. Виды сточных вод.....	294
6.3.2. Методы водоотведения	295
6.3.3. Канализационные трубопроводы	296
6.3.4. Устройство траншеи для прокладки труб	298
6.3.5. Прокладка труб.....	300
6.3.6. Контрольные устройства.....	300
6.3.7. Обратная засыпка траншей канализации	301
Глава 7. Каменные работы	303
7.1. Модульная система размеров.....	303
7.1.1. Модульные размеры и форматы камней	303
7.1.2. Конструктивные размеры без отделки	304
7.2. перевязка кладки	305
7.2.1. Серединная перевязка.....	306
7.2.1.2. Ложковая перевязка	307
7.2.2. Концевые перевязки	308
7.2.3. Присоединения стен под прямым углом.....	310
7.2.4. Косоугольные присоединения стен.....	313
7.2.5. Перевязка при кладке дымовых труб.....	314
7.2.6. Декоративные перевязки	315
7.3. Каменная кладка стен	317
7.3.1. Прочность каменной кладки	317
7.3.2. Кладка стен.....	319
7.4. Каменные работы	325
7.4.1. Рабочие приспособления	325
7.4.2. Рабочее место	326
7.4.3. Производство работ.....	326
7.5. Виды каменной кладки	333
7.5.1. Однослойная кладка.....	334
7.5.2. Кладка с двумя слоями из камня	338

7.5.3. Стены-заполнения	348
7.5.4. Каменные арки и своды	349
7.6. Кладка из природного камня	350
7.6.1. Природные кладочные камни	351
7.6.2. Работа с природным камнем.....	351
7.6.3. Виды кладки	352
7.7. Ремонт каменной кладки	356
7.7.1. Описание объекта и имеющихся повреждений	356
7.7.2. Санация каменной кладки.....	357
7.7.3. Осушение каменной кладки	359
7.7.4. Устранение солей и высолов.....	362
7.7.5. Замена каменной кладки	362
Глава 8. Устройство опалубки	364
8.1. Части опалубки.....	365
8.1.1. Палуба опалубки.....	365
8.1.2. Несущая конструкция.....	367
8.2. Изготовление опалубки	371
8.2.1. Установка опалубки.....	372
8.2.2. Раскрепление опалубки	372
8.2.3. Опалубка в местах выемок	374
8.3. Снятие опалубки (распалубливание)	375
8.3.1. Уход и складирование опалубки	376
8.4. Опалубки для частей зданий	377
8.4.1. Опалубка для фундаментов.....	377
8.4.2. Стеновая опалубка	378
8.4.3. Опалубка стоек	381
8.4.4. Опалубка балок.....	382
8.4.5. Опалубка перекрытий	382
8.4.6. Опалубка лестниц.....	383
8.4.7. Опалубка для лицевого бетона.....	384
8.4.8. Опалубки стен и перекрытий большой площади.....	385
8.4.9. Подъемно-переставная опалубка	388
8.4.10. Скользящая опалубка.....	389
Глава 9. Строительство из бетона	391
9.1. Виды и стандартизация	391
9.2. Свежий бетон.....	392
9.2.1. Фазы твердения	392
9.2.2. Водоцементное отношение.....	394
9.2.3. Консистенция.....	396
9.2.4. Транспортный бетон	399
9.2.5. Поставки транспортного бетона.....	400
9.2.6. Укладка	405
9.3. Твердый бетон.....	418
9.3.1. Свойства	418

9.3.2. Классификация твердого бетона	422
9.4. Обеспечение качества	425
9.4.1. Контроль производства	425
9.4.2. Контроль соответствия качества	426
9.5. Легкий бетон	429
9.5.1. Виды легкого бетона	430
9.5.2. Состав	431
9.5.3. Свойства	432
9.5.4. Укладка	433
Глава 10. Строительство из железобетона	435
10.1. Железобетон	435
10.1.1. Положение и форма арматуры	437
10.1.2. Защитный слой бетона	439
10.1.3. Указания по армированию	442
10.1.4. Армирование	451
10.1.5. Армирование железобетонных конструкций	457
10.1.6. Перекрытия	467
10.1.7. Железобетонные балки и железобетонные балочные плиты	484
10.2. Реконструкция железобетонных сооружений	489
10.2.1. Воздействия на железобетонные конструкции	490
10.2.2. Проектирование мероприятий по ремонту	493
10.2.3. Методы ремонта конструкций (санирование)	493
10.2.4. Проведение ремонта	494
10.3. Предварительно-напряженный бетон	496
10.3.1. Принцип предварительно-напряженного бетона	497
10.3.2. Виды предварительно напряженного бетона	498
10.3.3. Строительные материалы	500
10.3.4. Напрягающий элемент	501
10.3.5. Предварительное напряжение	502
10.3.6. Процесс натяжения	502
10.3.7. Преимущества предварительно напряженного бетона	503
Глава 11. Сборное строительство из бетона	505
11.1. Способы строительства из сборных элементов	505
11.1.1. Каркасное строительство	506
11.1.2. Панельное строительство	507
11.2. Изготовление и монтаж сборных элементов	509
11.2.1. Изготовление	509
11.2.2. Монтаж	510
11.2.3. Сборные стены	512
Глава 12. Строительство из дерева	514
12.1. Обработка древесины	514
12.1.1. Измерение и разметка	514

12.1.2. Распиловка.....	514
12.1.3. Строгание.....	519
12.1.4. Долбление.....	521
12.1.5. Сверление.....	522
12.1.6. Шлифование.....	524
12.1.7. Предписания по предупреждению несчастных случаев.....	524
12.2. Крепежные изделия.....	525
12.2.1. Гвозди.....	525
12.2.2. Скобы.....	527
12.2.3. Шурупы.....	527
12.2.4. Шпонки.....	528
12.2.5. Гвоздевые пластины.....	529
12.2.6. Крепления из перфорированного стального листа.....	530
12.3. Соединения деревянных элементов.....	531
12.3.1. Продольные соединения.....	531
12.3.2. Угловые соединения.....	532
12.3.3. Примыкающие соединения.....	532
12.3.4. Крестовые соединения.....	533
12.3.5. Врубки.....	534
12.3.6. Соединения на болтах и стержневых шпонках.....	536
12.3.7. Соединения на шпонках.....	537
12.3.8. Несущие гвоздевые соединения.....	539
12.3.9. Соединения с помощью гвоздевых пластин.....	542
12.4. Склеивание строительной древесины.....	543
12.4.1. Клеящие материалы.....	544
12.4.2. Многослойный клееный брус.....	546
12.4.3. Клееные балки.....	548
12.4.4. Балки со стенкой и фахверковые фермы.....	549
12.5. Деревянные конструкции.....	550
12.5.1. Деревянные стены.....	550
12.5.2. Деревянные перекрытия.....	554
Глава 13. Строительство с применением стальных конструкций.....	558
13.1. Обработка стали.....	558
13.1.1. Соединение.....	558
13.1.2. Резка.....	559
13.1.3. Изменение формы.....	560
13.2. Виды строительных систем.....	560
13.2.1. Фахверковые системы.....	560
13.2.2. Рамные конструкции.....	561
13.3. Устройство колонн и ригелей.....	562
13.3.1. Стальные колонны.....	562
13.3.2. Стальные балки.....	562
13.3.3. Устройство стен.....	563
13.4. Защитные мероприятия.....	564

Глава 14. Устройство лестниц	566
14.1. Определения	566
14.2. Формы лестниц.....	566
14.3. Размеры лестниц.....	568
14.3.1. Размеры ступеней.....	568
14.3.2. Размеры лестниц	570
14.3.3. Расчет забежных ступеней	571
14.4. Устройство лестниц	575
14.4.1. Каменные лестницы.....	575
14.4.2. Деревянные лестницы.....	584
14.4.3. Виды конструкций деревянных лестниц.....	584
14.4.4. Перила лестниц	589
Глава 15. Защита зданий и сооружений	591
15.1. Тепло- и звукоизоляционные материалы	591
15.2. Пароизоляция.....	595
15.3. Теплозащита.....	597
15.3.1. Теплопроводность	598
15.3.2. Коэффициент теплопередачи, сопротивление теплопередаче	598
15.3.3. Сопротивление теплообмену	600
15.3.4. Общее сопротивление теплопередаче, общий коэффициент теплопередачи	601
15.3.5. Требования к теплозащите	602
15.3.6. Теплоизолирующие конструкции	608
15.4. Влагозащита.....	612
15.4.1. Гидроизоляция против грунтовой влаги	613
15.4.2. Изоляция против воды под давлением.....	617
15.4.3. Швы в строительных сооружения	619
15.4.4. Дренаж	622
15.4.5. Возникновение конденсата.....	625
15.5. Шумозащита	629
15.5.1. Звукоизоляция	629
15.5.2. Звукоизоляция стен.....	630
15.5.3. Звукоизоляция перекрытий	632
15.5.4. Защита от шума за счет звукопоглощения	635
15.6. Пожарозащита	636
15.6.1. Пожарная опасность строительных материалов и продуктов	637
15.6.2. Пожарная опасность конструкций	638
15.6.3. Пожарозащитные мероприятия для строительных конструкций.....	638
Глава 16. Системы отвода отработанных газов, строительство дымовых труб	642
16.1. Обозначения, используемые для дымовых труб.....	642
16.2. Принцип действия.....	643
16.3. Строительство дымовых труб.....	644
16.3.1. Требования к дымовым трубам	644

16.3.2. Факторы, влияющие на тягу трубы.....	646
16.3.3. Маркировка дымовых труб и систем отвода ОГ.....	647
16.3.4. Конструкции дымовых труб.....	648
Глава 17. Крыши.....	652
17.1. Части крыш и их форма.....	652
17.2. Несущие конструкции крыши.....	654
17.2.1. Стропильная крыша.....	655
17.2.2. Крыша из стропил с затяжкой.....	656
17.2.3. Крыша с наслонными стропилами.....	656
17.2.4. Шпренгельная система и висячая система стропил.....	659
17.2.5. Свободно опертые фермы.....	660
17.3. Уклон крыш.....	663
17.4. Кровля.....	664
17.4.1. Нижняя кровля, нижнее покрытие и подкладочный слой.....	665
17.4.2. Кровельное покрытие и гидроизоляция кровли.....	666
17.5. Уклонные кровли.....	667
17.5.1. Чешуйчатые кровельные материалы.....	667
17.5.2. Покрытие профильными листами.....	676
17.5.3. Покрытие фальцованным листовым металлом.....	679
17.5.4. Покрытие рулонными материалами.....	680
17.5.5. Защита от несчастных случаев при кровельных работах.....	680
17.5.6. Вентилируемые и неветилируемые скатные крыши.....	680
17.6. Плоские крыши.....	684
17.6.1. Невентилируемые плоские крыши.....	684
17.6.2. Озелененная кровля.....	685
17.6.3. Вентилируемые плоские кровли.....	686
Глава 18. Внутренняя отделка и оборудование здания.....	688
18.1. Санитарно-техническое оборудование.....	688
18.1.1. Монтаж оборудования для питьевой воды.....	688
18.1.2. Монтаж системы отведения сточных вод.....	690
18.1.3. Санитарно-технические устройства.....	691
18.2. Отопительная техника.....	692
18.2.1. Выработка тепловой энергии.....	692
18.2.2. Распределение тепловой энергии.....	694
18.2.3. Система подачи топлива.....	697
18.3. Системы кондиционирования и вентиляции.....	702
18.3.1. Вентиляционные и климатические установки.....	702
18.3.2. Центральная система вытяжной вентиляции.....	703
18.3.3. Центральная система вентиляции жилых помещений.....	704
18.4. Электрооборудование.....	705
18.4.1. Устройства подведения электроэнергии к зданию.....	706
18.4.2. Главные провода.....	706
18.4.3. Электросчетчик.....	706
18.4.4. Распределительные провода с предохранителями для отдельных цепей тока.....	706

18.3.5. Электрооборудование в отдельных электрических цепях	707
18.4.6. Информационные системы	707
18.4.7. Оборудование системотехники здания.....	708
18.4.8. Визуализация в системе автоматизации зданий	710
18.4.9. Системы охранной и пожарной сигнализации	711
18.4.10. Фотоэлектрические системы	712
18.5. Штукатурка.....	715
18.5.1. Методы оштукатуривания.....	715
18.5.2. Штукатурные системы	718
18.5.3. Сухая штукатурка	722
18.5.4. Теплоизоляционные штукатурные системы	722
18.5.5. Многослойные теплоизоляционные системы	723
18.5.6. Санирующая штукатурка	726
18.5.7. Наружная цокольная штукатурка и наружная штукатурка для стен подвалов.....	727
18.5.8. Оштукатуривание ниш и конструктивных элементов	728
18.6. Стяжка.....	730
18.6.1. Виды стяжек.....	731
18.6.2. Конструкции стяжек	734
18.6.3. Укладка стяжек	737
18.6.4. Деформационные швы.....	741
18.6.5. Последующая обработка стяжки	741
18.6.6. Укладка чистого пола на стяжки.....	742
18.6.7. Определение высоты стяжки	742
18.6.8. Различные конструкции стяжек в зависимости от использования помещений.....	743
18.7. Сухое строительство	744
18.7.1. Строительные материалы.....	744
18.7.2. Конструкции стен.....	748
18.7.3. Потолочные конструкции.....	751
18.7.4. Обращение и работа с гипсокартонными плитами.....	753
18.8. Керамические плитки и плиты	754
18.8.1. Обозначения и размеры	754
18.8.2. Виды керамической плитки	756
18.8.3. Доборные элементы	758
18.8.4. Инструменты и приспособления.....	759
18.8.5. Облицовка стен и полов.....	760
18.8.6. Облицовка стен и напольные покрытия внутри помещения	761
18.8.7. Наружные покрытия	762
18.8.8. Планирование плиточных работ.....	763
18.9. Строительные столярные работы	765
18.9.1. Окна	765
18.9.2. Двери.....	768
18.9.3. Облицовка стен.....	774
18.9.4. Облицовка потолков	775

18.9.5. Переставные перегородки.....	776
18.9.6. Отделка пола из древесины или древесных материалов.....	778
18.9.7. Эластичные покрытия пола.....	781
18.9.8. Текстильные покрытия пола.....	783
Глава 19. Подземное строительство.....	785
19.1. Водоснабжение.....	785
19.1.1. Виды воды.....	785
19.1.2. Получение воды.....	787
19.1.3. Подготовка воды.....	791
19.1.4. Водонакопление.....	794
19.1.5. Распределение воды.....	796
19.2. Водоотведение.....	796
19.2.1. Сточные воды.....	797
19.2.2. Методы водоотведения.....	798
19.2.3. Сточный канал.....	800
19.2.4. Рабочие чертежи.....	812
19.2.5. Ситуационные планы.....	813
19.3. Очистка сточных вод.....	814
19.3.1. Очистные сооружения.....	814
19.3.2. Малые очистные сооружения.....	822
Глава 20. Дорожное строительство.....	825
20.1. Дорожная сеть.....	825
20.2. Ответственные за строительство дорог.....	826
20.3. Классификация дорог.....	826
20.4. Процесс проектирования дорог.....	828
20.4.1. Предварительный проект (линейный проект).....	828
20.4.2. Эскизный проект для получения разрешения на строительство.....	828
20.4.3. Окончательный проект и утверждение проектной документации.....	829
20.5. Трассировка дороги.....	829
20.6. Генеральный план.....	829
20.6.1. Прямые.....	830
20.6.2. Дуги окружностей.....	830
20.6.3. Переходные кривые.....	830
20.7. Вертикальный план.....	833
20.7.1. Продольные уклоны, выпуклости, вогнутости.....	835
20.7.2. Расчет высотных отметок градиента.....	836
20.7.3. Полоса кривизны.....	837
20.7.4. Полоса поперечных уклонов.....	838
20.8. Поперечный разрез дороги.....	841
20.8.1. Определение ширины дороги.....	842
20.8.2. Пространство для движения, пространство безопасности, пространство в свету.....	844

20.8.3. Велосипедные и пешеходные дороги	844
20.8.4. Нормативные сечения	844
20.8.5. Устройство откосов.....	844
20.9. Конструкция дороги.....	845
20.9.1. Грунтовое основание	845
20.9.2. Основание дорожной одежды.....	846
20.9.3. Земляное полотно.....	846
20.9.4. Дорожная одежда.....	846
20.9.5. Морозозащитный слой.....	847
20.9.6. Несущие слои	849
20.9.7. Слои покрытия	850
20.9.8. Бетонные покрытия	851
20.9.9. Брусчатые покрытия.....	851
20.10. Поперечные профили.....	852
20.11. Удаление воды с дороги	853
20.11.1. Удаление воды с дороги вне застроенных районов	854
20.11.2. Отведение воды с дороги в пределах застроенных районов	855
20.11.3. Устройства для просачивания воды (зикеры).....	856
20.11.4. Дрены	856
20.12. Защита от шума на дорогах.....	857
Глава 21. Компьютерные технологии в строительной технике	859
21.1. Строительное проектирование	859
21.2. Проведение строительных работ	861
21.3. Получение информации.....	863
Глава 22. Строительство в прошлом и в современности	865
22.1. Античный стиль.....	865
22.2. Романский стиль	866
22.3. Готика	866
22.4. Возрождение	867
22.5. Барокко, рококо	868
22.6. Классицизм.....	869
22.7. Эkleктика и югендстиль	869
22.8. Новое время	870
22.9. Модерн.....	871

Предисловие

Содержание книги «Строительная техника» соответствует «Правилам производственного обучения в отрасли строительство» и единым для всей ФРГ базовым учебным планам для профессиональных технических учебных заведений. Для преподавания строительных дисциплин данное учебное пособие вместе с другими учебными пособиями издательства «Европа», такими как «Специальная математика» и «Техническое черчение», представляет всеобъемлющую информацию по технологическим и конструктивным вопросам. Тем самым облегчается получение требуемых знаний и ключевых квалификаций.

Прилагаемый компакт-диск со всеми рисунками и таблицами, содержащимися в книге, предназначен для использования учащимися и помогает создавать собственные презентации и проекты.

Также возможно приобретение преподавательской версии компакт-диска, который содержит дополнительно 400 избранных интерактивных иллюстраций, служащих для последовательной проработки учебного материала и подготовки материалов для занятий.

«Строительная техника», таким образом, позволяет:

- осуществлять обработку проектов различной степени сложности;
- проводить быстрый поиск данных и конструктивных деталей за счет логического построения книги;
- самостоятельно получать знания за счет легко понимаемых текстов, а также наглядных иллюстраций и графиков;
- глубже освоить выученный материал благодаря многочисленным заданиям и упражнениям;
- создавать отчеты о проделанной работе и презентации.

Издание подходит в основном для преподавания в профессиональных училищах и для производственного обучения, а также в качестве учебного пособия в школах подготовки мастеров и в техникумах. Книга также может использоваться для получения ответов на вопросы из практики, для подготовки строительно-технического обучения или для объяснения основ и профессиональных понятий в ходе обучения. Не в последнюю очередь книга может быть использована в бюро и на строительной площадке в качестве справочного пособия.

Авторы и издательство благодарны всем читателям книги за критические замечания и пожелания. Их можно отправить по адресу lektorat@europa-lehrmittel.de.

В переработанном 15-м издании «Строительной техники» актуализированы используемые стандарты, внесены изменения в условные обозначения в формулах и сокращениях, а также поправки и дополнения в содержание книги.

В главе «Древесина» большое внимание уделено содержанию документа «Еврокод 5», например в области защиты древесины. Среди стальных арматурных сеток отдельно описаны арматурные сетки со смещенным выпуском. В главе «Пластмассы» приведены краткие сокращения для синтетических материалов, особенно часто применяемых в строительстве. Для класса грунтов добавлены значения коэффициента разрыхления. В главе «Строительство из железобетона» изменены краткие обозначения диаметров изгибных роликов, описана анкеровка арматуры

на опорах в соответствии с документом «Еврокод 2», а для массивных железобетонных плит толщина защитного слоя и глубина опирания изменены в соответствии с предписаниями. Гидроизоляция от напорной воды описана и показана согласно новейшим стандартам.

В главу «Дорожное строительство» внесены директивы, уже действующие в настоящий момент и запланированные для введения в ближайшее время (RIN, RAA, RAST и RAL).

Гёппинген, весна 2013 г.

Хансйорг Фрей

ГЛАВА I

СТРОИТЕЛЬНАЯ ОТРАСЛЬ

1.1. Строительное дело

Потребности человека в защите от погодных воздействий и опасностей делают необходимым строительство зданий и сооружений. Рост населения и его растущие запросы способствуют дальнейшему росту строительной деятельности для создания зданий и сооружений для жилья, работы, отдыха и транспорта (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Примеры зданий и сооружений

Рабочие и служащие в строительной отрасли организованы в **профсоюзы, работодатели** объединяются в **союзы работодателей**. Профсоюзы и союзы работодателей регулируют условия труда на стройплощадках. В переговорах о тарифах устанавливается заработная плата и другие условия.

Строительное дело подразделяется на основные строительные работы и сопутствующие строительные работы (рис. 1.2).

1.2. Строительные профессии

Различные строительные навыки, которые должны быть использованы при возведении зданий и сооружений, требуют наличия большого числа строительных профессий, как, например, профессий, занятых при возведении несущего каркаса и



Рис. 1.2. Основные виды строительных работ

ограждающих конструкций здания, отделочных работах, подземном строительстве. К профессиям проектировщиков, кроме инженеров и архитекторов, относятся также различные виды чертежников, в том числе специалистов в области компьютерной графики.

Строительные чертежники выполняют по заданиям архитекторов и инженеров необходимые для возведения зданий и сооружений чертежи, фотоснимки зданий для их перестройки. Кроме того, они выполняют обмеры и составляют планы существующих зданий, планы прокладки существующей канализации и других коммуникаций.

1.2.1. Профессии, занятые при возведении несущего каркаса и ограждающих конструкций здания

Каменщики и бетонщики возводят фундаменты, стены, колонны, перекрытия, лестницы и дымовые трубы. Они ведут кладку из искусственных камней и из природного камня, опалубочные работы и бетонируют части зданий из бетона, железобетона и предварительно напряженного железобетона, выполняют работы по изготовлению деталей из бетона, монтажу сборных элементов и возведению полносборных зданий (рис. 1.3). Кроме того, они возводят обжиговые печи, рассчитанные на высокие температуры. При возведении несущего каркаса зданий и ограждающих конструкций могут производиться также устройство теплоизоляции, штукатурные работы, предварительные электротехнические работы, такие, как прокладка в конструкциях пустых труб для скрытой электропроводки, монтаж предварительно изготовленных окон, дверных петель и рольставен, укладка стяжек, плитки, отделочных плит и мозаики. Возможны также работы по укладке полов.



Рис. 1.3. Каменщики и бетонщики

Монтажники лесов возводят деревянные, стальные леса и подмости из алюминия, в особенности на

церковных колокольнях, опорах мостов, градирнях, и сдают их строительным фирмам (рис. 1.4).

Операторы строительных машин управляют и обслуживают строительные машины, занятые на стройплощадке. Это, например, землеройные машины, машины для изготовления и укладки бетона, а также транспортные машины (рис. 1.5).

Плотники изготавливают в основном деревянные конструкции для стен, перекрытий, лестниц и крыш. Изготовление лесов и опалубки для бетона, укладка цементно-волоконных плит, сухие отделочные работы (установка плит сухой штукатурки), а также устройство вентилируемых фасадов относятся также к задачам, выполняемым плотниками.

Жестянщики и кровельщики также относятся к профессиям по возведению «коробки» несущего остова и ограждающих конструкций зданий.

«Коробка» здания считается законченной, если возведены стены, перекрытия и крыша.

1.2.2. Профессии подземного строительства

Строители-дорожники строят дороги, площадки и взлетно-посадочные полосы для самолетов. Кроме того, они производят планировку территорий, устраивают откосы, кюветы, канавы и плотины, а также дренаж, трубопроводы водоотведения и шахты (рис. 1.6).

Рельсоукладчики и прокладчики труб также относятся к профессиям подземного строительства.

К работам подземного строительства относятся строительство дорог, а также прокладка трубопроводов.

1.2.3. Профессии отделочников

Штукатуры оштукатуривают неотделанные стены и перекрытия, изготавливают перегородки из сухой штукатурки, ведут работы по затирке и устройству стяжек (рис. 1.7).

Монтажники гипсокартонных плит возводят перегородки «сухим способом», т.е. из гипсокартона на каркасе, ведут отделку стен и перекрытий, укладыва-



Рис. 1.4. Монтажник лесов



Рис. 1.5. Водитель строительной машины

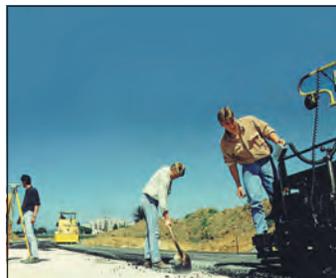


Рис. 1.6. Строители-дорожники



Рис. 1.7. Штукатуры

Из календарного плана также видно, когда, например, каменщики могут подключаться к работе после прокладки труб для отопления, газоснабжения, водоснабжения и канализации для заделки отверстий в стенах. Также можно увидеть, когда, например, может начаться монтаж батарей отопления, раковин и ванн.

1.4. Образование в области строительства

Профессиональное образование в области строительства производится по ступенчатой схеме в области основных строительных работ в специальных образовательных учреждениях, в профессиональных училищах и в межфирменных учебных комбинатах строительной отрасли (рис. 1.10). Обучение продолжается, как правило, три года. В первый год ведется базовое обучение. На втором году обучения подключается

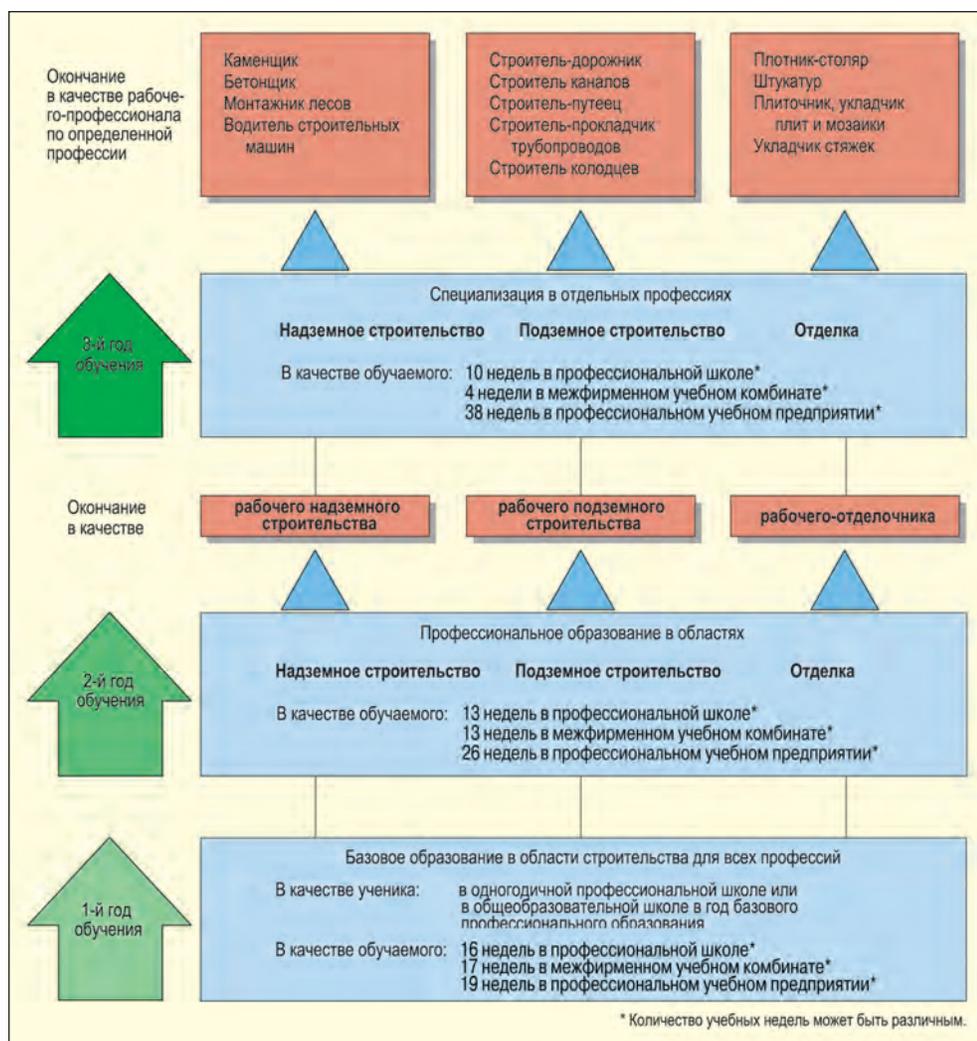


Рис. 1.10. Образование в профессиональной области «Строительство»

профессиональное обучение в области надземного или подземного строительства. После второго года обучение учащегося в качестве рабочего в области надземного или подземного строительства или рабочего-отделочника может быть закончено. Третий год обучения служит для специализации, например в профессии каменщика или бетонщика. После окончания трехлетнего обучения учащийся может сдать экзамен на звание подмастерья или рабочего по профессии. Подмастерье в основных строительных профессиях называется рабочим по профессии.

Дальнейшее образование на мастера или техника возможно только в профессиональном училище. Обучение в профессиональной высшей школе или в техническом университете позволяет получить профессию дипломированного инженера по определенной специальности.

ГЛАВА 2

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

В строительстве большое количество разных строительных материалов с помощью определенных технологий превращается в здание или сооружение. Это требует знаний о свойствах строительных материалов и о процессах, происходящих при их переработке. Основой для этого являются такие естественные науки, как **физика**, **химия**, а также **электротехника**.

При возведении здания или сооружения необходимо учитывать большое число химических и физических процессов.

2.1. Химические основы

Химия занимается построением, составом, изготовлением и свойствами материалов, а также их превращениями и происходящими при этом процессами.

2.1.1. Тело и вещество

Каждое тело, будучи твердым, жидким или газообразным, занимает пространство. Там, где находится одно тело, не может находиться одновременно второе тело. Каждое тело состоит из одного определенного вещества, называемого также материей. Понятия «тело» и «вещество» пересекаются и поэтому применяются часто в одном и том же значении (рис. 2.1).

Каждое тело занимает определенное пространство и состоит из определенного вещества. Каждое вещество занимает пространство и образует, таким образом, тело. Тела и вещества могут различаться по своим свойствам.

Свойства тел в основном включают:

- форму агрегатного состояния;
- объем;
- энергетическое состояние.

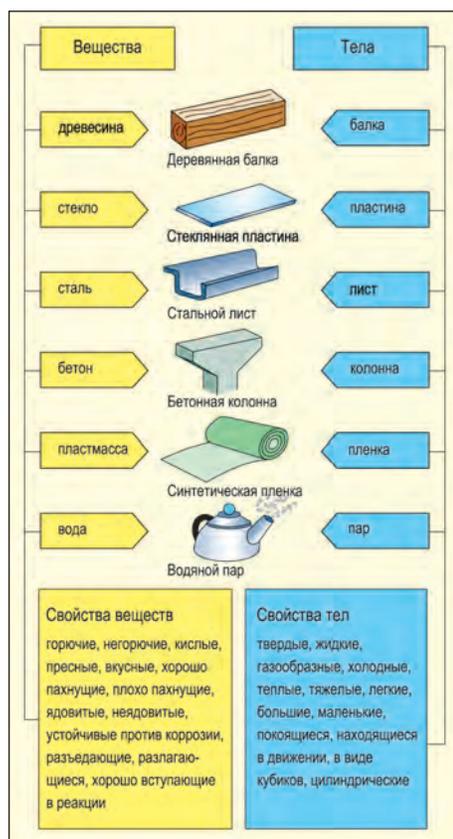


Рис. 2.1. Тела и вещества (примеры)

Свойства веществ в основном включают:

- способность к реакциям с другими веществами;
- запах и вкус;
- устойчивость против коррозии.

Физика занимается состоянием тел и изменением их агрегатных состояний при физических процессах. Состав веществ при этом не изменяется.

Химия занимается веществами, их составом и свойствами, а также изменениями веществ при химических процессах.

2.1.2. Химические и физические процессы

2.1.2.1. Химический процесс

При химических процессах из одного или нескольких исходных материалов получают новые вещества с полностью другими свойствами, отличными от свойств

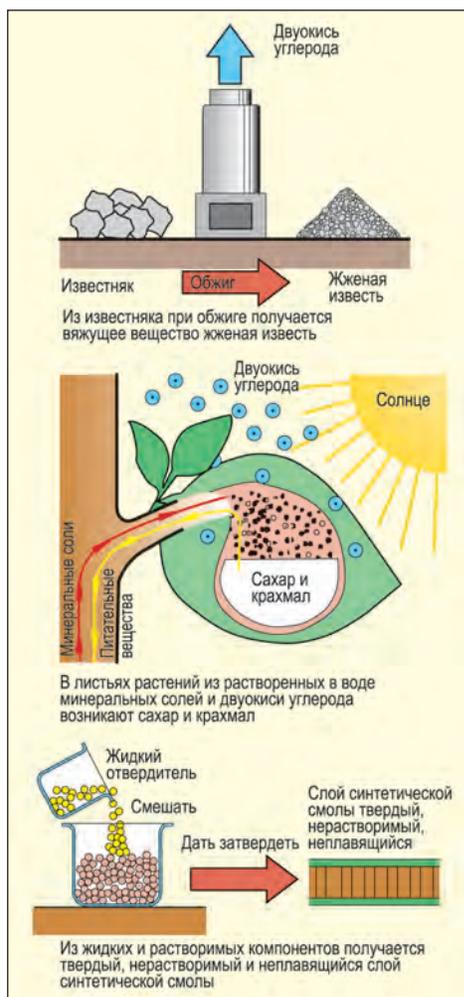


Рис. 2.2. Химические процессы (примеры)

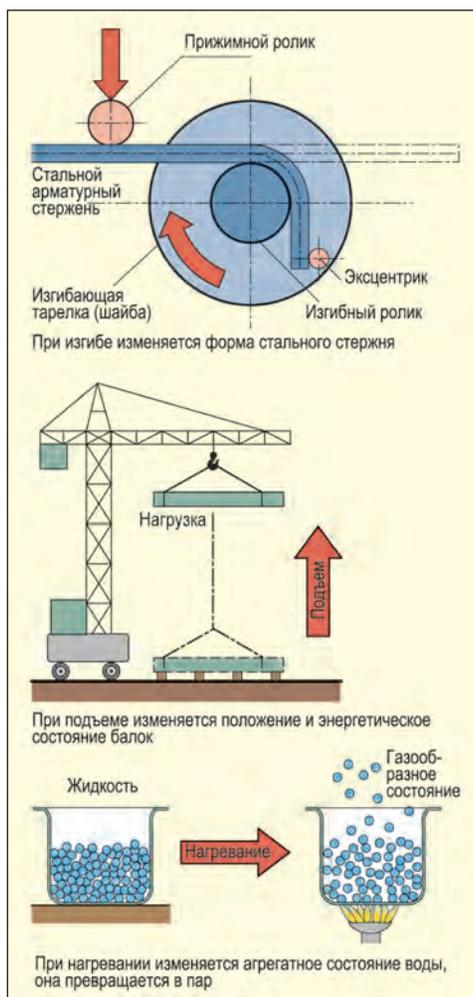


Рис. 2.3. Физические процессы (примеры)

исходных веществ (рис. 2.2). При **химических процессах** возникает новое вещество.

2.1.2.2. Физический процесс

При физических процессах не возникает новое вещество. Изменяется агрегатное состояние, положение или величина вещества или тела (рис. 2.3). При **физическом процессе** изменяется состояние вещества, вещество остается прежним.

2.1.3. Виды веществ

По составу веществ различаются смеси или смеси материалов, химические соединения и элементы или основные вещества.

СМЕСИ

Состоят из многих различных отдельных веществ. Смеси, например известковый раствор, с помощью физико-механических методов можно разложить на отдельные вещества – песок, воду и известь (рис. 2.4). Физико-механические методы разделения – это, например, дистилляция, выпаривание, фильтрование и отстаивание.

ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Состоят по меньшей мере из двух различных основных веществ или элементов. Химические соединения не могут быть разложены на отдельные элементы с помощью физико-механических процессов. Только с помощью химических методов можно разложить их на отдельные элементы, как, например, гидрат окиси кальция на кальций, кислород и водород (см. рис. 2.4).

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Называются также основными веществами. Это вещества, которые не могут быть разложены на составляющие ни с помощью физико-механических, ни с помощью химических методов, как, например, кремний и кислород (см. рис. 2.4).

2.1.4. Химические элементы

Вещества, которые не могут больше быть разложены на отдельные элементы, называют химическими элементами или основными веществами.

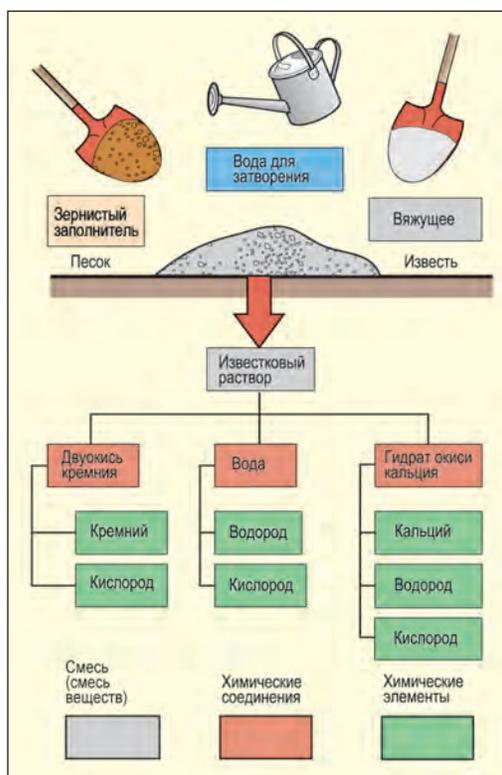


Рис. 2.4. Виды веществ

Физико-механические методы разделения – это, например, дистилляция, выпаривание, фильтрование и отстаивание.

Таблица 2.1. Наименование и краткое обозначение важнейших элементов			
Название	Краткое обозначение	Название	Краткое обозначение
Металлы		Металлы	
Алюминий	Al	Ванадий	V
Свинец	Pb	Вольфрам	W
Хром	Cr	Цинк	Zn
Железо	Fe	Олово	Sn
Золото	Au	Неметаллы	
Калий	K	Аргон	Ar
Кальций	Ca	Хлор	Cl
Кобальт	Co	Фтор	F
Медь	Cu	Гелий	He
Магний	Mg	Углерод	C
Марганец	Mn	Неон	Ne
Молибден	Mo	Фосфор	P
Натрий	Na	Кислород	O
Никель	Ni	Сера	S
Ниобий	Nb	Азот	N
Платина	Pt	Водород	H
Ртуть	Hg	Полуметаллы	
Серебро	Ag	Кремний	Si
Тантал	Ta	Селен	Se
Титан	Ti		

Существует 90 природных элементов, из которых состоят все вещества на Земле. 19 элементов получены искусственным путем. Из природных элементов 66 – металлы, 17 – неметаллы и 6 – полуметаллы. **Металлы** блестят и являются хорошими проводниками электрического тока и тепла. **Неметаллы** в основном газообразные, преимущественно диэлектрики и плохие проводники тепла, как, например, сера. **Полуметаллы** могут иметь как металлические, так и неметаллические свойства, как, например, кремний и селен.

Элементы обозначаются в основном краткими обозначениями, которые являются производными от их греческого или латинского названия (табл. 2.1).

Химические элементы состоят из атомов. Атомы определенных элементов одинаковы. Поэтому различные свойства элементов объясняются различным строением их атомов.

2.1.4.1. Периодическая система элементов

Если исследовать свойства элементов в последовательности их порядковых номеров, то можно заметить, что почти одинаковые свойства периодически повторяются через 8 элементов. При этом получается 7 строчек или периодов. Период 3, например, объединяет элементы от натрия до аргона (рис. 2.5).

Если расположить 7 периодов так, что элементы с одинаковыми свойствами будут стоять одни под другими, то получится 8 вертикальных колонок или главных групп от I до VIII (табл. 2.2).

Расположение элементов по их свойствам в 7 горизонтальных периодов и 8 вертикальных колонок или главных групп называется **периодической системой химических элементов** (созданной русским ученым Д.И. Менделеевым. – *Примеч. ред.*).

		Главные группы							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Периоды	3	11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar

Рис. 2.5. Элементы периода 3 от 1 до 8 наружных электронов

Таблица 2.2. Периодическая система химических элементов (сокращенная)

Период	Основные группы		Подгруппы										Основные группы																
	I	II	III a	IV a	V a	VI a	VII a	VIII a		I a	II a	III	IV	V	VI	VII	VIII												
1	1 H 1,008		Обозначение: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">8 O 15,999</div> <div style="text-align: left;"> Порядковый номер Условное обозначение Относительная атомная масса (≈ массовое число) </div> <div style="text-align: right;"> Металлы Неметаллы Полуметаллы </div> </div>																										2 He 4,00
2	3 Li 6,939	4 Be 9,012										5 B 10,811	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 12,998	10 Ne 20,183												
3	11 Na 22,989	12 Mg 24,312										13 Al 26,982	14 Si 28,086	15 P 30,974	16 S 32,064	17 Cl 35,492	18 Ar 39,948												
4	19 K 39,102	20 Ca 40,08	21 Sc 44,956	22 Ti 47,9	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,847	27 Co 58,933	28 Ni 58,71	29 Cu 63,54	30 Zn 65,37	31 Ga 69,72	32 Ge 72,59	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,909	36 Kr 83,80											
5	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,905	40 Zr 91,22	41 Nb 92,906	42 Mo 95,94	43 Tc 99	44 Ru 101,07	45 Rh 102,905	46 Pd 106,04	47 Ag 107,87	48 Cd 112,40	49 In 114,82	50 Sn 118,69	51 Sb 121,75	52 Te 127,6	53 J 126,9	54 Xe 131,30											
6	55 Cs 132,90	56 Ba 137,34	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,948	74 W 183,948	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,09	79 Au 196,967	80 Hg 200,59	81 Tl 204,37	82 Pb 207,192	83* Bi 208,98	84* Po 210	85* At 210	86* Rn 222											
7	87* Fr 223	88* Ra 226,05	89* Ac 227	104* Rf 258	105* Db 260	106* Sg 261	107* Bh 262	108* Hs 263	109* Mt 266																				

* Все изотопы этих элементов радиоактивны

Было установлено, что элементы главных групп содержат на внешней электронной орбите каждый раз от 1 до 8 электронов. Элементы главной группы 1 имеют всегда 1 внешний электрон. Они все – металлы, за исключением водорода, и сильно реагируют с неметаллами, как, например, кислород или хлор. Элементы главной группы VIII имеют на внешней орбите по 8 электронов. Они при комнатной температуре газообразные и не вступают в реакцию с другими элементами (инертные газы). Металлы находятся в левой части периодической системы, неметаллы – в правой. Между ними расположены полуметаллы. Периодическая система четко показывает, что свойства элементов зависят от количества электронов на их внешних орбитах.

Атомы элементов в подгруппах имеют 1 или 2 внешних электрона и различаются по количеству электронов на их внутренних орбитах. Свойства элементов в подгруппах имеют большое сходство, все они металлы (см. табл. 2.2).

2.1.5. Химические соединения

Различные атомы или элементы могут образовывать между собой соединения. Возникшее при этом новое вещество называют химическим соединением. Это новое вещество имеет совсем другие свойства, чем свойства элементов, из которых он состоит. Например, один атом кислорода (O) с двумя атомами водорода (H) образуют одну молекулу воды (H₂O). Химическое соединение вода имеет другие свойства, чем элементы кислород и водород (рис. 2.6).

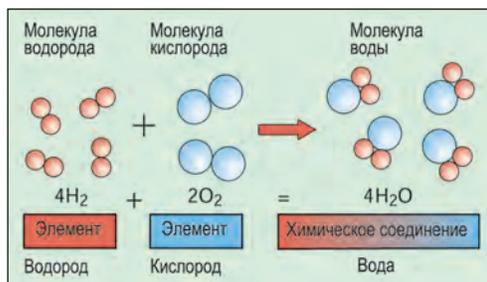


Рис. 2.6. Химические соединения (пример)

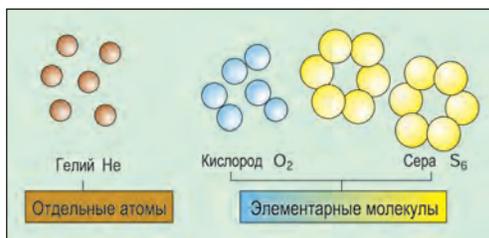


Рис. 2.7. Отдельные элементы и элементарные молекулы

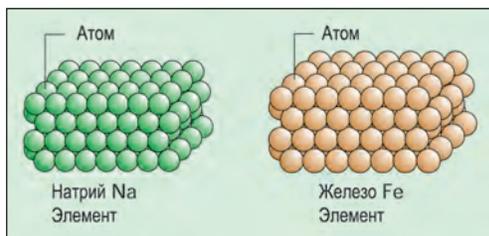


Рис. 2.8. Объединение частиц

Примеры:

CH₄ 1 молекула метана состоит из 1 атома углерода и 4 атомов водорода;

NaCl 1 молекула хлорида натрия (поваренная соль) состоит из 1 атома натрия и 1 атома хлора.

2.1.5.1. Химические уравнения

При химических процессах массы веществ перед химическим процессом равны массам веществ после процесса. Химические процессы, называемые также химическими реакциями, можно представить в виде **химических уравнений**, или уравнений реакций.

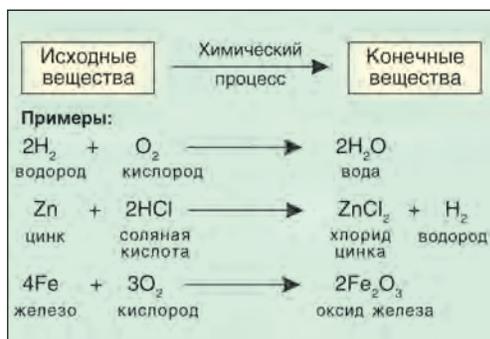


Рис. 2.9. Химическое уравнение

2.1.5.2. Синтез, анализ

Под термином **синтез** понимают создание химического соединения. Получение синтетических материалов, например пластиков, является основной задачей химической промышленности. Разложение химических соединений на их элементы

Одна молекула — это мельчайшая частица химического соединения. Молекулы одного химического соединения одинаковы.

У многих элементов определенное количество атомов объединено в молекулы. Их называют элементарными молекулами, например кислород с двумя, а сера с шестью атомами. Только у инертных газов, например у гелия, имеются отдельные атомы (рис. 2.7). В металлических элементах атомы образуют кристаллоподобные соединения частиц (рис. 2.8). Количество атомов одного элемента в молекуле показывается в виде нижнего индекса около краткого обозначения элемента, причем индекс 1 отсутствует.

В химических уравнениях знак равенства заменяется стрелкой. В левой части уравнения приведены исходные вещества, в правой — вещества, полученные после реакции (конечные вещества). Количество атомов в левой части уравнения должно соответствовать количеству атомов в правой части. Если расчет показывает, что необходимо выравнивание, это производится соответствующей цифрой перед кратким обозначением (рис. 2.9).

называют **анализом**. Синтез и анализ — это химические процессы. Они могут быть представлены химическими уравнениями (рис. 2.10).

2.1.6. Смеси

Некоторые вещества можно произвольно смешивать. При этом они не будут вступать в химические реакции. Полученная смесь не является новым веществом. Поэтому ее можно разделить на исходные вещества с помощью физических процессов, например с помощью дистилляции, выпаривания, фильтрования, магнитного разделения или осаждения. Смесями являются, например, растворы, дисперсии и сплавы.

2.1.6.1. Растворы

Многочисленные твердые, жидкие и газообразные материалы могут так тонко распределяться в жидкостях, что в них будут существовать только отдельные молекулы. Тогда говорят, что вещество находится в растворенном состоянии, или в **растворе**. Жидкость называют **растворителем** (рис. 2.11). Определенное количество растворителя при определенной температуре может растворить только определенное количество вещества. Если это количество достигнуто, то раствор **насыщается**. Раствор, приближающийся по концентрации к насыщенному, называется **концентрированным**, а раствор, далекий от состояния насыщения, называется **разбавленным**. Процесс растворения может быть ускорен при размельчении растворимого вещества, а также при помешивании или нагревании. Растворенные твердые вещества могут выделяться из растворов с помощью испарения растворителя, например при обмазке холодной битумной мастикой.

2.1.6.2. Дисперсия

При дисперсии очень маленькие частички вещества распределяются очень тонко в жидкости, не растворяясь в ней. Такую жидкость называют дисперсионной средой. Если тонко распределенное вещество является твердым, то дисперсию называют **суспензией**, например бетонит (рис. 2.12). Если это жидкость, то говорят об **эмульсии**, например битум-

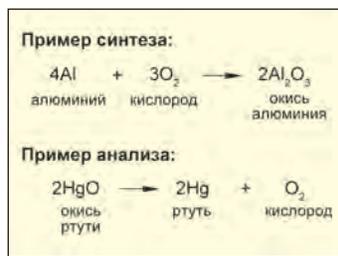


Рис. 2.10. Синтез и анализ

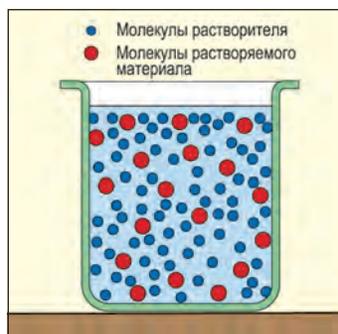


Рис. 2.11. Раствор

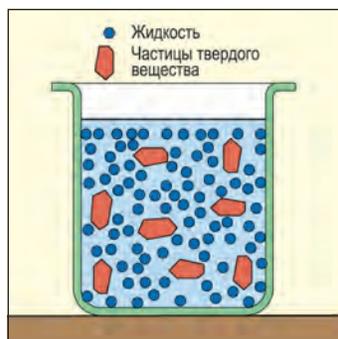


Рис. 2.12. Суспензия



Рис. 2.13. Эмульсия

ная эмульсия (рис. 2.13). В дисперсиях тонко распределенные в жидкости частички со временем осаждаются, и наступает частичное расслоение. Поэтому перед употреблением их надо встряхивать или перемешивать. Примерами могут служить дисперсионные клеи и дисперсионные краски, а также сверлильные эмульсии из нефти и воды для обработки металлов.

2.1.6.3. Сплавы

Многие металлы в расплавленном состоянии растворяются друг в друге. Затвердевший раствор называют сплавом. Свойства сплава очень часто значительно отличаются от свойств исходных металлов, например по их прочности, твердости и температуре плавления. С помощью легирования можно создавать материалы с определенными свойствами. Так, например, сталь с добавками хрома и никеля становится устойчивой против коррозии.

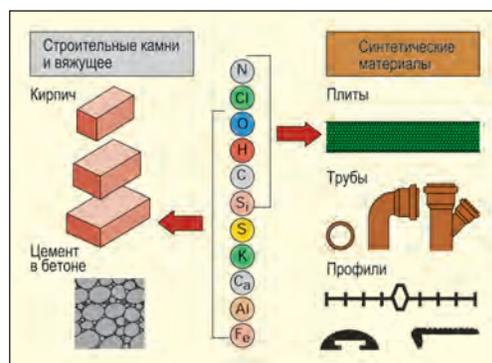


Рис. 2.14. Строительные материалы и составляющие их элементы

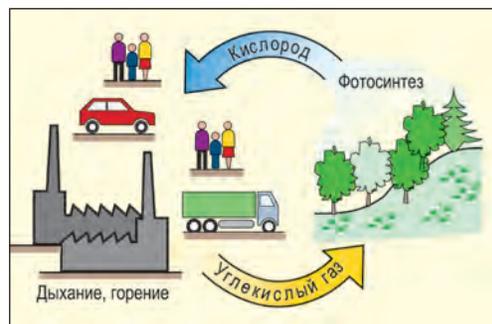
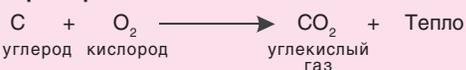


Рис. 2.15. Воспроизводство кислорода

Пример окисления:



Пример восстановления:



2.1.7. Важнейшие основные вещества и их соединения

Большинство строительных материалов — это смеси из различных химических соединений, которые, в свою очередь, состоят из элементов. Наряду с элементами углеродом (С), водородом (Н) и кислородом (О) **строительные материалы и вяжущие** содержат калий (Кa), кальций (Са), кремний (Si), алюминий (Al) и железо (Fe). **Синтетические материалы** в основном содержат хлор (Cl) и азот (N) (рис. 2.14).

2.1.7.1. Кислород (O)

Свойства. Кислород без запаха, без вкуса, бесцветный газ тяжелее воздуха. Он необходим для горения и для дыхания, но сам не горит. В чистом кислороде сгорают многие вещества, даже металлы, быстро и очень интенсивно.

Распространенность. Почти 21% воздуха составляет свободный кислород. Большая часть кислорода содержится в каменной массе земной коры и в воде в химически связанном

состоянии. Кислород выделяется растениями с помощью фотосинтеза из углекислого газа (рис. 2.15).

Применение. Кислород применяется при сварке и резке металлов, для производства стали и в качестве кислородного разделителя бетона и заполнителя.

ОКИСЛЕНИЕ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ

Когда вещество соединяется с кислородом, то говорят об окислении, а возникшее при этом вещество называют оксидом или окислом. При любом окислении выделяется тепло.

Окисление может происходить с различной скоростью (табл. 2.3).

Если у оксида отнимается кислород, то говорят о восстановлении (раскислении). Для раскисления необходимо тепло. Получение многих металлов из их руд происходит путем восстановления.

2.1.7.2. Водород (H)

Свойства. Водород – бесцветный газ без запаха. Он является самым легким из всех веществ: 1 литр весит 0,09 г. Смесь водорода и кислорода в соотношении 2:1 очень взрывоопасна (гремучий газ).

Распространенность. Водород в чистом виде в природе не встречается, однако в химически связанном виде он присутствует во многих жидких полезных ископаемых и в воде. Необходимый для промышленности водород получается из нефти или природного газа.

Применение. Водород находит применение в химической промышленности и в сварочной технике.

2.1.7.3. Углерод (C)

Распространенность. Углерод в природе в чистом виде встречается в виде графита и алмаза. В химически связанном виде он присутствует в каменных частях земной коры, например в виде известняка (CaCO_3), и в растительных остатках, например в каменном угле, в нефти и природном газе. Наряду с этим он является компонентом биомассы растений и животных. В виде углекислого газа он присутствует в воздухе и находится в растворенном виде в воде (рис. 2.16).

Время протекания процесса	Наблюдаемые явления	Примеры
Длительное окисление	Изменение окраски и небольшое нагревание	Слой оксида, Ржавчина, Жизнь (с участием O и CO ₂)
Быстрое окисление = сгорание	Быстрое нагревание, пламя	Отопление, Кипячение
Мгновенное окисление = хлопок или взрыв	Мгновенное расширение сгораемых газов с резким звуком	Двигатель внутреннего сгорания, Газовая турбина

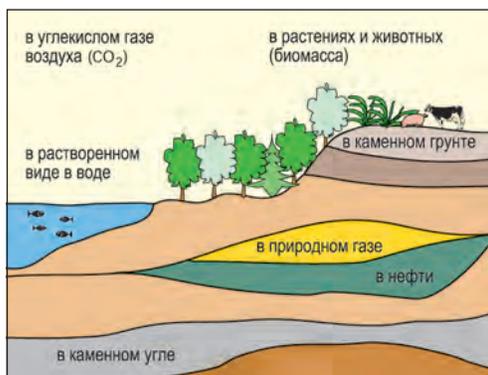


Рис. 2.16. Распространение углерода в природе



Рис. 2.17. Применение углерода (примеры)

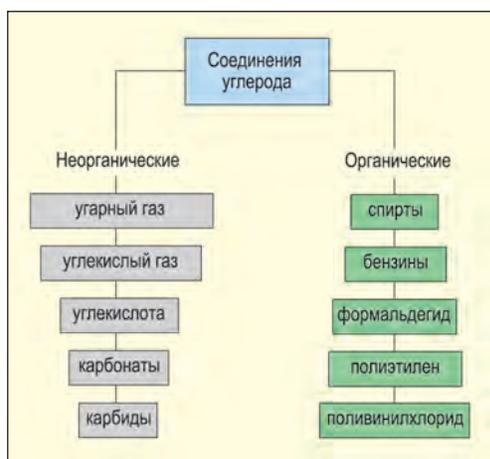


Рис. 2.18. Важнейшие соединения углерода

промышленности для производства многих материалов, например пластмасс и растворителей.

Углекислый газ (CO_2) получается при сжигании углеродосодержащих материалов. Это негорючий, бесцветный газ без запаха. Он не ядовит. Так как он почти в 1,5 раза тяжелее воздуха, он собирается в низких местах, например в подвалах и шахтах. Там существует опасность задохнуться!

- Выделяющийся в больших количествах при сжигании ископаемых горючих материалов, например нефти и газа, углекислый газ ведет к нагреванию атмосферы (к созданию так называемого парникового эффекта в атмосфере Земли).
- Двуокись углерода в воздухе является причиной «кислотных дождей».
- Угарный газ вызывает отравление людей. Находясь в атмосфере углекислого газа, человек может задохнуться.

Свойства. Графит – это мягкое, черное, блестящее красящее вещество. Алмаз бесцветный, стекловидный, очень твердый и хрупкий.

Применение. Технически полученный углерод служит коксом для получения железа, сажей для наполнителя при производстве резины, в качестве углеродных волокон для упрочнения пластмасс и в качестве алмазов для обкладки сверл по камню. Алмаз в порошковой форме применяется в качестве шлифовального средства, например для дисковых пил, или в качестве полировального средства.

СОЕДИНЕНИЯ УГЛЕРОДА

Различают неорганические и органические соединения углерода. К неорганическим относятся угарный газ (CO), углекислый газ (CO_2), уголекислота и ее соли, а также карбиды.

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ УГЛЕРОДА

Угарный газ (CO) получается при сжигании углеродосодержащих материалов при недостаточном снабжении кислородом. Это бесцветный газ без запаха. Он очень ядовит и горит синим пламенем. Он используется в

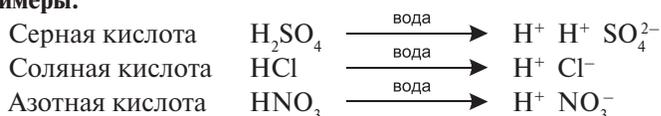
2.1.8. Кислоты

Кислоты получаются, когда оксиды неметаллов растворяются в воде, например угольная кислота (H_2CO_3) или серная кислота (H_2SO_4). Соединения неметаллов (галогены) хлора и фтора с водородом при растворении в воде образуют соляную кислоту (HCl) или фтористую кислоту (HF). Их называют бескислородными кислотами (рис. 2.19).

ОБРАЗОВАНИЕ ИОНОВ

Молекулы кислот могут в водных растворах полностью или частично расщепляться на водородные ионы (H^+) и кислотные остатки, например на ионы (SO_4^{2-}) или (CO_3^{2-}). Поэтому кислоты проводят электрический ток (электролиты). Ионы водорода называют катионами, а ионы кислотного остатка – анионами.

Примеры:



Свойства кислот определяются отщепленными ионами водорода. Поэтому кислоты действуют только в водных растворах. Сила действия кислоты зависит от того, сколько ионов водорода отделилось.

Сильные кислоты: соляная кислота (HCl), азотная кислота (HNO_3), серная кислота (H_2SO_4).

Среднесильные кислоты: фосфорная кислота (H_3PO_4), фтористая кислота (HF).

Слабые кислоты: угольная кислота (H_2CO_3), синильная кислота (HCN).

ВАЖНЕЙШИЕ КИСЛОТЫ

Соляная кислота (HCl) разлагает известняк (CaCO_3) с выделением углекислого газа (CO_2). Разбавленная соляная кислота применяется для очистки (раскисления) кирпичной кладки и для удаления известковых отложений.

Серная кислота (H_2SO_4) как составляющая часть «кислотных дождей» образует вместе с нерастворимым в воде известняком (CaO) водорастворимый сульфат кальция (CaSO_4), который, как гипс, либо вымывается водой, либо приводит к повреждениям строительных конструкций за счет кристаллизации «сульфатации» и связанным с ней увеличением объема и отслоением материала. Серная кислота сильно притягивает воду (она гигроскопична). Поэтому при разбавлении водой необходимо кислоту вливать в воду!

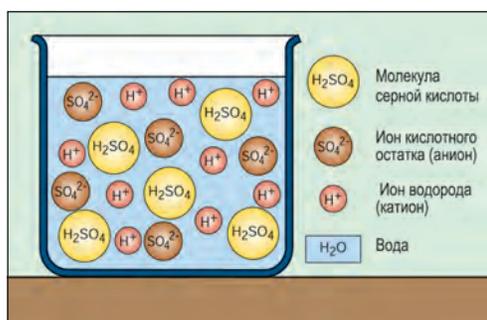
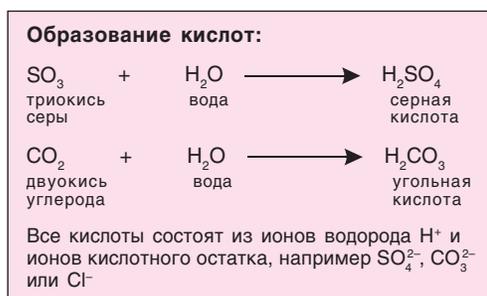


Рис. 2.19. Серная кислота (схематически)

Угольная кислота (H_2CO_3) образуется в основном соединением дымовых газов, содержащих CO_2 , с влагой воздуха или с дождевой водой. Вода, содержащая угольную кислоту, разлагает содержащие известь вяжущие вещества. Угольная кислота при этом соединяется с известковой составляющей и образует водорастворимую соль – гидрокарбонат кальция ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$).

Азотная кислота (HNO_3) состоит из аммиака (NH_3), который получается при разложении органических материалов, например в канализационных коллекторах или в хлевах сельскохозяйственных животных. Вместе с содержащими известь строительными материалами образуется растворимый в воде нитрат кальция (CaNO_3), который известен как «стенная селитра» и может привести к повреждениям строительных конструкций. Азотная кислота является сильным окислителем. При контакте с органическими материалами, например с древесиной или текстилем, эти материалы могут загореться.

СВОЙСТВА:

- Кислоты окрашивают лакмусовую бумагу в красный цвет.
- Кислоты раздражают кожу и разрушают одежду.
- Кислоты реагируют с большинством металлов и со многими органическими веществами.
- Кислоты имеют кислый вкус.
- Кислоты могут привести к разрушениям строительных конструкций.

2.1.9. Щелочи

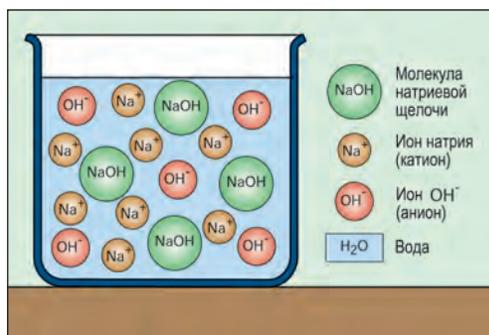


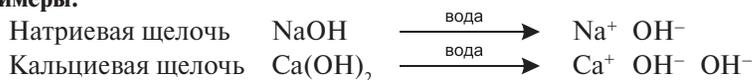
Рис. 2.20. Натриевая щелочь

Щелочи получают путем реакций щелочных металлов, например натрия (Na), или водорастворимых окислов металлов, например окиси кальция (CaO), с водой. При выпаривании воды получают в большинстве случаев твердую бесцветную массу гидрата окиси металла, называемого также основанием. Однако щелочное действие наступает только тогда, когда гидрат окиси растворяется в воде (рис. 2.20).

ОБРАЗОВАНИЕ ИОНОВ

Молекулы щелочи распадаются в водном растворе частично или полностью на положительно заряженные ионы металла, например на Na^+ ионы (катионы), и на отрицательно заряженные ионы OH^- (анионы).

Примеры:



Щелочи проводят электрический ток и поэтому являются электролитами. Свойства щелочей определяются ионами OH^- , причем количество отделившихся ионов OH^- определяет силу щелочи.

Сильными щелочами являются натриевая щелочь (NaOH), калиевая щелочь (KOH) и кальциевая щелочь (Ca(OH)₂).

Слабой щелочью является водный раствор газа – аммиака, который называется нашатырем (NH₄OH).

Гашеная известь (Ca(OH)₂) – это щелочь. Она применяется для приготовления строительных растворов.

Известковое молоко – это разбавленная водой гашеная известь.

ВЕЛИЧИНА pH

На практике часто требуется установить, насколько сильным является раствор как кислота или основание.

Мерой этому служит величина pH. Она может меняться от 0 до 14 (рис. 2.21). Водный раствор с величиной pH = 7 является нейтральным. Такую величину pH имеет дистиллированная вода. Растворы с величиной pH от 0 до 7 являются кислотными: чем меньше величина pH, тем кислее раствор. Растворы с величиной pH от 7 до 14 являются основными: чем больше величина pH, тем более основным или щелочным является раствор. Величину pH раствора определяют с помощью индикаторной (лакмусовой) бумажки или с помощью индикаторных растворов, а также с помощью электроприборов.

Серная кислота имеет величину pH = 1, углекислота имеет pH = 4. Величина pH гашеной извести составляет 12, натриевой щелочи – 13.

СВОЙСТВА:

- Щелочи окрашивают лакмусовую бумажку в синий цвет.
- Щелочи раздражают кожу и разрушают одежду.
- Щелочи растворяют жиры, некоторые щелочи растворяют растительные и животные ткани.
- Щелочи взаимодействуют с некоторыми металлами, например с алюминием.
- Щелочи – мыльные на ощупь.
- Щелочи защищают сталь от коррозии.

Кислоты и щелочи опасны, они могут храниться только в четко обозначенных этикетками сосудах, ни в коем случае не в сосудах из-под напитков. При работе с кислотами и щелочами нужны защитные очки.

2.1.10. Соли

Соли состоят из металла и кислотного остатка. В соли, например в сульфате меди (CuSO₄), ион металла – меди Cu²⁺ связан с кислотным остатком серной кислоты SO₄²⁻.

Соли разделяются в водном растворе, так же как и кислоты и щелочи, частично или полностью на ионы и поэтому проводят электрический ток.

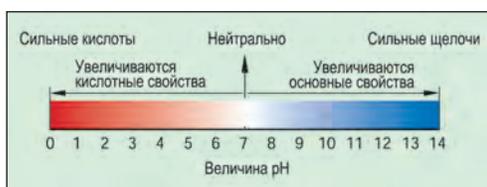
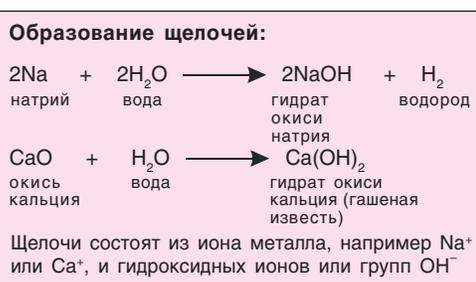


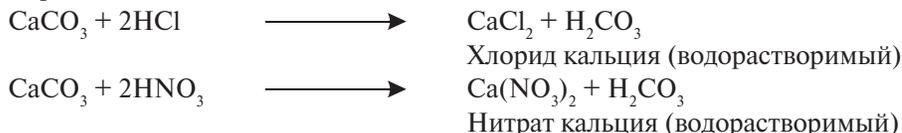
Рис. 2.21. Шкала величин pH

Соли получаются при нейтрализации кислоты и щелочи (рис. 2.22), а также при реакции кислоты с металлом или окислом металла.

Химическое название солей указывает на участвовавшую в их образовании кислоту и металл (табл. 2.4).

Сильная кислота вытесняет слабую кислоту из ее соли и образует новую соль. Если полученные соли растворимы в воде, они могут быть причиной строительных повреждений!

Примеры:



Образование солей:					
NaOH	+	HCl	→	NaCl	+ H ₂ O
натриевая щелочь		соляная кислота		хлорид натрия	вода
Ca(OH) ₂	+	H ₂ CO ₃	→	CaCO ₃	+ 2H ₂ O
гашеная известь		угольная кислота		известняк	вода
Zn	+	HCl	→	ZnCl ₂	+ H ₂
цинк		соляная кислота		хлорид цинка	водород
CuO	+	H ₂ SO ₄	→	CuSO ₄	+ H ₂ O
окись меди		серная кислота		сульфат меди	вода

Растворимость солей в воде различна. Например, силикаты как основная часть каменных материалов нерастворимы или трудно растворимы в воде, а вредные для строительства нитраты легко растворяются в воде (табл. 2.5).

Растворенные в воде соли при испарении воды образуют **кристаллы**, например сульфат кальция (гипс) и нитрат кальция (стенная селитра). Они притягивают воду (в кристаллическом состоянии). При этом происходит увеличение объема материала.

СОЛИ, ВАЖНЫЕ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Карбонат кальция (CaCO₃) нерастворим в воде и является основной составной частью многих природных камней, например известняка и, соответственно, мрамора. Он получается при твердении известкового раствора (см. разд. 3.4.1.1).

Сульфат кальция (CaSO₄), или гипс, а также сульфат магния (MgSO₄) являются вяжущими веществами. Если они входят в соприкосновение с кислотами, то возникающие при этом новые соли из-за их высокой растворимости в воде и образования кристаллов воды могут привести к строительным повреждениям (вымывание и откалывание материала).

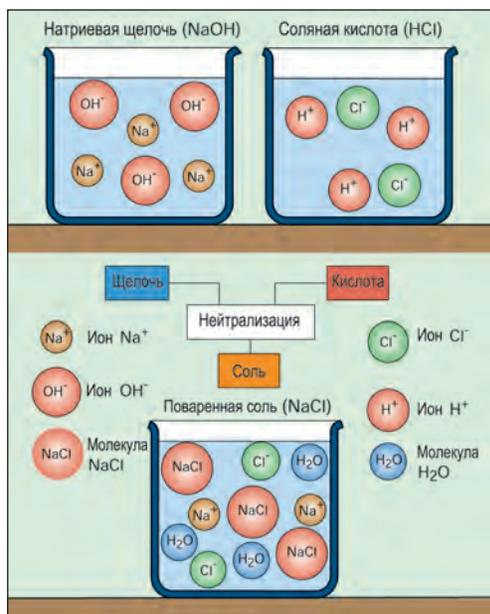


Рис. 2.22. Образование соли при нейтрализации (схематично)

Силикат кальция (CaSiO_3) не-растворим в воде и получается при твердении гидравлических известей и цементов. **Силикат калия (K_2SiO_3)**, **силикат магния (MgSiO_3)**, **силикат кальция (CaSiO_3)** и **силикат алюминия ($\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_2$)** являются компонентами многих каменных материалов. **Силикат натрия (Na_2SiO_3)** применяется для производства средств пожаротушения.

Нитрат кальция ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), называемый также стеновой селитрой, образуется в навозных траншеях и в хлевах для скота. Он может полностью разрушить строительные конструкции.

Кислоты, щелочи и соли начинают действовать только в водных растворах. Тщательная гидроизоляция строительных сооружений в любом виде препятствует проникновению и транспортировке этих веществ и защищает строительное сооружение от повреждений!

2.1.11. Вода

Вода в природе находится в постоянном круговороте. Она испаряется на поверхности земли из рек и морей. Из тумана (водяного пара) образуются облака, которые при охлаждении становятся дождем (рис. 2.23).

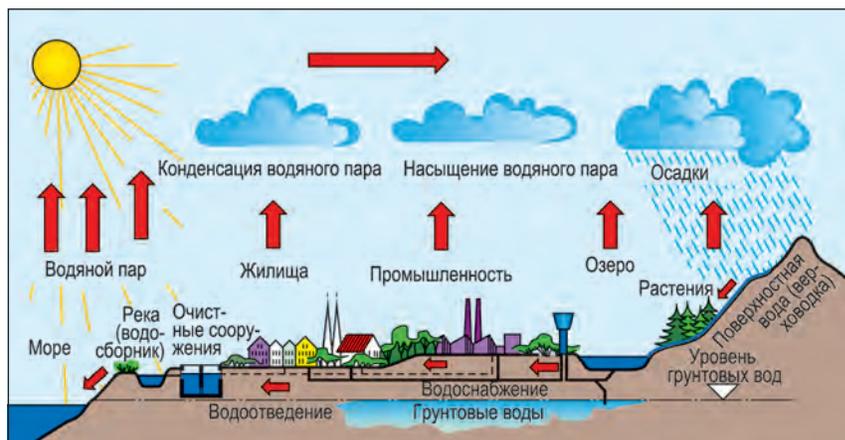


Рис. 2.23. Круговорот воды в природе

Кислоты	Соли	Примеры
Серная кислота H_2SO_4	Сульфаты	Сульфат цинка ZnSO_4
Соляная кислота HCl	Хлориды	Хлорид цинка ZnCl_2
Углекислота H_2CO_3	Карбонаты	Карбонат кальция CaCO_3
Азотная кислота HNO_3	Нитраты	Нитрат серебра AgNO_3
Кремниевая кислота H_2SiO_3	Силикаты	Силикат алюминия $\text{Al}(\text{SiO}_2)_3$
Фосфорная кислота H_3PO_4	Фосфаты	Фосфат кальция $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$

Соль	Химическая формула	Растворимость, г/литр
Силикат кальция	CaSiO_3	0,000
Карбонат кальция	CaCO_3	0,015
Гидрокарбонат кальция	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	2,000
Сульфат кальция	CaSO_4	2,500
Сульфат натрия	Na_2SO_4	11,000
Хлорид натрия	NaCl	36,000
Хлорид кальция	CaCl_2	75,000
Нитрат кальция	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	250,000

Встречающаяся в природе вода химически не является чистой. Морская вода содержит большее количество различных солей, например поваренной соли (NaCl), сульфата магния (MgSO_4) и сульфата натрия (Na_2SO_4). Содержание солей, например, в Северном море составляет 36 г/литр. Вода с солями кальция называется жесткой.

Вода из источников, рек и озер содержит в основном соли кальция и магния. Содержание гидрокарбоната кальция ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) и сульфата кальция (CaSO_4), называемое также известковой жесткостью и гипсовой жесткостью, является определяющим для степени жесткости воды. При испарении жесткой воды гидрокарбонат кальция оседает в виде накипи. Жесткую воду можно сделать мягкой путем добавки специальных веществ.

Дождевая вода, которая вначале состоит из дистиллированной воды, по пути через воздух соприкасается с частичками пыли и копоти, а также с двуокисью углерода (углекислый газ CO_2) и с двуокисью серы (SO_2) и становится слабокислой («кислотные дожди»).

Грунтовая вода — это вода, которая попадает в землю при просачивании осадков в глубоко лежащие слои скальных и нескальных грунтов и заполняет пустоты в земной коре. На пути через слои земли вода очищается от взвесей. Однако она может растворять и принимать другие находящиеся в земле вещества. Она может скапливаться над водонепроницаемыми слоями. Верхняя граница скопления грунтовой воды называется уровнем грунтовых вод. Если грунтовая вода выходит на поверхность, то она образует источник.

СОСТОЯНИЯ ВОДЫ

Вода — это вещество, которое в природе может быть твердым в виде льда, жидким в виде воды и газообразным в виде пара. Лед тает при 0°C (точка плавления). Необходимое для плавления (таяния) 1 кг льда количество тепла составляет 335 кДж (теплота плавления). Вода кипит при нормальном давлении воздуха при 100°C (точка кипения). Для испарения 1 кг воды требуется количество тепла в 2250 кДж.

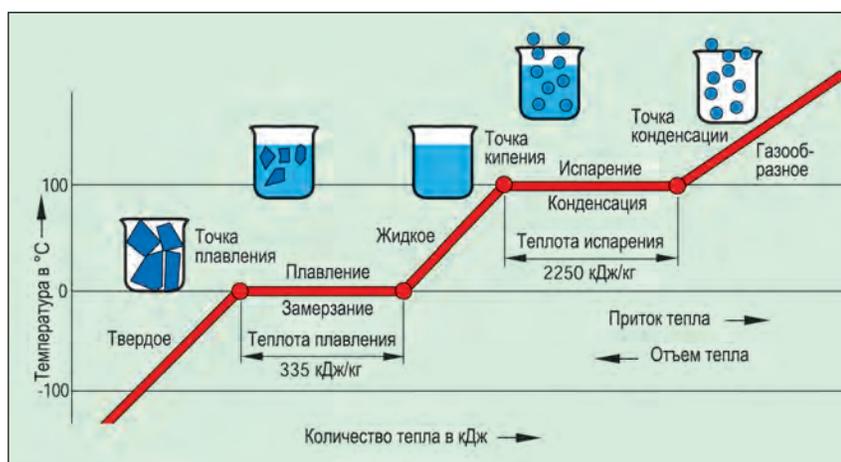


Рис. 2.24. Агрегатные состояния воды

Водяной пар конденсируется при охлаждении ниже $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (точка конденсации) в воду (конденсационная вода или конденсат). Она замерзает при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (точка замерзания) и превращается в лед (рис. 2.24). Вода при $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ имеет наибольшую плотность.

Когда она охлаждается до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и превращается в лед, она расширяется. 10 объемных частей воды соответствуют 11 объемным частям льда. Это встречающееся только у воды свойство называют аномалией воды (см. разд. 2.2.10.5).

Вода в строительной технике находит широкое применение, например:

- в качестве **воды затворения** для приготовления свежего бетона и раствора;
- в качестве **текучего и транспортирующего средства**, например при укладке свежего бетона, а также при твердении бетона;
- при **уходе за бетоном** после укладки для поливки и орошения бетонной поверхности;
- в качестве **растворяющего и диспергирующего средства** при изготовлении и укладке красочных слоев и битумных эмульсионных покрытий, а также
- в качестве **моющего и поливочного средства** для очистки поверхностей строительных конструкций, для очистки инструментов и машин.

Вода может приводить также к повреждениям строительных конструкций, например:

- в виде **дождевой воды (осадков)** за счет поглощения вредных веществ из воздуха и их переноса на поверхности строительных конструкций,
- в виде **грунтовой воды** и, соответственно, влажности грунта за счет растворения и по большей части капиллярного переноса вредных субстанций к строительным конструкциям;
- в виде **водяного пара**, который в большинстве случаев попадает в конструкции за счет диффузии, увлажняет конструкцию и тем самым приводит к снижению ее теплозащитных качеств, а также
- в виде **льда**, который за счет увеличения объема при замерзании воды создает разрывающее материал давление, которое приводит к откалыванию материала на поверхности строительных конструкций или к вспучиванию покрытий или грунта на дорогах.

2.1.12. Загрязнение и защита окружающей среды

Под загрязнением окружающей среды понимают загрязнение воздуха, воды и земли вредными веществами. Шум также загрязняет окружающую среду. Загрязнение окружающей среды не только вредит людям и природе, но также может привести к повреждениям строительных сооружений. Поэтому все занятые на стройплощадке должны учитывать основные положения по охране окружающей среды.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА

При сгорании, например, угля, нефти или горючего для двигателей образуются вредные вещества, такие как двуокись углерода (CO_2), двуокись серы (SO_2), оксиды азота (NO_x), которые являются причинами «кислотных дождей» (рис. 2.27).

При испарении углеводороды, находящиеся в составе жидкого топлива и разбавителей, тетрахлоруглерод, находящийся в составе растворителей и чистящих



Рис. 2.25. «Парниковый эффект»

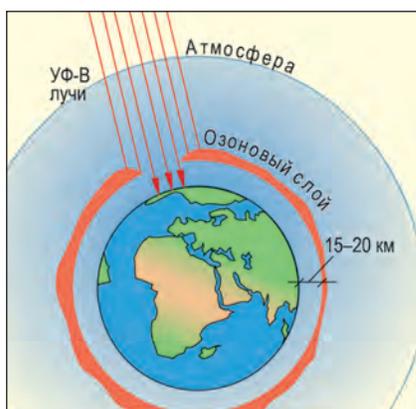


Рис. 2.26. Озоновый слой



Рис. 2.27. «Кислотные дожди»

средств, а также фторуглеводороды (FCKW) из газообразного топлива и холодильных установок попадают в воздух.

Отдельные вредные вещества в различных пропорциях являются причиной все увеличивающегося потепления земной поверхности вследствие обратного теплового излучения («парниковый эффект») (рис. 2.25). Тогда как «парниковый эффект» может привести к тяжелым по своим последствиям изменениям климата на Земле, разрушающие клетки живой ткани ультрафиолетовые лучи типа В при слишком тонком озоновом слое земной атмосферы могут беспрепятственно достигать земной поверхности, что может привести к опасным для здоровья человека последствиям (рис. 2.26).

Отдельные вредные вещества образуют вместе с влажностью воздуха сернистую кислоту (H_2SO_3) или серную кислоту (H_2SO_4), углекислоту (H_2CO_3) и азотную кислоту (HNO_3), которые проливаются на землю в виде «кислотных дождей» и отрицательно влияют на рост растений («вымирание лесов»). Они также вызывают значительные повреждения строительных сооружений (рис. 2.27).

Мероприятия против загрязнения воздуха:

- **экономия энергии** путем ограничения потребления топлива и улучшения теплоизоляции зданий;
- **очистка выхлопных и отработанных газов** путем устройства фильтров и катализаторов;
- **использование возобновляемых источников энергии** путем работы гидроэлектростанций, ветровых генераторов и солнечных установок.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДЫ

Попадающая и используемая на стройплощадке вода, как правило, отводится в канализацию или непосредственно в землю или в водоемы. Однако эта грязная вода не должна содержать вредные вещества. Вредными считаются вещества, которые:

- **ведут к засорению** водоотводных каналов и коллекторов, как, например, строительный мусор, раствор или вяжущие вещества;
- являются **пожароопасными, взрывоопасными** или **ядовитыми**, как, например, бензин, растворители, кислоты, щелочи и средства защиты древесины.

Особенно тяжелое загрязнение окружающей среды происходит за счет слива старых масел, мазута, остатков средств защиты древесины и конструкций в землю или в водоемы. Они ведут к отравлению грунтовой воды и к разрушению жизни в естественных водоемах! Эти называемые спецотходами вещества необходимо сдавать специально для этих целей организованным лицензированным организациям, находящимся под строгим государственным надзором!

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ

Отходы производства необходимо собирать отдельно как ценные материалы, промышленные отходы, схожие с бытовыми, и как специальные отходы.

- **Ценные материалы**, например дерево, металлы, незагрязненный строительный мусор, отделочный асфальт и пластмассы, могут после переработки быть снова использованы.
- **Промышленные отходы, требующие контроля**, собираются и сжигаются на специальных установках по сжиганию мусора под строгим контролем. При этом получают энергию. Негорючие вещества должны складироваться на специальных гидроизолированных свалках-депониях.
- **Промышленные отходы, требующие специального контроля**, — это, например, загрязненный материал от сноса старых построек, асбестосодержащие отходы, остатки средств защиты сооружений, средств защиты древесины и опалубочные масла. Перед утилизацией этих отходов необходимо выполнить требования, установленные законом.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как различаются смеси, химические соединения и элементы? Приведите примеры.
2. Приведите примеры строительных материалов, которые являются элементами, химическими соединениями и смесями.
3. Приведите примеры химического строения строительных материалов.
4. Поясните на примерах свойства и действие кислот и щелочей.
5. Соли могут привести к строительным повреждениям. Объясните происходящие при этом процессы.
6. Как могут лица, занятые на стройплощадке, препятствовать загрязнению окружающей среды?
7. Поясните значение воды в строительной технике.

2.2. Физические основы

При физических процессах изменяется форма тела, его положение или состояние. При работах на строительной площадке происходят такие изменения тел, которые могут быть измерены. Измерить можно, например, изменение длины, массы, времени и температуры. Форма может быть изменена, например, при изгибе арма-



Рис. 2.28. Физические процессы

Приставка	Сокращенное обозначение		Множитель (кратность)	Пример
	русское	международное		
Мили-	м	m	10^{-3}	1 мм = 10^{-3} м = 0,001 м
Санти-	с	c	10^{-2}	1 см = 10^{-2} м = 0,01 м
Деци-	д	d	10^{-1}	1 дм = 10^{-1} м = 0,1 м
Нано-	н	n	10^{-9}	1 нм = 10^{-9} м = 0,000 000 001 м
Микро-	мк	μ	10^{-6}	1 мкм = 10^{-6} м = 0,000001 м
Дека-	да		10	1 да = 10 л
Гекто-	г	h	10^2	1 гл = 10^2 л = 100 л
Кило-	к	k	10^3	1 кг = 10^3 г = 1000 г
Мега-	М	M	10^6	1 МН = 10^6 Н = 1 000 000 Н

Основная величина	Единица измерения	Сокращенное обозначение	
		русское	международное
Длина	Метр	м	m
Масса	Килограмм	кг	kg
Время	Секунда	с	s
Электрический ток	Ампер	А	A
Температура	Кельвин	К	K

турного стержня для железобетонной конструкции, который можно выполнить с помощью устройства для изгиба стальных стержней (рис. 2.28). Изменение положения происходит, например, при постройке стен, когда крупноформатные камни укладываются слоями с помощью грузоподъемного устройства (см. рис. 2.28). Об изменении состояния вещества говорят, например, когда при увлажнении бетона после укладки вода, разбрызгиваемая по его поверхности, снова испаряется (см. рис. 2.28).

2.2.1. Физические величины

Чтобы указать физическую величину, надо знать ее единицу измерения и числовое значение.

- Физические величины – это произведение **числового значения величины** на ее **единицу измерения**.

Физическая величина = числовое значение · единица измерения.

Числовое значение показывает, во сколько раз физическая величина больше ее единицы.

Пример. Длина $l = 5 \cdot 1 \text{ м} = 5 \text{ м}$. Это значит, что длина стержня в 5 раз больше, чем единица длины 1 м.

Очень большие или очень малые числовые значения становятся более понятными и лучше читаемыми за счет краткого или полного обозначения приставок перед названием единицы (табл. 2.6).

Единицы физических величин, которые соответствуют **основным единицам** международной системы единиц СИ (Système Internationale d'Unités), представлены в табл. 2.7. Производные единицы можно вывести из основных в соответствии с физическими формулами, связывающими эти величины (табл. 2.8).

Пример. Производная величина – скорость – образована из основных величин – длины и времени:

$$\text{Скорость} = \text{длина} / \text{время}.$$

Производная единица измерения скорости образована из основных единиц – метра и секунды:

$$\text{Единица измерения скорости} = \text{метр} / \text{секунда}.$$

2.2.2. Объем, масса, плотность, пористость

ОБЪЕМ (ПРОСТРАНСТВО)

Каждое тело занимает определенный объем. Единица измерения объема – кубический метр (м³), что соответствует кубу с длиной грани 1 м (рис. 2.29). Дольные единицы измерения объема – это кубический дециметр (дм³), кубический сантиметр (см³) и кубический миллиметр (мм³). Для жидкостей в качестве единицы измерения объема часто применяется литр (л).

$$1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ дм}^3, \quad 1 \text{ дм}^3 = 1000 \text{ см}^3, \\ 1 \text{ см}^3 = 1000 \text{ мм}^3, \quad 1 \text{ дм}^3 = 1 \text{ л}.$$

МАССА

Каждое тело имеет массу (количество материала). Единица измерения массы тела – килограмм (кг). Это соответствует массе 1 дм³ (=1 л) воды при 4 °С (рис. 2.30). Кратная единица измерения массы – тонна (т). Дольными единицами измерения массы являются грамм (г) и миллиграмм (мг).

$$1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}, \quad 1 \text{ кг} = 1000 \text{ г}, \quad 1 \text{ г} = 1000 \text{ мг}.$$

ПЛОТНОСТЬ

Различные вещества одной и той же массы в большинстве случаев занимают разный объем. Различные вещества с одинаковыми объемами имеют в большинстве случаев различную массу (рис. 2.31).

Плотность ρ (читается «ро») какого-либо тела – это отношение его массы к его объему.

$$\text{Плотность} = \text{масса} / \text{объем}; \\ \rho = m / V;$$

Таблица 2.8. Производные единицы в системе СИ и их связь с основными

Физическая величина	Единица измерения	Сокращенное обозначение		Связь с основными единицами
		русское	международное	
Сила	Ньютон	Н	N	1 Н = 1 кг·м/с²
Работа, энергия	Джоуль	Дж	J	1 Дж = 1 Н·м
Давление	Паскаль	Па	Pa	1 Па = 1 Н/м²
Мощность	Ватт	Вт	W	1 Вт = 1 Дж/с
Электрическое напряжение	Вольт	В	V	1 В = 1 Вт/А
Электрическое сопротивление	Ом	Ом	а	1 Ом = 1 В/А
Частота	Герц	Гц	Hz	1 Гц = 1·1/с

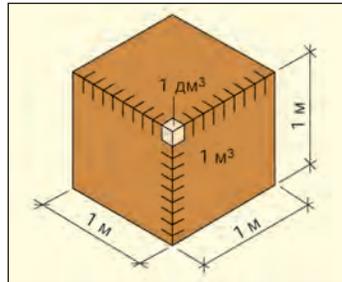


Рис. 2.29. Тело объемом 1 м³

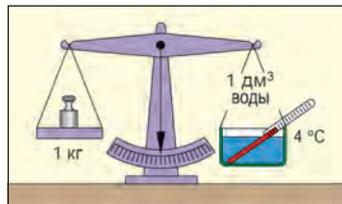


Рис. 2.30. Масса 1 л воды

Сталь	Вода	Сосновая древесина
1 кг	1 кг	1 кг
0,13 дм³	1,00 дм³	2,13 дм³
1 дм³	1 дм³	1 дм³
7,85 кг	1,00 кг	0,47 кг

Рис. 2.31. Сравнение различных веществ



Рис. 2.32. Виды плотности

Материал	Плотность, кг/дм ³
Свинец	11,3
Медь	8,9
Сталь	7,85
Цинк	7,1
Алюминий	2,7
Стекло	2,6
Железобетон	2,5
Стеновой полнотелый кирпич	1,8
Вода	1,0
Газобетон	0,8
Дуб (в воздушно-сухом состоянии)	0,67
Сосна (в воздушно-сухом состоянии)	0,47
Пенополистирол	0,02

масса = объем · плотность:

$$m = V \cdot \rho;$$

объем = масса/плотность:

$$V = m/\rho,$$

где m — масса в г, кг, т;

V — объем в см³, дм³, м³;

ρ — плотность в г/см³, кг/дм³, т/м³.

Плотности строительных материалов указываются как средние величины (табл. 2.9). У строительных материалов часто различают абсолютную плотность, объемную массу и насыпную плотность (рис. 2.32).

Об **абсолютной плотности** говорят в случае материалов, которые не имеют пор и воздушных прослоек.

Под **объемной плотностью** понимают плотность твердых материалов, имеющих поры и воздушные прослойки.

Насыпная плотность или **плотность насыпи** — это плотность свободно насыпанного твердого материала, включая поры в материалах и пространство между частицами.

ПОРИСТОСТЬ

Многие строительные материалы содержат поры и поэтому называются пористыми. В зависимости от плотности в теле может быть много, мало или вообще не быть пор. Поры могут быть большими или маленькими, закрытыми или открытыми. Открытые поры связаны друг с другом тонкими трубочками (капиллярами).

Поры возникают:

- при образовании природных камней, например пемзы.

Поры образуются:

- при **нагревании**, например, глины. Образующийся при этом водяной пар образует поры, например во вспученной глине;
- при **обжиге** в искусственных камнях, когда подмешанные к смеси глины и суглинка материалы сгорают, образуя поры, как, например, у легкого кирпича;
- при **химических реакциях** газообразующих материалов, которые добавляются к известковым смесям с добавками, например при производстве пористого бетона, или газобетона.

Свойства пористого тела:

- пористые строительные элементы более легкие, но не такие прочные, как непористые;
- чем больше пор имеет строительный элемент и чем они меньше, тем меньше теплопроводность этого элемента. Такие строительные элементы имеют хорошую теплоизолирующую способность;
- если поры в строительном элементе содержат влагу вместо воздуха, то теплопроводность элемента увеличивается, снижается его теплоизолирующая способность.



Рис. 2.33. Виды пористости

В строительных материалах различают:

- **пористость насыпи** – пространство между гранулами строительного материала;
- **собственную пористость зерен** – пустоты в гранулах материала;
- **пористость насыпи и собственную пористость зерен** – пустоты в гранулах материала и пустоты между гранулами (рис. 2.33).

2.2.3. Когезия, агрегатные состояния, адгезия**КОГЕЗИЯ**

Под **когезией** понимают силу, с которой молекулы внутри тела притягиваются друг к другу. Это называется силой сцепления внутри материала. Если, например, разрушать долотом каменную плиту, то это тело будет сопротивляться разрушению, проявлять когезию.

АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

Из-за различной по величине когезии возможны три состояния вещества:

- **твердое**: молекулы остаются на месте, так как действует большая когезия;
- **жидкое**: молекулы могут менять свое место, так как когезия мала;
- **газообразное**: молекулы отталкиваются друг от друга, так как когезия отсутствует. Обусловленное этим стремление газов увеличиваться в объеме называется расширением (рис. 2.34).

Виды состояния вещества называют также **агрегатными состояниями**. Они могут переходить друг в друга при подводе тепла или при отъеме тепла (см. рис. 2.77).

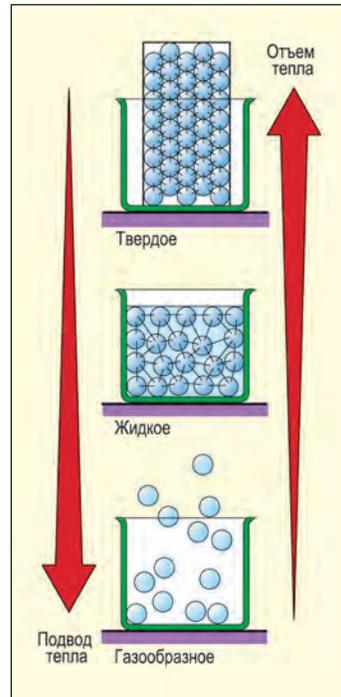


Рис. 2.34. Агрегатные состояния вещества

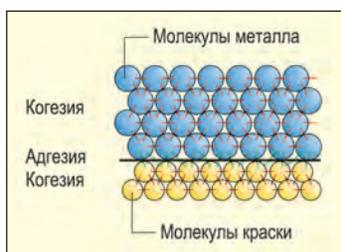


Рис. 2.35. Силы когезии и адгезии у различных материалов

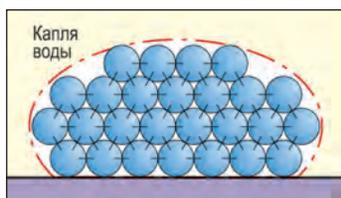


Рис. 2.36. Поверхностное натяжение

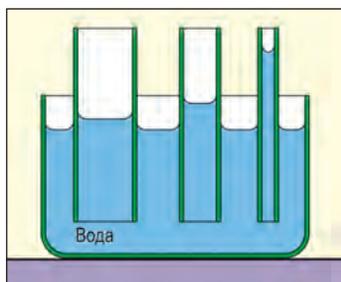


Рис. 2.37. Капиллярность в различных трубках



Рис. 2.38. Действие капиллярности в стеновом кирпиче после двухчасового всасывания воды

АДГЕЗИЯ

Под адгезией понимают силы сцепления молекул различных материалов. Ее называют также силой сцепления.

Адгезией объясняется, например, сцепление краски со стальной фермой. Также и в растворном шве на плоскостях соприкосновения камня и раствора имеет место адгезия, в то время как внутри красочного слоя или слоя раствора действуют силы когезии (рис. 2.35).

2.2.4. Поверхностное натяжение, капиллярность

ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ

Силы когезии обуславливают сцепление молекул на поверхности жидкости. Эти силы называют силами поверхностного натяжения. Они проявляются, например, когда капли воды на поверхности сухого стекла остаются приблизительно шарообразными и не растекаются (рис. 2.36).

КАПИЛЛЯРНОСТЬ

Под капиллярностью понимают подъем жидкостей в капиллярах (волосяных трубочках). Чем тоньше капилляры, тем выше поднимается жидкость кверху.

Так, на молекулы жидкости действуют различные силы, а именно их силы когезии и силы адгезии со стенками сосудов. Если силы адгезии между жидкостью и стенками сосуда больше, чем силы когезии и сила притяжения земли, как, например, в случае воды, то жидкость будет подтягиваться кверху по стенкам сосуда (рис. 2.37). В строительстве действие капиллярности имеет большое значение. Пористые строительные материалы, такие как легкий бетон, стеновой кирпич, раствор, древесина и многие утеплители, всасывают воду (рис. 2.38). Это может привести к строительным повреждениям вследствие увлажнения строительных конструкций, как, например, высолы и разрушения вследствие замерзания, к коррозии и отслоению штукатурки, краски и обоев, к образованию плесени и грибковых поражений, а также к уменьшению теплоизоляции и к ухудшению микроклимата в помещениях.

2.2.5. Механические свойства твердых тел

При применении твердых строительных материалов, а также при их переработке необходимо учитывать их механические свойства. При этом различают твердые и мягкие тела, вязкие и хрупкие, упругие и пластичные. Причиной этих свойств во многом являются силы когезии между молекулами материала.

ТВЕРДОСТЬ

Если материал может сопротивляться проникновению в него других тел, то он тверже, чем другие (рис. 2.39). Под твердостью понимают сопротивление материала, которое он создает при вдавливании или царапании его поверхности другим телом.

Оценка твердости материала проводится по шкале твердости Моса с помощью простого испытания на твердость методом царапания. Более мягкий материал будет царапаться более твердым. При этом различают степени твердости 1–10 (рис. 2.40). Для оценки различным минералам приписываются различные степени твердости.

Твердыми материалами являются алмаз, твердые строительные материалы, например гранит, клинкерные стеновые камни. Твердые материалы применяются в основном для производства режущих инструментов и для деталей, подвергающихся особо сильному истиранию, как, например, ступени лестниц и полы в производственных зданиях.

МЯГКОСТЬ

О мягкости материала говорят, когда его можно сжать с приложением небольшой силы или процарапать другим материалом.

Мягкими материалами являются, например, свинец, гипс и вспененные синтетические материалы. Они применяются, например, там, где как прокладка должны разделять два других материала от повреждения.

ВЯЗКОСТЬ (ТЯГУЧЕСТЬ)

Под вязкостью понимают способность материала под воздействием изгибных, ударных и толчковых нагрузок хотя и поддаваться, но при этом не разрушаться (рис. 2.41).

Вязкими являются такие материалы, как сталь, свинец, дерево, кожа и термопластичные пластмассы. Они в основном имеют волокнистое строение.

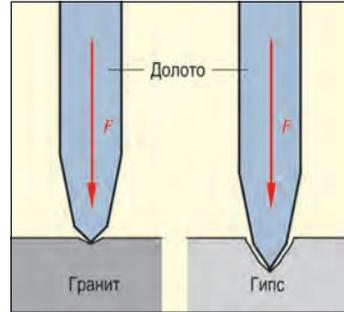


Рис. 2.39. Твердость

Материалы	Степень твердости по Мосу:		Примеры
	мягкие		
талек	1	свинец	
гипс	2		
известковый шпат	3	ноготь на пальце	
речной шпат	4		
апатит	5	конструкционная сталь	
калиевый полевой шпат	6		
кварц	7	ножевая (закаленная) сталь	
топаз	8		
корунд	9	напильник	
алмаз	10		
твердые			

Рис. 2.40. Шкала твердости по Мосу

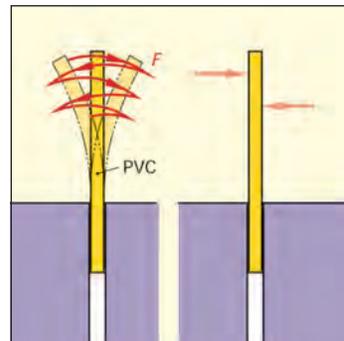


Рис. 2.41. Вязкость

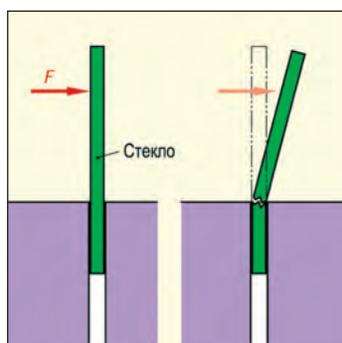


Рис. 2.42. Хрупкость

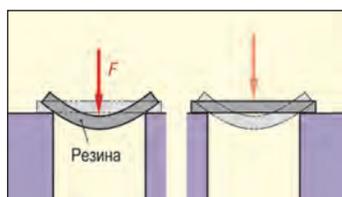


Рис. 2.43. Упругость

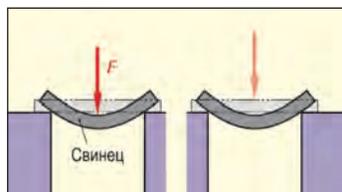


Рис. 2.44. Пластичность

сохранять эту новую форму после снятия нагрузки (рис. 2.44).

Пластичными можно называть такие материалы, как, например, глина, раствор, свинец и оконная замазка.

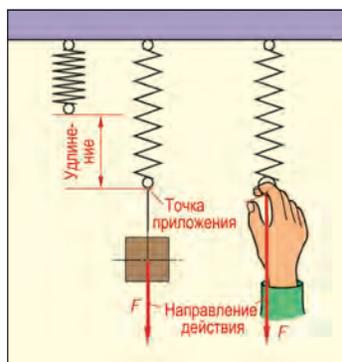


Рис. 2.45. Сила тяжести, мускульная сила

ХРУПКОСТЬ

Под хрупкостью понимают свойство материала под воздействием изгибающих, ударных и толчковых нагрузок не изменять свою форму, а сразу разрушаться (рис. 2.42).

К хрупким материалам относится, например, стекло, природные камни, искусственные стеновые камни и бетон. Строение их в основном зернистое. Хрупкость материалов считается недостатком.

УПРУГОСТЬ

Упругость – это свойство материала позволять себя сжимать или растягивать, а после снятия нагрузки – возвращаться к первоначальной форме (рис. 2.43).

Упругими материалами являются, например, резина и рессорная сталь, которые можно использовать для упругой звукоизоляции от корпусного шума. Также и различные сорта древесины являются более или менее упругими. Существуют материалы, которые при чрезмерной нагрузке не возвращаются в свою первоначальную форму, так как их предел упругости перейден. Такие материалы, как, например, строительная сталь и дерево, могут нагружаться только ниже их предела упругости.

ПЛАСТИЧНОСТЬ

Пластичностью называют свойство материалов под воздействием нагрузки изменять свою форму и

2.2.6. Силы

На каждую строительную конструкцию действует большое число сил, таких, как силы сжатия и растяжения.

2.2.6.1. Понятие силы

Если потянуть рукой за спиральную пружину, то она удлинится на определенную величину. Этого же можно достигнуть, если подвесить на эту пружину определенный груз (рис. 2.45). В обоих случаях на пружину действует сила F , в данном случае как мускульная сила или вес груза. Она является при-

чиной удлинения пружины. Если удлинения одинаковы, то и силы должны быть равны.

Единицей измерения силы в системе СИ является ньютон (Н). Десятичными кратными ньютону единицами являются деканьютон (даН), килоньютон (кН) и меганьютон (МН).

$$1 \text{ даН} = 10 \text{ Н}, \quad 1 \text{ кН} = 1000 \text{ Н}, \quad 1 \text{ МН} = 1000 \text{ кН}.$$

Кроме мускульной силы и силы тяжести, существуют еще и другие силы, например сила ветра, сила воды, магнитные силы, силы, создаваемые машинами.

2.2.6.2. Сила тяжести и вес тела

На массу тела воздействует масса Земли, создающая силу притяжения. Она называется **силой тяжести** F_G . Эта сила притяжения тем больше, чем больше масса тела и чем меньше расстояние до центра Земли. Сила тяжести тела задается в единицах измерения силы: Н, даН, кН или МН.

Сила тяжести, или вес тела (F_G) массой (m), в 1 кг составляет:

$$F_G = 9,81 \text{ Н} \approx 10 \text{ Н}.$$

Вес тела измеряется с помощью пружинных весов (динамометра). Вес тела изменяется с удалением от центра Земли. При очень большом удалении он может стать равным нулю (состояние невесомости). При этом масса тела остается везде постоянной.

Массы можно измерять с помощью рычажных весов. При этом масса какого-либо тела сравнивается с оттарированными образцами масс. Эти образцы масс называются также образцами веса. Поэтому в обиходе **массу** тела часто называют **весом** (рис. 2.47).

2.2.6.3. Действие и изображение сил

Сила всегда необходима для того, чтобы покоящееся тело привести в движение, ускорить движение тела или его затормозить либо изменить направление движения. Для изменения формы тела также необходима сила.

Действие силы зависит не только от ее величины, но и от ее направления и точки приложения. Если силы тяжести действуют всегда вертикально (см. рис. 2.45), у других сил возможны любые другие направления действия (рис. 2.46).

Продление направления действия силы называют ее линией действия. Действие не меняется, если точка приложения силы перемещается вдоль ее линии действия (см. рис. 2.46).

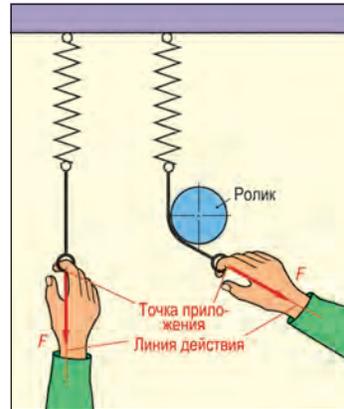


Рис. 2.46. Действие сил

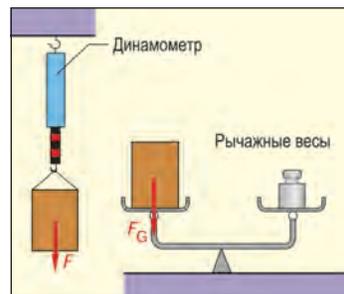


Рис. 2.47. Определение силы тяжести и массы

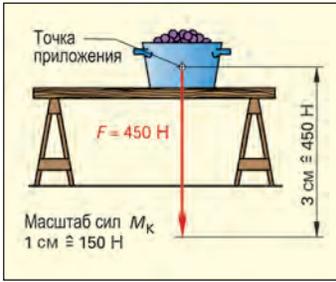


Рис. 2.48. Представление сил на рисунке

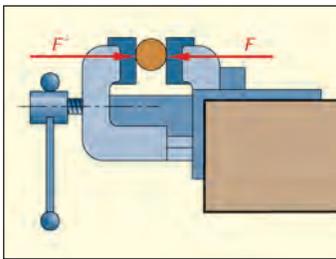


Рис. 2.49. Одинаковые по величине, противоположно направленные силы

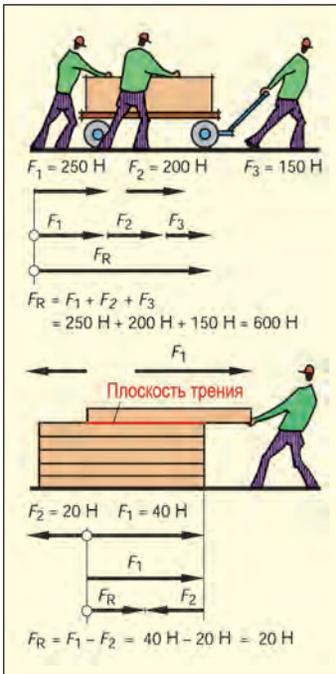


Рис. 2.50. Силы на одной линии действия

Силы изображают в виде стрелок (рис. 2.48). Длина стрелки показывает с помощью масштаба сил M_K (например, 1 см = 150 Н) величину силы. Направление стрелки обозначает направление силы.

Если на какое-либо тело действует сила, то возникает сила противоположного направления, как, например, при зажиме строительной стали в тисках. Силе F противодействует одинаковая по величине, но противоположная по направлению сила F' (рис. 2.49). Так как сила и противосила одинаковы по величине, то имеет место равновесие.

Одинаковые по величине, но действующие в противоположных направлениях силы взаимно уничтожаются. Имеет место состояние равновесия. Тело остается в покое или находится в равномерном прямолинейном движении (см. рис. 2.49).

2.2.6.4. Сложение и разложение сил

Две силы или несколько могут действовать по одной линии или под углом друг к другу.

СИЛЫ НА ОДНОЙ ЛИНИИ ДЕЙСТВИЯ

Силы на одной и той же линии действия складываются, если они действуют в одном направлении, и вычитаются, если они действуют в противоположных направлениях (рис. 2.50).

В качестве результата получают собственно действующую, результирующую силу F_R .

СЛОЖЕНИЕ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ ПОД УГЛОМ ДРУГ К ДРУГУ

В случае двух сил, действующих друг к другу под углом F_1 и F_2 , например в подкосах стропил, можно величину и направление сил представить на чертеже в виде параллелограмма сил или с помощью треугольника сил (рис. 2.51).

В параллелограмме сил результирующая сила F_R представлена в виде диагонали параллелограмма, в котором две стороны представлены силами F_1 и F_2 .

В треугольнике сил обе отдельные силы F_1 и F_2 как силовые векторы с их данными величинами и направлениями складываются. Если соединить начальные и конечные точки векторов силы, то получится результирующая сила F_R (см. рис. 2.51).

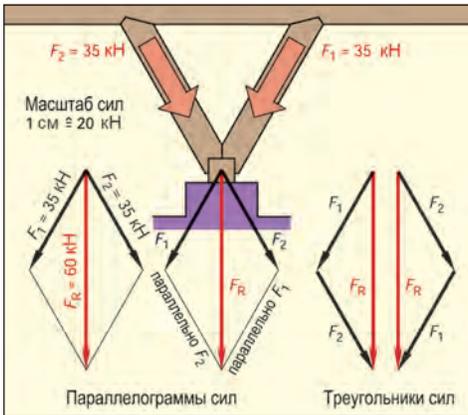


Рис. 2.51. Сложение сил, действующих под углом

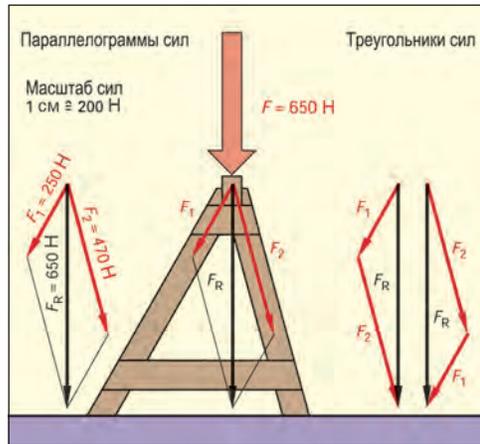


Рис. 2.52. Разложение сил

РАЗЛОЖЕНИЕ СИЛ

Если необходимо силу F_R разложить на две силы, действующие под углом, то их величины можно также получить с помощью параллелограмма сил или треугольника сил (рис. 2.52).

КЛИН

С помощью клина можно увеличить действие силы. Клинья, например, применяются для раскалывания материалов и для подъема тяжелых грузов. Клин – это основная форма реза в режущих инструментах. Величины сил у такого клина можно с помощью параллелограмма сил изобразить на чертеже.

При одностороннем клине действующая на клин ударная сила F_1 превращается в значительно большую силу зажима F_2 (рис. 2.53).

При двухстороннем клине действующая на клин ударная сила разлагается на две действующие перпендикулярно плоскостям клина расщепляющие силы. Величины расщепляющих сил зависят от угла клина и от силы удара (рис. 2.54).

НАКЛОННАЯ ПЛОСКОСТЬ

Плоскость, имеющую уклон относительно горизонтали, называют наклонной плоскостью (рис. 2.55). По ней можно с относительно небольшим усилием F перемещать вверх большой груз F_G , т.е. поднимать на высоту h . Сила F зависит от угла наклона наклонной плоскости и величины груза F_G . При этом F_N – это сила, которой нагружается наклонная плоскость.

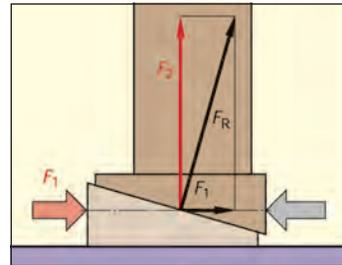


Рис. 2.53. Односторонний клин

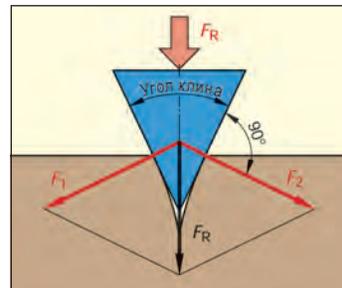


Рис. 2.54. Двухсторонний клин

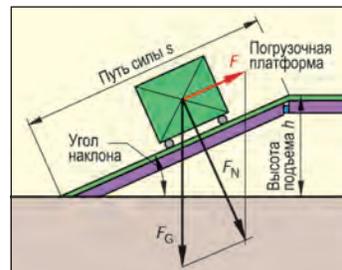


Рис. 2.55. Наклонная плоскость

«Сэкономленная» при применении наклонной плоскости сила должна быть скомпенсирована большей по сравнению с высотой подъема h длиной пути перемещения груза s .

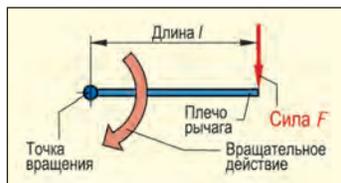


Рис. 2.56. Понятия рычага

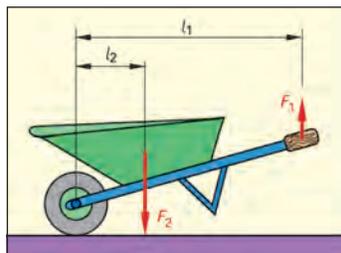


Рис. 2.57. Односторонний рычаг

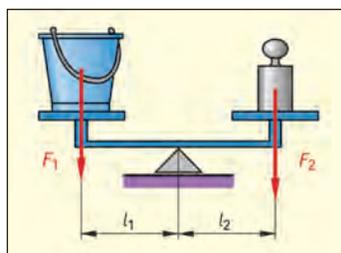


Рис. 2.58. Двухсторонний рычаг



Рис. 2.59. Нагрузки на здание

2.2.6.5. Рычаг, момент

Каждое тело, у которого сила создает вращательное движение, называется **рычагом** (рис. 2.56). Рычаг – это жесткое тело, вращающееся вокруг оси (точки вращения). Рычагами являются, например, ломы, гаечные ключи и клещи.

Вращательное действие рычага называется моментом (M). Момент растет с длиной плеча рычага и с величиной силы, которая действует на рычаг. При этом плечо рычага – это перпендикулярное расстояние точки поворота от направления действия силы.

Момент = сила \times длина рычага:

$$M = F \cdot l,$$

где F – в Н; l – в м или см; M – в Н·м или Н·см.

На один рычаг действуют по меньшей мере два момента. Моменты могут быть либо вращающими в левую сторону (против часовой стрелки), либо вращающими в правую сторону (по часовой стрелке). В зависимости от положения моментов по отношению к центру вращения различают односторонний рычаг, например тачка (рис. 2.57), двухсторонний рычаг, например рычажные весы (рис. 2.58), и колленчатый рычаг, например гвоздодер.

Рычаг находится в равновесии, когда вращающий влево момент равен моменту, вращающему вправо (закон рычага).

Вращающий влево момент =
= вращающий вправо момент:

$$M_1 = M_2;$$

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2.$$

Так как моменты у рычагов не всегда находятся в равновесии и создают вращательное движение, их называют также вращающими моментами.

2.2.7. Нагрузки на здание

На каждое строительное сооружение действует множество сил. Эти силы нагружают строительное сооружение. Поэтому их называют **нагрузками** (рис. 2.59).

Суммарная нагрузка r образуется из **постоянной нагрузки g** и **переменной нагрузки q** (полезная нагрузка).

$$\begin{aligned} \text{Суммарная нагрузка} &= \text{постоянная нагрузка} + \\ &+ \text{переменная нагрузка:} \\ r &= g + q. \end{aligned}$$

Постоянные нагрузки – это длительно действующие на конструкцию неизменяющиеся нагрузки. К ним относятся:

- собственный вес отдельных строительных элементов, например перекрытие, включая конструкцию пола, или колонна, включая штукатурку;
- собственные веса других конструкций, которые действуют сверху и должны передаваться вниз, например нагрузка от крыши, перекрытий и стен;
- давление грунта, например в подпорных стенах и стенах подвалов, или давление воды, например в плавательных бассейнах.

Переменные нагрузки – это нагрузки, которые могут меняться по своей величине и могут быть подвижными и неподвижными. К ним относятся:

- нагрузки от людей и оборудования, складироваемых материалов и автомобилей;
- ветер у зданий, создающий как силы давления, так и силы подсоса;
- снеговые нагрузки, встречающиеся на крышах, террасах и балконах.

На балку могут действовать сосредоточенные силы. Сосредоточенная сила приложена к одной точке балки, обозначается буквой F и дается в кН. Но на балку могут действовать также **равномерно распределенные нагрузки**. Они могут действовать как по всей длине балки, так и на отдельной ее части.

Равномерно распределенные нагрузки относятся к 1 м длины и даются в кН/м. Если равномерно распределенная нагрузка концентрируется в виде сосредоточенной силы в одной точке, то говорят об эквивалентной нагрузке. Она действует для расчета опорных реакций (сил на опорах) как отдельная сосредоточенная нагрузка (рис. 2.60).

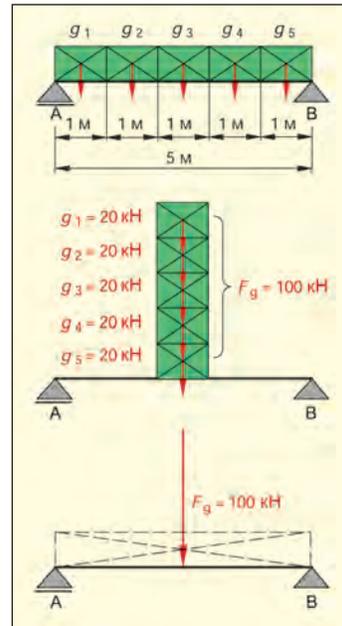


Рис. 2.60. Сосредоточенные нагрузки и равномерно распределенная нагрузка

2.2.8. Прочность и напряжение

Если сила действует на какое-либо тело, то это тело нагружено. Силы сцепления молекул внутри нагруженного тела (когезия) сопротивляются внешней силе. Чтобы все строительные конструкции могли выдержать действие на них внешних сил, они должны иметь соответствующую прочность.

Под **прочностью** понимают силу тела, которая противодействует изменению формы и разрушению этого тела внешней силой.

При действии внешней силы, например силы растяжения стального каната, тело будет находиться в напряженном состоянии, т.е. в состоянии внутреннего сопротивления разрыву. Оно тем больше, чем меньше нагружаемая площадь. В случае, например, сжатия или растяжения это называется напряжением σ (произносится «сигма»).

Под **напряжением** понимают силу внутреннего сопротивления тела, отнесенную к площади его сечения.

Напряжение = сила/площадь поперечного сечения:

$$\sigma = F/A,$$

где F – в Н, МН; A – в мм² или м²; σ – в Н/мм² или МН/м².

Напряжение в теле увеличивается с увеличением внешней нагрузки. Если нагрузка на тело, а следовательно, и напряжение в нем будут слишком велики, то тело разрушится. Достигнутое при разрушении тела напряжение называют разрушающим напряжением.

Строительные материалы можно нагружать только до определенного напряжения. Его называют допустимым напряжением – $\sigma_{\text{доп}}$. **По соображениям безопасности существующее напряжение в материале ($\sigma_{\text{сущ}}$) должно быть меньше или равно допустимому напряжению ($\sigma_{\text{доп}}$), т.е. $\sigma_{\text{сущ}} \leq \sigma_{\text{доп}}$.**

По виду нагрузки различают напряжения сжатия, растяжения, изгиба, среза, сдвига и кручения.

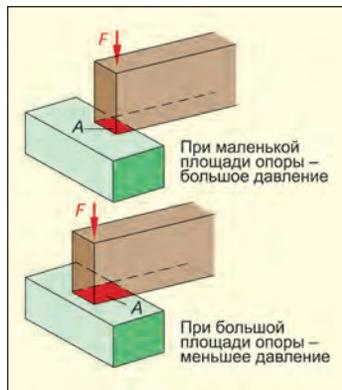


Рис. 2.61. Напряжение сжатия и силы на опорах



Рис. 2.62. Растягивающие напряжения в несущем канате (висячего моста)

2.2.8.1. Сжатие

Если фундамент нагружен, например, весом стены дома, то он должен воспринимать силы сжатия. В фундаменте возникают напряжения сжатия. Прочность на сжатие у различных материалов различна. Она увеличивается при увеличении плотности и вязкости материала. Для восприятия сжимающих усилий подходят такие материалы, как сталь, бетон, природный камень, стеновые камни и дерево. Высокую прочность на сжатие должны иметь в основном фундаменты, несущие стены, опоры и колонны. Напряжения сжатия, которые должны восприниматься основанием (грунтом), называют напряжением в грунте (рис. 2.61).

2.2.8.2. Растяжение

Строительные конструкции, подверженные растяжению, это, например, анкеры растяжек, канаты растяжек, стальная арматура в железобетоне (рис. 2.62). Для восприятия таких напряжений применяют в основном сталь и дерево. Бетон и каменные материалы, напротив, не подходят для восприятия растягивающих усилий. Если строитель-

ные конструкции подвергаются растяжению, то в их поперечном сечении возникают растягивающие напряжения. Если сечение ослаблено сверлениями, отверстиями для цапф и т.п., то при расчете напряжения необходимо исходить из минимальной площади материала в сечении.

2.2.8.3. Изгиб

Если силы действуют на балку перпендикулярно ее длине, то балка подвергается изгибу, т.е. она прогибается. Балки, у которых сечение расположено большей стороной вертикально, более прочны на изгиб и лучше несут нагрузку, чем те, у которых сечение расположено большей стороной горизонтально (рис. 2.63).

При изгибе на одной стороне сечения балки возникают сжимающие усилия, а на другой стороне — усилия растяжения. В середине балки растягивающие и сжимающие силы взаимно уничтожаются. Эту область сечения называют нейтральной зоной или нулевой линией (рис. 2.64).

Работающими на изгиб являются, например, балки, перекрытия, ригели, перемычки и стропила. Они должны делаться из таких материалов, которые могут воспринимать растягивающие усилия. Так как бетон не может воспринимать растягивающие усилия, то в бетонных конструкциях предусматриваются стальные включения там, где появляются растягивающие усилия (рис. 2.65).

2.2.8.4. Продольный изгиб

Если колонны, стойки и раскосы нагружены по их длине сжимающей нагрузкой, то они могут изгибаться в сторону (рис. 2.66). При этом они ломаются при превышении напряжений прочности продольного изгиба.

Прочность на продольный изгиб зависит от материала конструкции, формы поперечного сечения и длины продольного изгиба. Нагруженными на продольный изгиб могут быть конструкции из стали, дерева, кирпичной кладки, армированного и неармированного бетона. Круглые и квадратные формы поперечного сечения конструкций являются наиболее целесообразными. Чем длиннее и тоньше стойка, тем быстрее она сломается под нагрузкой.

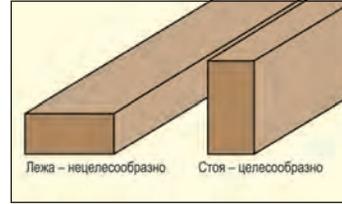


Рис. 2.63. Положение сечения балок

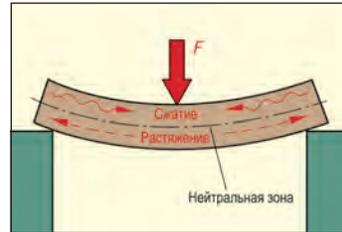


Рис. 2.64. Силы растяжения и сжатия при изгибающей нагрузке балки



Рис. 2.65. Стальная арматура в перекрытии, выступающем в виде консоли

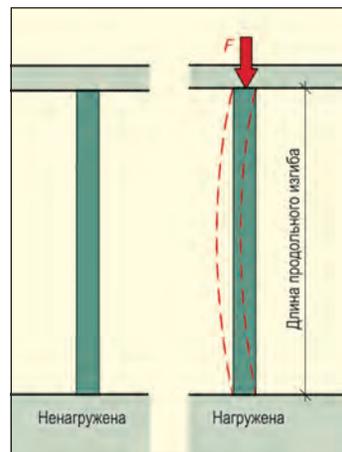


Рис. 2.66. Продольный изгиб в стойках

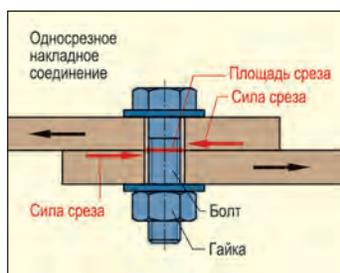


Рис. 2.67. Срез

2.2.8.5. Срез

Накладные соединения, как правило, подвергаются нагрузке на растяжение (рис. 2.67). Появляющиеся при этом усилия могут срезать соединительный элемент, например болт, поперек его длины. Эти усилия называют усилиями среза, а их максимальное значение – прочностью на срез. Напряжения среза могут появляться в гвоздях, шурупах, болтах, заклепках и дюбелях.

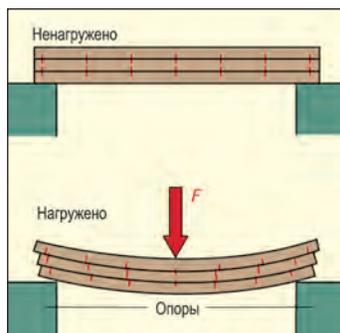


Рис. 2.68. Сдвиг

2.2.8.6. Сдвиг

Строительные конструкции, как, например, балки, ригели и перекрытия, при нагружении подвергаются не только изгибу, но и сдвигу. Если, например, положить три бруска друг на друга и нагрузить их на изгиб, то можно установить, что они сдвигаются относительно друг друга вдоль продольной оси по направлению к опорам. Если эти бруски склеить между собой и нагрузить их таким же образом, то сдвига этих брусков относительно друг друга не будет. При этом в клеевых соединениях возникают напряжения сдвига (рис. 2.68). В железобетонных балках для восприятия напряжений сдвига необходима особая арматура.

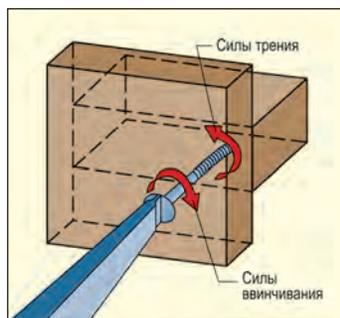


Рис. 2.69. Кручение

2.2.8.7. Кручение

Если шуруп вкручивается в дерево, то вдоль оси шурупа действуют вращающие вправо вкручивающие силы и вращающие влево силы трения (рис. 2.69). Эти действующие в противоположном направлении силы нагружают шуруп на кручение. Кручение возникает во всех телах, которые должны передавать крутящий момент поперек своей продольной оси.

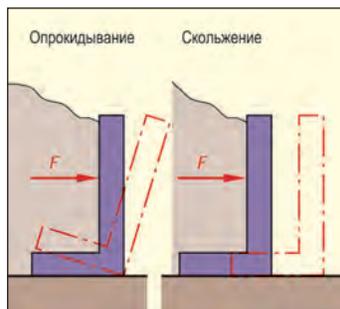


Рис. 2.70. Опрокидывание и скольжение

2.2.8.8. Опрокидывание и скольжение

Если, например, подпорные стенки или стены нагружены силами, действующими сбоку, например давление земли, давление ветра или давление воды, то они не должны опрокидываться. Их устойчивость зависит от площади опорной части, высоты и собственного веса конструкции, а также от положения ее центра тяжести. Кроме того, под действием горизонтальных или наклонных сил такие конструкции не должны скользить по их основанию, например по

грунту. Сила трения должна быть такой большой, чтобы конструкции не скользили (рис. 2.70).

2.2.9. Давление в жидкостях

Жидкость практически не сжимаема. Давление p , которое воздействует на закрытую в сосуде жидкость, распространяется по всем направлениям равномерно (рис. 2.71). Давление внутри жидкости во всех направлениях одинаково.

Давление = сила/площадь давления:

$$p = F/A,$$

где F – в Н; A – в м², см² или мм²; p – в Па, барах, Н/м², Н/см², Н/мм².

Единицами давления являются паскаль (Па) и бар:

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2;$$

$$1 \text{ бар} = 100\,000 \text{ Па} = 100 \text{ кПа} = 0,1 \text{ МПа};$$

$$1 \text{ бар} = 100\,000 \text{ Н/м}^2 = 10 \text{ Н/см}^2 = 0,1 \text{ Н/мм}^2.$$

ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ

Если заполнять жидкостью сосуд, имеющий ряд отверстий, расположенных друг над другом, то можно установить, что эта жидкость будет вытекать из верхнего отверстия слабой струей, а из нижнего – сильной струей (рис. 2.72). Это говорит о том, что в нижней части сосуда имеет место более высокое давление, чем в верхней части. Этот прирост давления возникает потому, что с увеличивающейся высотой h столба жидкости и действующей вниз силы тяжести этого столба жидкости гидростатическое давление жидкости растёт.

Под гидростатическим давлением понимают давление, создаваемое весом жидкости.

В строительстве это гидростатическое давление необходимо учитывать там, где жидкости воздействуют на сооружение, например в плотинах и при укладке свежего бетона в опалубку.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЕСС

В гидравлическом прессе с помощью малой силы F_1 , которая действует на поршень в маленькой колбе с площадью давления A_1 , создается большая сила F_2 в большой колбе с площадью давления A_2 (рис. 2.73). Отсюда следует, что

$$p = F_1/A_1 \text{ или } p = F_2/A_2.$$

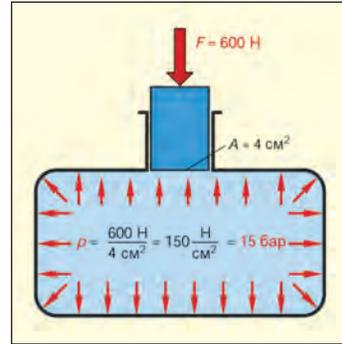


Рис. 2.71. Давление жидкости

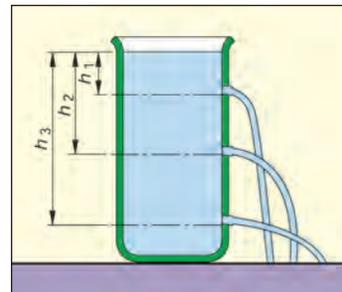


Рис. 2.72. Величины гидростатического давления

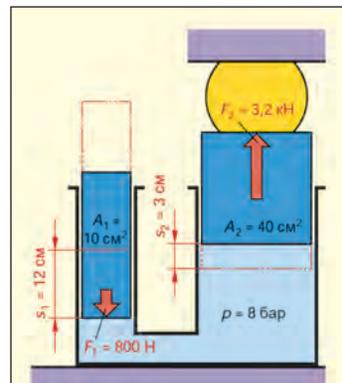


Рис. 2.73. Гидравлический пресс

Передаточное отношение F_1/F_2 равно отношению площадей в колбах A_1/A_2 , так как напряжения одинаковы.

2.2.10. Тепло

Молекулы любого вещества находятся в постоянном движении. В телах с более высокой температурой они движутся быстрее, в телах с более низкой температурой — медленнее.

Таким образом, тепло является не чем иным, как энергией движения молекул. Повысить температуру тела — это значит увеличить энергию движения молекул.

2.2.10.1. Температура и измерение температуры

Температура и теплота часто считаются одним и тем же. Однако они имеют разный смысл. Тогда как температура дает представление о тепловом состоянии тела, под

теплотой понимают содержащееся в теле количество тепла. Единицами измерения температуры являются кельвин (К) и градус Цельсия ($^{\circ}\text{C}$). 0°C соответствует точке заморзания воды (точка таяния). 100°C соответствует точке кипения воды при нормальном давлении воздуха (точка испарения).

Самая низкая температура составляет примерно -273°C ; ее называют **абсолютным нулем**. При этой температуре все вещества, в том числе и газы, находятся в твердом состоянии, так как при такой температуре прекращается всякое движение молекул.

При использовании единицы кельвин ведут отсчет от абсолютного нуля, 273 К соответствует точке таяния, 373 К соответствует точке кипения воды (рис. 2.74).

Приборы, измеряющие температуру, называют **термометрами**. Различают жидкостные и металлические термометры, а также электрические термометры и пироскопы, или конусы Зегера.

2.2.10.2. Количество тепла

Чтобы установить, какой из двух источников составляет большее количество тепла, с их помощью нагревают одинаковое количество воды. Той воде, которая за одно и то же время достигла более высокой температуры, было отдано большее количество тепла, или тепловой энергии (рис. 2.75). Наоборот, в 10 л воды содержится в 10 раз больше тепловой энергии, чем в 1 л воды, при одинаковой температуре.

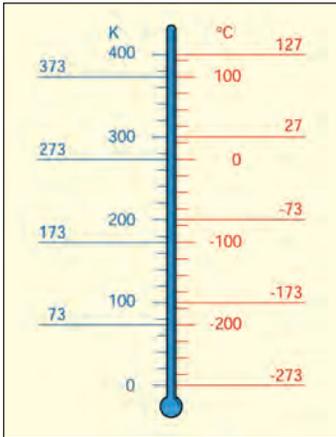


Рис. 2.74. Шкала температур в К и $^{\circ}\text{C}$

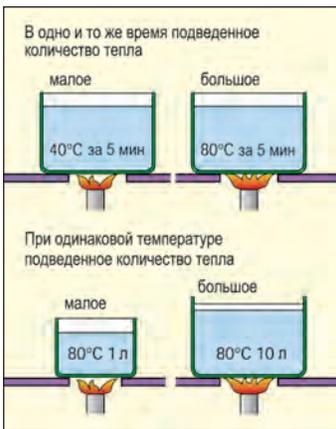


Рис. 2.75. Различие между температурой и количеством тепла

Единицей тепловой энергии является джоуль (Дж).

Джеймс Джоуль в 1843 г. доказал, что каждому количеству тепловой энергии соответствует определенная механическая работа. Поэтому работа, энергия и количество тепла рассматриваются как величины одного вида. Единицами служат джоуль (Дж), ньютон · метр (Н·м) и ватт · секунда (Вт·с).

$$\begin{aligned} 1 \text{ Дж} &= 1 \text{ Н}\cdot\text{м} = 1 \text{ Вт}\cdot\text{с} \\ 1000 \text{ Дж} &= 1 \text{ кДж} = 1 \text{ кН}\cdot\text{м} = 1 \text{ кВт}\cdot\text{с} \\ 1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} &= 3600 \text{ кВт}\cdot\text{с} = 3600 \text{ кН}\cdot\text{м} = 3600 \text{ кДж} \end{aligned}$$

2.2.10.3. Удельная теплоемкость

Различные вещества одинаковой массы требуют для своего нагревания различное количество тепла. Покрытия из алюминия, например, при одинаковом подводе тепла от солнечного излучения будут иметь более высокую температуру, чем дерево или штукатурка.

Необходимое для определенного повышения температуры количество тепла зависит не только от массы, но и от вида материала.

Удельная теплоемкость – это то количество тепла, которое необходимо, чтобы повысить температуру 1 кг вещества на 1 К ($= 1^\circ\text{C}$).

Пример: Удельная теплоемкость бетона равна 1000 Дж/кг·К (табл. 2.10). Это значит, что для нагревания массы бетона в 1 кг на 1 К требуется 1000 Дж.

Для нагревания древесины требуется примерно в 2 раза большее количество тепла, чем для нагревания такой же массы газобетона, т.е. при подводе одинакового количества тепла увеличение температуры газобетона будет в 2 раза больше, чем у древесины. Это отражается, например, на различном температурном удлинении конструкций из этих материалов.

Таблица 2.10. Средняя удельная теплоемкость (c) различных материалов

Материал	Дж (кг·К)
Вода	4200
Древесина	2100
Пенопласты	1500
Газобетон	1050
Стеновой кирпич	1000
Известково-песчаные камни	1000
Бетон	1000
Минеральный войлок	840
Пеностекло	840
Алюминий	800
Стекло	800
Сталь	500

2.2.10.4. Теплонакопительная способность

Строительная конструкция принимает при нагревании определенное количество тепла, которое накапливается в конструкции. Теплонакопительная способность Q строительной конструкции, например стены, зависит от плотности ρ (произносится «ро»), удельной теплоемкости материала c , а также от толщины d конструкции.

Достаточная теплоаккумулирующая способность стен и перекрытий важна для обеспечения комфорта в помещениях.

Теплонакопительная способность конструкции $Q =$ плотности $\rho \times$
 \times удельная теплоемкость $c \times$ толщина конструкции d :

$$Q = \rho \cdot c \cdot d,$$

где Q – в Дж/м²·К; ρ – в кг/м³; c – в Дж/кг·К; d – в м.

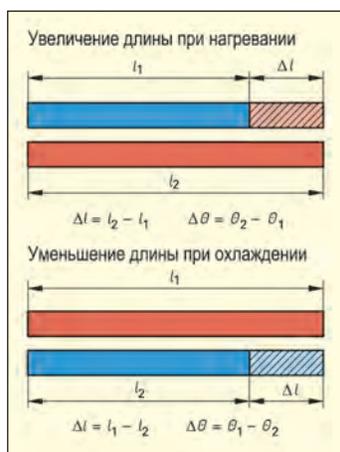


Рис. 2.76. Изменение длины при изменении температуры

Таблица 2.11. Коэффициенты температурного расширения (α) строительных материалов

Строительный материал	α , мм/(м·К)
Железобетон	0,011
Кирпичная кладка из клинкерного кирпича	0,010
Песчаник, газобетон, легкий бетон	0,008
Стеновой кирпич	0,006
Стекло, керамическая плитка	0,008
Конструкционная сталь	0,012
Медь	0,017
Алюминий	0,024
Цинк, свинец	0,029
Древесина, древесные материалы	0,003

строительство из такого материала, как железобетон, стало вообще возможным. Если в строительстве используются вместе материалы с различным температурным расширением, как, например, устройство покрытия из кровельной жести на стеновой кладке, то необходимо следить за тем, чтобы материалы могли свободно перемещаться относительно друг друга. В протяженных строительных конструкциях должны предусматриваться деформационные швы.

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЕМА ЖИДКИХ ТЕЛ

Жидкие тела расширяются при нагревании значительно больше, чем твердые тела. Ацетон имеет очень большое, а вода и ртуть наименьшее из жидкостей температурное расширение. В правиле о том, что каждое тело при охлаждении сжимается, вода является исключением (аномалия воды). Ее объем при охлажде-

2.2.10.5. Действия тепла

ТЕМПЕРАТУРНОЕ РАСШИРЕНИЕ

При нагревании тела расширяются во всех направлениях.

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЕМА ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Все строительные конструкции расширяются при нагревании и сжимаются при охлаждении, т.е. они изменяют при изменении температуры свой объем. В строительных конструкциях особенно важно учитывать изменение длины.

Изменение длины Δ (произносится «дельта») зависит от длины l конструкции, разности температур θ (произносится «тета»), как прирост температуры или ее уменьшение, а также от коэффициента линейного расширения материала, из которого состоит строительная конструкция (рис. 2.76).

Коэффициент линейного расширения α показывает, на сколько миллиметров увеличивается или укорачивается тело длиной 1 м при разнице температур в 1 К. Единица измерения: мм/(м·К) (табл. 2.11).

Изменение длины $\Delta l =$ коэффициент температурного расширения $\alpha \times$ исходная длина $l_1 \times$ разницу температур $\Delta \theta$:

$$l_2 - l_1 = \Delta l = \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta \theta,$$

где Δl – в мм; l_1 и l_2 – в м; $\Delta \theta$ – в К; α – в мм/(м·К).

Например, синтетический материал полиэтилен расширяется в 17 раз больше, а алюминий – в 2 раза больше, чем сталь. Только потому, что бетон имеет такое же температурное расширение, как сталь,

нии до $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ уменьшается, однако при дальнейшем охлаждении от $+4$ до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ он снова увеличивается. Поэтому вода при $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ имеет наибольшую плотность. Это также является причиной, почему лед плавает в воде, а замерзшие водопроводные трубы лопаются.

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЕМА ГАЗООБРАЗНЫХ ТЕЛ

Газы при нагревании расширяются значительно больше, чем жидкости. Их расширение при повышении температуры на каждый градус Цельсия составляет $\frac{1}{273}$ их объема при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Если, например, воздух нагревать в каком-либо объеме, то он расширяется. Его плотность по отношению к ненагретому воздуху становится все меньше, поэтому нагретый воздух поднимается вверх.

Газ, находящийся в замкнутом сосуде, например в бутылке, не может расширяться при нагревании. Давление газа растет, что может привести к разрыву сосуда.

ПЛАВЛЕНИЕ И ИСПАРЕНИЕ ПРИ КИПЕНИИ

Вещества встречаются в трех состояниях – твердом, жидком и газообразном, которые называют агрегатными состояниями (см. рис. 2.34). Переход из одного состояния в другое происходит при определенных температурах (рис. 2.77).

Твердые вещества становятся жидкими, когда поступление тепла заставляет молекулы двигаться так быстро, что они внутри смеси начинают в определенных местах терять связи между собой. Температура, при которой это происходит, называется **точкой плавления** или **температурой плавления** (табл. 2.12).

Чтобы перевести 1 кг вещества из твердого состояния в жидкое, необходимо определенное количество тепла, которое называется **теплотой плавления**. У воды она составляет 335 кДж/кг.

При возрастающем нагревании жидкости движение молекул настолько возрастает, что их взаимные силы когезии полностью преодолеваются,

Таблица 2.12. Температуры плавления и затвердевания веществ

Вещество	$^{\circ}\text{C}$
Хром	1900
Сталь	1450... 1530
Никель	1450
Чугун	1150... 1250
Медь	1070... 1093
Алюминий	658
Цинк	419
Свинец	327
Вода	0
Ртуть	-39
Азот	-210
Кислород	-227

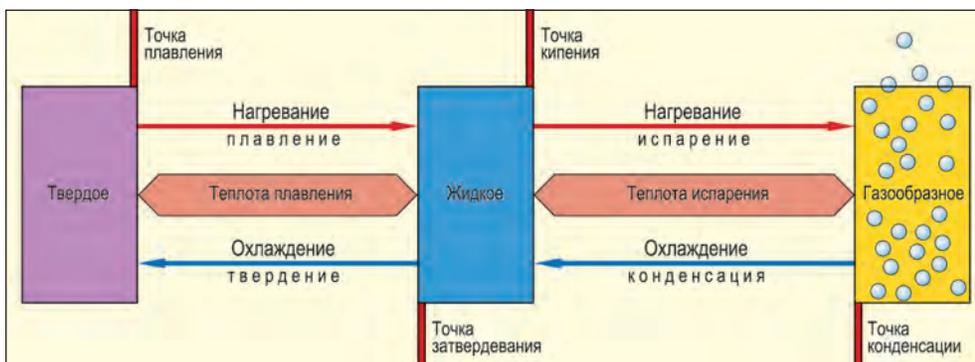
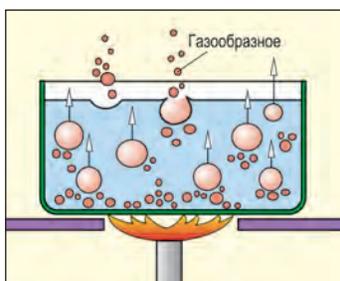
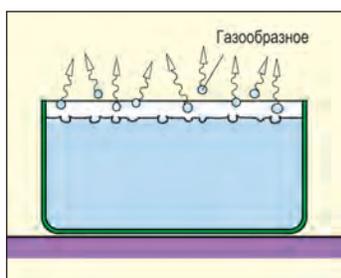


Рис. 2.77. Различные агрегатные состояния

Таблица 2.13. Температуры кипения при 1013 мбар

Материал	°С
Водород	-253
Кислород	-196
Азот	-183
Спирт	78,4
Ацетон	57
Вода	100
Ртуть	357
Свинец	1526

**Рис. 2.78.** Испарение при кипении**Рис. 2.79.** Испарение без кипения

ИСПАРЕНИЕ БЕЗ КИПЕНИЯ

Жидкость может превращаться в газ и при температуре ниже точки кипения. Правда, испарение происходит только у ее поверхности. Этот процесс называют испарением при температуре ниже точки кипения (рис. 2.79). Оно происходит тем быстрее, чем суше и подвижнее окружающий воздух и чем ближе температура жидкости к точке кипения. Поэтому при комнатной температуре жидкость испаряется тем быстрее, чем ниже ее точка кипения, например у спирта, нитроразбавителей и бензина.

При испарении молекулы вещества вырываются с поверхности жидкости и воспринимаются воздухом (см. рис. 2.79). Требуемую для этого энергию движения они забирают у жидкости в форме тепловой энергии. Связанное с этим понижение

и жидкость превращается в газ. Этот процесс называют **испарением** (рис. 2.78). При этой температуре достигается **точка кипения**, или **температура кипения жидкости** (табл. 2.13). Количество тепла, необходимое для перевода 1 кг жидкости из жидкого состояния в газообразное, называется **теплотой испарения**. Оно составляет для воды 2250 кДж/кг.

КОНДЕНСАЦИЯ И ТВЕРДЕНИЕ

Если у газообразного тела, например у водяного пара, отбирать тепло, то при определенной температуре оно уплотняется до жидкого состояния, например вода. Эту температуру называют **точкой конденсации**, а необходимое для этого количество тепла – **теплотой конденсации**. Теплота конденсации равна теплоте испарения. В строительстве необходимо в основном учитывать конденсацию водяного пара на внутренней стороне наружных стен или внутри этих конструкций. Влажность в конструкциях ведет к строительным повреждениям и уменьшает теплоизоляцию.

Когда жидкость охлаждается, она затвердевает. Имеющая при этом место температура называется **точкой затвердевания** (см. рис. 2.77). В случае воды она называется **точкой заморзания** или **таяния**.

Точки плавления и затвердевания совпадают. Освобождающееся при затвердевании количество тепла равно теплоте плавления.

Тогда как затвердевшие тела уменьшаются в объеме, вода при заморзании расширяется. Пористые материалы, поры которых заполнены водой, при морозе могут разрушаться за счет разрывающего действия льда.

температуры называют **испарительным охлаждением**. Процесс испарения можно ускорить путем увеличения площади испарения, например путем разрезания древесины для ее сушки.

2.2.10.6. Источники тепла

Важнейшим источником тепла для Земли является Солнце. Оно передает тепло за счет излучения; при перпендикулярном падении солнечных лучей оно поставляет энергию, равную $80 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$. Другими источниками тепла являются находящиеся в земле твердые, жидкие и газообразные **горючие вещества**. Они, как правило, растительного или животного происхождения и при сжигании образуют тепло.

Высвобождающееся при сжигании 1 кг топлива количество тепла называют **теплотворной способностью топлива**. Теплотворная способность различных видов топлива различна (табл. 2.14).

Все большее значение приобретает получение тепла за счет **ветровой и солнечной энергии**. Тепловая энергия может быть получена также путем **превращения энергии** из одной формы в другую, например из электрической энергии.

Таблица 2.14. Теплотворная способность разных видов топлива

Вид топлива	Кол-во	кДж
Кокс	1 кг	28 596
Торфяные брикеты	1 кг	20 097
Дрова	1 кг	14 654
Мазут (легкий)	1 л	37 153
Мазут (тяжелый)	1 л	39 062
Городской газ	1 м ³	15 994
Природный газ	1 м ³	31 736

2.2.10.7. Передача тепла

Каждое тело, которое теплее, чем его окружение, для этого окружения является источником тепла. Передача тепла может осуществляться путем радиации (излучения), конвекции или теплопроводности.

ТЕПЛОВАЯ РАДИАЦИЯ

Тепловые лучи ведут себя аналогично световым лучам. Они передают тепловую энергию как излучение также и через безвоздушное пространство и отдают ее в виде тепла только при попадании на какое-либо тело (рис. 2.80). При этом энергия излучения переходит в тепловое движение молекул. Способность тепловосприятия при тепловом излучении зависит в основном от характера наружной поверхности различных тел. Тела с темной и шероховатой поверхностью воспринимают большую часть теплового излучения и нагреваются поэтому сильнее, чем светлые и гладкие тела, которые большую часть энергии отражают. В качестве примеров можно назвать нагревание темной крыши автомобиля или дома, а также нагревание темной одежды солнечными лучами. Наоборот, темные тела, например радиатор, излучают больше тепла, чем светлые. В технике тепловое излучение применяется, например, для отопления помещений.

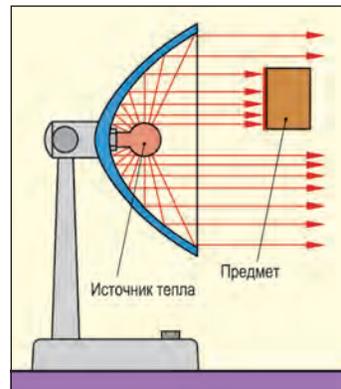


Рис. 2.80. Теплопередача за счет радиации



Рис. 2.81. Передача тепла за счет конвекции

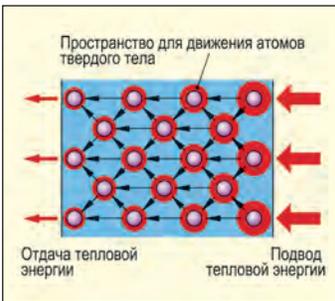


Рис. 2.82. Передача тепла за счет теплопроводности

Хорошо проводят тепло твердые материалы с большой плотностью, особенно металлы. Плохо проводят тепло древесина, синтетические материалы, пористые строительные материалы. Жидкости и особенно газы тоже плохо проводят тепло, если конвекция затруднена. Материалы, плохо проводящие тепло, в строительстве называются теплоизоляционными материалами. Они применяются для уменьшения потерь энергии. Теплопроводность измеряется в Вт/(м·К).

Теплопроводность снижается тем сильнее,

- чем меньше плотность;
- чем более пористым является материал;
- чем меньше поры;
- чем меньше его влагосодержание.

2.2.11. Влажность воздуха

Воздух имеет свойство воспринимать водяной пар. Содержащееся в 1 м³ воздуха количество водяного пара в граммах называют абсолютной влажностью воздуха.

Способность воздуха воспринимать водяной пар зависит от температуры воздуха. Воздух с более высокой температурой может воспринимать и накапливать

КОНВЕКЦИЯ

В противоположность тепловому излучению конвекция возможна только в жидкостях и газах. Если эти газы, например воздух, или жидкости, например вода, нагреваются в отопительной системе, они расширяются. За счет своей уменьшающейся при нагревании плотности они становятся легче и поднимаются вверх, тогда как более холодные и поэтому более тяжелые массы воды или воздуха поступают на их место. Образуется поток газа или жидкости, который уносит тепло от источника и отдает его менее теплым материалам, таким, как кладка стен, бетон, воздух и т.д. Примерами является круговорот воздуха вокруг отопительного прибора или водяное отопление горячей водой за счет силы тяжести (рис. 2.81).

Конвекция имеет место также у поверхностей строительных конструкций или в воздушных слоях между поверхностями различной температуры.

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

При теплопроводности выравнивание температур происходит при передаче тепла в одном материале от молекулы к молекуле, без изменения

больше влаги, чем воздух с более низкой температурой. Так называемая максимальная влажность воздуха в г/м^3 достигается, когда воздух уже больше не может воспринимать влагу. В этом случае говорят, что воздух насыщен влагой. Так, например, воздух при 20°C может накапливать максимально $17,3 \text{ г}$ водяного пара. При температуре 10°C насыщение наступает уже при содержании влаги $9,4 \text{ г/м}^3$. Сколько грамм водяного пара воздух максимально может воспринять при различной температуре, показано на кривой насыщения (рис. 2.83).

Как правило, воздух не содержит максимально возможное количество влаги, т.е. 100%, а меньшее. Это содержание влаги в воздухе выражается как отношение абсолютной влажности воздуха к максимальной влажности в % и называется относительной влажностью воздуха.

$$\text{Относительная влажность воздуха в \%} = (\text{абсолютная влажность воздуха} / \text{максимальная влажность воздуха}) \cdot 100\%$$

2.2.12. Звук

2.2.12.1. Возникновение звука

Если ударить по камертону, то оба свободных конца вилки будут совершать возвратно-поступательные движения, так называемые колебания. Эти колебания камертона будут передавать колебания рядом расположенным молекулам воздуха. При этом возникают зоны уплотнения и зоны разрежения в воздухе, которые распространяются от источника звука как звуковые волны. Если эти звуковые волны достигают уха, то они будут услышаны нами в виде звука за счет колеблющейся в такт с колебаниями воздуха барабанной перепонки, если количество колебаний в секунду будет лежать между 16 и 20 000.

Количество колебаний в секунду называют частотой тона; единица частоты — герц (Гц). Чем больше частота, тем выше тон.

Звук, который состоит из тонов многих частот, называют **сложным звуком**. Мешающий или неприятный сложный звук называется **шумом**.

2.2.12.2. Распространение звука

Для того чтобы звук мог распространяться, ему необходима материальная среда, которая могла бы передавать дальше колебания. Звукопроводная среда может быть твердой, жидкой или газообразной. Как правило, звук достигает человеческого уха через колеблющиеся молекулы воздуха. Поэтому он называется воздушным шумом. Воздушный звук возникает, например, у колеблющихся голосовых связок при разговоре или пении, при вибрации мембраны громкоговорителя, при колебаниях резонансных дек в музыкальных инструментах. Звук распространяется по всем направлениям. Если он попадает на конструкцию, то эта конструкция будет

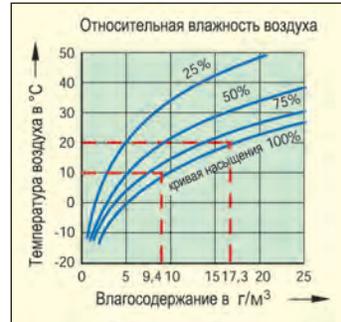


Рис. 2.83. Содержание влаги в воздухе в зависимости от относительной влажности воздуха и его температуры

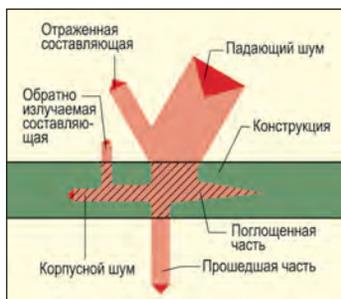


Рис. 2.84. Распространение воздушного шума (схематично)



Рис. 2.85. Распространение корпусного шума

отражать этот звук, т.е. отбрасывать его обратно. Другая часть звука будет приводить конструкцию в колебательное движение. Эти колебания будут передаваться другим конструкциям, а также излучаться с другой стороны этой ограждающей конструкции и частично гаситься внутри нее (рис. 2.84).

Корпусной шум. Так называют звук, который распространяется в твердых телах, например в стеновой кладке, и который возникает при непосредственном воздействии, например при стуке. Так как корпусной шум возникает в основном при хождении по перекрытию или по полу на перекрытии, в этом случае говорят об **ударном шуме на перекрытии** (рис. 2.85).

Корпусной шум в стенах и ударный шум на перекрытиях частично поглощаются этими конструкциями, однако большая часть этих видов шума излучается конструкцией в виде воздушного шума и поэтому бывает слышна.

2.2.12.3. Измерение звука

При оценке силы звука измеряется давление, которое передается колебаниями молекул воздуха на измерительный прибор. Это давление называют

звуковым давлением. Этому звуковому давлению соответствует определенный уровень звука. Измеренное звуковое давление на шкале измерительного прибора представлено как уровень звука на шкале в диапазоне от 1 до 120 дБ. При этом одно деление шкалы соответствует единице в 1 децибел (1 дБ) (рис. 2.86).

Как показали исследования, человеческий слух имеет свойство считать низкие тона менее громкими, чем более высокие тона. Начало различения звука, **порог слышимости**, лежит, например, при частоте 1000 Гц около 0 дБ. При тоне с частотой 100 Гц порог слышимости находится около 25 дБ.

Эта особенность человеческого слуха различные по высоте тона ощущать различными по громкости учитывается тем, что полученные при измерениях значения уровней шума в децибелах принимаются с поправками. Эти поправочные коэффициенты установлены в DIN 45633. После учета поправочных коэффициентов получают **оценочный уровень шума по шкале А** прибора (называемого шумомером), выражаемый в дБ(А).

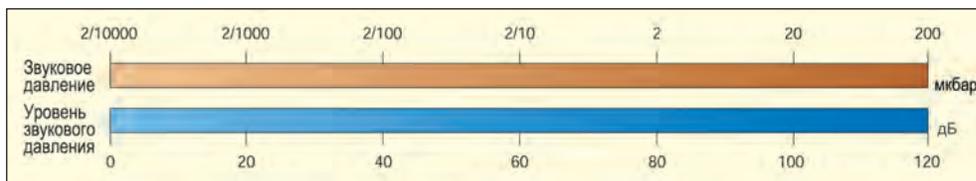


Рис. 2.86. Сравнение звукового давления и уровня звука

На пороге слышимости уровень шума по шкале А составляет 0 дБ(А), на болевом пороге он составляет 120 дБ(А). При 65 дБ(А) начинается расстройство вегетативной нервной системы, при 90 дБ(А) – расстройство и повреждение слуха. Начиная с 85 дБ(А) сотрудники должны носить индивидуальные средства защиты слуха. При 90 дБ(А) они предписываются категорически.

Для оценки уровня шума по шкале А могут служить приведенные в табл. 2.15 примеры различных шумов.

Тихий разговор	40
Обычный разговор	50
Громкий разговор	60
Суперзвукоизолированный компрессор	70
Сильный транспортный шум	80
Строительная круговая пила	85
Пластинчатый вибратор	95
Стенд испытания моторов	100

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите разницу между когезией и адгезией.
2. Назовите различные нагрузки на строительные конструкции в здании. Назовите, какие части зданий будут подвергаться этим нагрузкам.
3. Расскажите, что понимается под капиллярностью и как это влияет на строительство.
4. Объясните, почему строительные конструкции все время меняют свои размеры. Расскажите, с помощью каких мероприятий можно избежать повреждения сооружения.
5. Объясните, что такое относительная влажность, абсолютная влажность и максимальная влажность воздуха.
6. Поясните на примерах, как может передаваться тепло.
7. Объясните, как возникает воздушный и корпусной шум и какие возможности для распространения имеются для этих видов шума.

2.3. Основы электротехники

Электротехника занимается техническими приборами и установками, предназначенными для производства, распределения и применения электроэнергии. Многие машины и технические установки используют для своей работы электрическую энергию, потому что ее можно без больших потерь превращать в другие формы энергии, например в тепловую или в механическую энергию.

Чтобы распознать опасность при обращении с электрическим током, а при эксплуатации электрических приборов и машин уметь работать без несчастных случаев, необходимо знать и соблюдать предписания по безопасности (положения VDE).

Важно понимать необходимость соблюдения техники безопасности. Для этого требуются знания о передаче электрической энергии, а также инструкций по производственной безопасности и безопасности труда. Пользователь оборудования должен знать о воздействии электрического тока на человеческое тело, уметь оказывать первую медицинскую помощь при несчастных случаях, а также распознавать возможные неисправности электрических приборов и систем.

Положения по безопасности включают в себя защитные мероприятия, относящиеся к работе на строительной площадке, а также непосредственно к приборам и устройствам, виды и классы защиты. Кроме того, необходимо принимать меры безопасности для имеющихся на строительной площадке электрических систем. Все работники на строительной площадке несут ответственность за безопасную работу с электрическим током.

2.3.1. Распределение электрической энергии

Для распределения электрической энергии применяются провода, предохранители и выключатели. Необходимые для образования замкнутой цепи проводники от места подключения к электроприбору и обратно присоединяются к общей сети с помощью изолированных проводов, называемых также жилами. Для предотвращения механических повреждений провода защищаются оболочками. Чаще всего провода содержат третью жилу, которая служит защитным проводником и не находится под током.

Местные сети снабжаются электроэнергией с помощью линий высокого напряжения, выключателей и трансформаторов, подключенных к электростанциям. Подключение потребителя к местной сети происходит через кабель или воздушные провода к домашнему шкафу подключения. Этот защищенный пломбами ящик содержит предохранительное устройство для подключения к дому.

Для электрических проводов чаще всего применяют медь из-за ее хорошей электропроводности. Но и медная проволока вследствие ее сопротивления нагревается при протекании по ней тока. Слишком сильный ток может сильно нагреть проводники, повредить изоляцию и привести к пожару.

Допустимый для проводника ток может быть превышен при перегрузке или при коротком замыкании. **Перегрузка** наступает, когда подключенные приборы вместе создают слишком большой ток в цепи. **Короткое замыкание** — это прямое соединение электрических проводов. При этом сопротивление проводников становится очень малым. Следствием является очень большой ток в сети.

Для того чтобы избежать перегрузки проводов и приборов, они защищаются **предохранителями**. Предохранителями являются приборы, которые при превышении максимального тока в цепи эту

цепь прерывают. Различают плавкие предохранители (рис. 2.87) и предохранители-автоматы (предохранительные автоматические выключатели) (рис. 2.89).

Плавкие предохранители содержат внутри тонкий проволочный или ленточный плавкий проводник, который при слишком большом токе в сети расплавляется и прерывает цепь (рис. 2.88). В зависимости от способа отключения различают безынерцион-

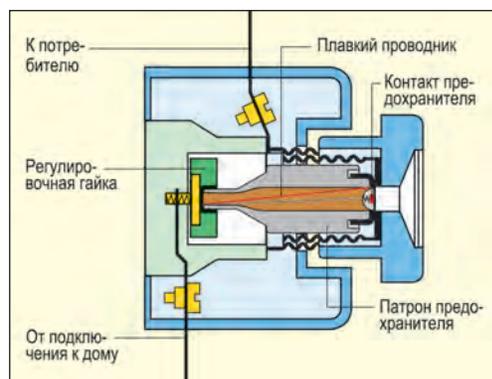


Рис. 2.87. Плавкий предохранитель

ные (быстрые), среднеинерционные и инерционные предохранители.

Регулировочная гайка в патроне предохранителя предотвращает вкручивание корпуса предохранителя с недопустимо большой силой (см. рис. 2.88). Регулировочные гайки и соответствующие патроны предохранителей строго стандартизованы. Регулировочная гайка имеет размер, соответствующий сечению проводника, и может заменяться только специалистами.

Предохранители электроприборов (тонкие предохранители) служат для защиты измерительных приборов и электроники, например управляющих приборов и приборов в автомобилях.

Неисправные предохранители нельзя шунтировать или самостоятельно восстанавливать с помощью «жучка».

Защитные выключатели моторов имеют то преимущество, что с их помощью можно включать и отключать мотор и в то же время защитить подключенный мотор от перегрузки. Биметаллическая лента нагревается при слишком большом значении силы тока и с помощью механики отключает мотор (см. рис. 2.89).

Сетевые предохранительные выключатели (предохранительные автоматы) после произошедшего срабатывания снова могут быть включены. Они имеют магнитный прерыватель, который, например, при коротком замыкании прерывает цепь электрического тока, и биметаллический прерыватель, который действует с задержкой при длительной перегрузке. Если предохранительный автомат отключается с помощью биметаллического прерывателя, он может быть снова включен только после остывания биметаллической полосы (рис. 2.90).

Номинальный ток	Окраска регулировочной гайки и головки пробки		
6 А		зеленая	
10 А		красная	
16 А		серая	
20 А		синяя	
25 А		желтая	
35 А		черная	
50 А	Регулировочная гайка	белая	
63 А	медь		

Рис. 2.88. Предохранители и их обозначения

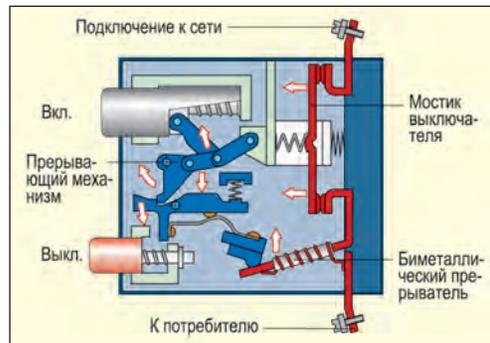


Рис. 2.89. Предохранительный выключатель мотора с биметаллическим прерывателем

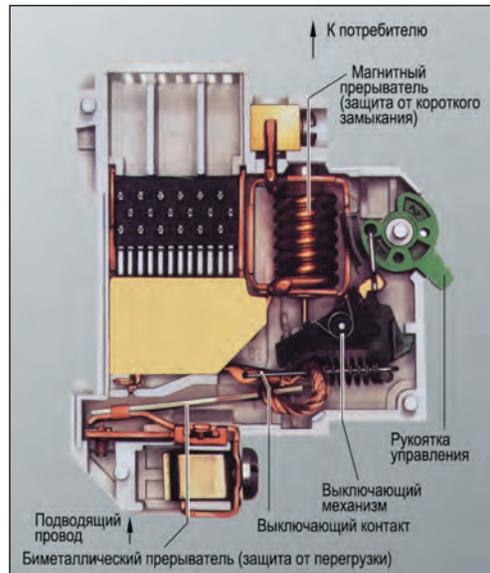


Рис. 2.90. Сетевой предохранитель-выключатель

2.3.2. Производственная безопасность и безопасность труда

Несчастные случаи при обращении с электрическим током в большинстве случаев происходят за счет технических недостатков, незнания, легкомыслия или невнимательности. Поэтому знание причин опасностей несчастных случаев и мероприятий по предотвращению несчастных случаев обязательно для всех принимающих участие в происходящем на стройплощадке.

ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА

Если электроток течет через тело человека, например при касании провода под напряжением, то при превышении определенной величины силы тока мускулатура органов дыхания может быть парализована. При невозможности отсоединения от провода под напряжением могут наступить судороги мускул, нарушения равновесия, остановка дыхания и сердца.

Токи свыше 50 мА и напряжения свыше 50 В опасны для жизни!

Поэтому работы с деталями, находящимися под напряжением, строжайше запрещены.

Мероприятия первой помощи при несчастных случаях:

- разорвать цепь;
- освободить дыхательные пути;
- массаж сердца, а также искусственное дыхание;
- немедленный вызов скорой медицинской помощи.

НЕИСПРАВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

При нарушениях изоляции в электрических установках может возникнуть короткое замыкание, замыкание на землю, замыкание проводов и замыкание на корпус (рис. 2.91).

Короткое замыкание возникает между двумя находящимися под напряжением электрическими проводами, когда они соприкасаются без изоляции. Включенный в цепь предохранитель отключает возникающий при этом большой ток короткого замыкания.

Замыкание на землю возникает при прямой связи одного из находящихся под током проводов с землей или с заземленными деталями. И в этом случае предохранитель отключает ток замыкания на землю.

Замыкание проводов возникает, например, при недопустимой самовольной установке «жучка» на предохранитель, в результате чего установка не может быть отключена.

Замыкание на корпус возникает, когда из-за нарушения изоляции на-

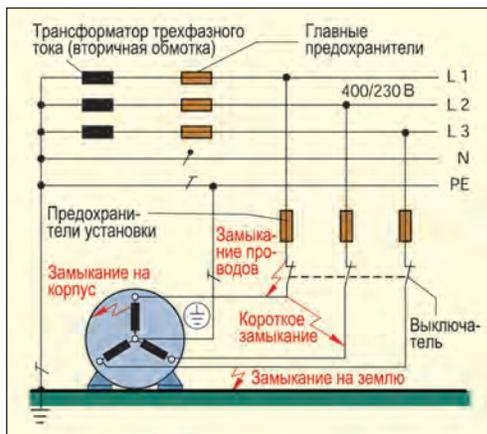


Рис. 2.91. Короткое замыкание, замыкание на корпус, замыкание на землю, замыкание проводов

пряжение попадает на части установки, которые не должны быть под напряжением, например корпус электрической машины. При этом вначале ток отсутствует, и предохранитель не реагирует. Таким образом, замыкание на корпус при хорошо изолированном основании установки долгое время остается нераспознанным.

Контактное напряжение возникает при соприкосновении с установкой, когда ток течет через человека в землю (рис. 2.92).

Величина этого тока зависит от сопротивления человеческого организма и от проводимости связи человека с землей. Если человек соприкасается с заземлением, например с водопроводными, газовыми трубами или трубами отопления, то через него может идти опасно большой ток (рис. 2.93).

2.3.3. Защитные мероприятия

При надлежащей эксплуатации электрических устройств и сетей людям и животным не должен быть нанесен вред. Вещи и предметы не должны подвергаться опасности. Поэтому для предотвращения несчастных случаев необходимо предусмотреть защитные мероприятия.

При возникновении неисправности сохранение слишком высокого контактного напряжения должно быть предотвращено или система должна выключаться самостоятельно. В DIN VDE 0100, часть 410 «Оснащение силовых установок номинальным напряжением до 1000 В», устанавливаются защитные мероприятия против удара электрическим током, которые должны защитить человека от прямого контакта и при непрямом контакте.

Защита от удара электрическим током считается достигнутой, если электрическая цепь работает с напряжением ниже допустимого контактного напряжения, а именно ниже 50 В для постоянного тока (AC) и 120 В для переменного тока (DC) (диапазон напряжений I). Эти мероприятия должны защитить человека от прямого контакта с элементами, находящимися под напряжением, в процессе эксплуатации и от непрямого контакта в случае неисправности (см. рис. 2.91). Вследствие возрастающего применения для освещения низковольтных галогенных ламп и использования в инженерных системах здания систем установочных шин большое значение приобретает защита от низких напряжений.

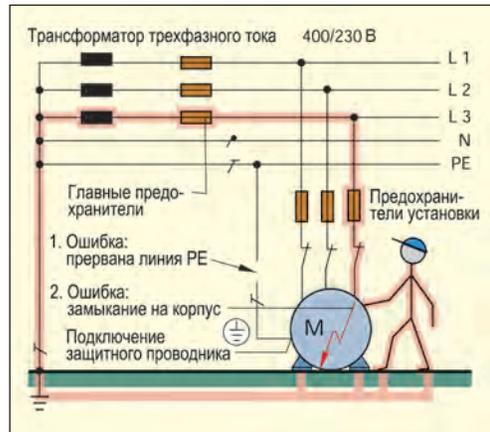


Рис. 2.92. Опасное контактное напряжение

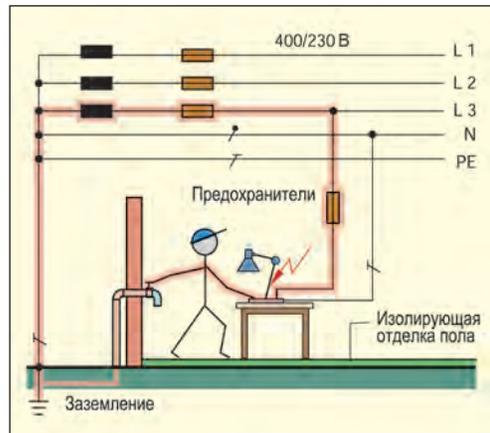


Рис. 2.93. Цепь аварийного тока

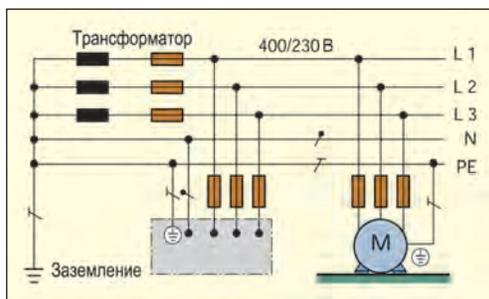


Рис. 2.94. Защита в системе TN

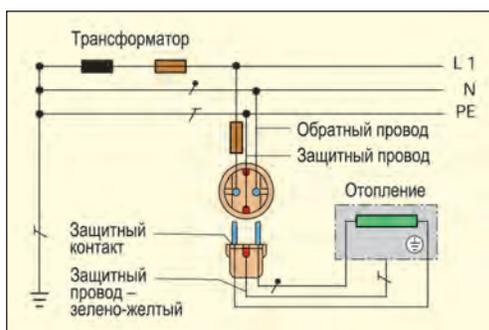


Рис. 2.95. Защитный контакт

боров соединены защитным проводом PE (цвет зелено-желтый) с нейтральным проводом (рис. 2.94). Соединение в случае проводов сечением больше 6 мм^2 может осуществляться одним общим проводом PEN (PEN – проводники PE и N, соединенные вместе).

Переносные приборы подключаются к розеткам с помощью защитного контакта – «шuko-штекера» (рис. 2.95). При этом провод подключения должен быть трехжильным.

ЗАЩИТНЫЙ РАЗРЫВ

При защитном разрыве между сетью и электроприбором включается разделительный трансформатор. При этом получают незаземленное напряжение (рис. 2.96).

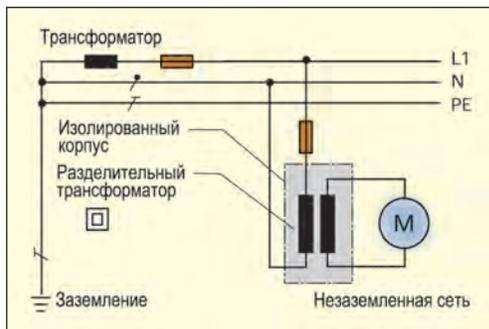


Рис. 2.96. Защитный разрыв

ЗАЩИТНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

При защитной изоляции все металлические части, которые могут в случае аварии попасть под напряжение, должны быть изолированы с помощью особых мероприятий. Защитная изоляция часто применяется в малых машинах и бытовых электроприборах. В ручных электродрелях с защитной изоляцией, например, пластмассовая шестерня предотвращает токопроводящую связь в приводе между мотором и шпинделем сверла. Провод и штекер в приборах, оборудованных защитной изоляцией, делают двухжильными или двухполюсными.

ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В СИСТЕМЕ TN

В системе TN нейтральный провод N трансформатора напрямую заземляется (T от французского terre – земля). Корпус и кожух подключенных при-

боров соединены защитным проводом PE (цвет зелено-желтый) с нейтральным проводом (рис. 2.94). Соединение в случае проводов сечением больше 6 мм^2 может осуществляться одним общим проводом PEN (PEN – проводники PE и N, соединенные вместе). К разделительному трансформатору можно подключать только один прибор с рабочим током не более 16 А.

Защитный разрыв применяется в строительных машинах, как, например, бетономешалки, вибраторы для бетона или машины для мокрого шлифования.

ЗАЩИТНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ

Защитные выключатели обеспечивают наибольшую безопасность для электрических машин. Поэтому мно-

гими предприятиями, поставляющими электроэнергию, предписывается применение **защитных выключателей от аварийных токов**. Таким образом можно контролировать как сети под током, так и отдельные приборы и при возникновении неисправности отключать их (рис. 2.97).

Ток в подводящем проводе обычно имеет ту же величину, что и ток в отводящем проводе. В случае неисправности в машине, например при замыкании на корпус, какая-то часть обратного тока уходит в землю. Защитный выключатель при этом отключается в течение 0,2 с. С помощью пробной кнопки Т можно симулировать аварийный ток. Если нажать пробную кнопку, то выключатель должен сработать.

Для того чтобы обеспечить хорошую защиту людей, следует пользоваться защитными выключателями FI с предельным током 30 или 10 мА.

2.3.4. Виды и классы защиты

Электрические приборы и установки должны в зависимости от применения и места установки быть защищены от непроизвольного воздействия, а также от проникновения чужеродных тел и воды.

В случае светильников, нагревательных приборов, приборов с электромоторами, электроинструментов и приборов электромедицинского лечения виды защиты могут быть показаны на табличке, где указан тип прибора в виде пиктограммы. Виды защиты описываются кратким обозначением, которое состоит из букв **IP** (**IP** – **I**nternational **P**rotection) и двух цифр, показывающих степень защиты (табл. 2.16).

Электрические приборы подразделяются по классам защиты (табл. 2.17). Классы защиты показывают, какие защитные мероприятия применяются при установке против прямого и непрямого контакта. Различают классы защиты I, II и III.

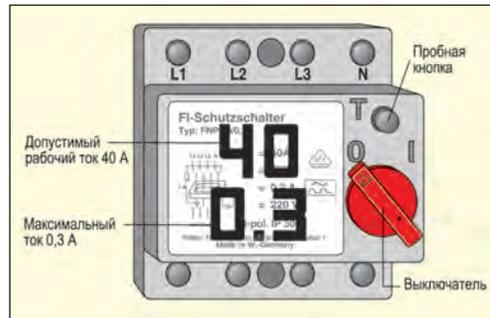


Рис. 2.97. Защитный выключатель аварийного тока

Таблица 2.16. Знаки-изображения для обозначения видов защиты IP

Знак-изображение	Вид защиты	Вид защиты IP	Знак-изображение	Вид защиты	Вид защиты IP
	Защищено от капельной воды	IP-31		Водонепроницаемый	IP-67
	Защищено от дождя	IP-33		Непроницаемый для воды под давлением	IP-68
	Защищено от брызг воды	IP-54		Защищенный от пыли	IP-5x
	Защищено от струй воды	IP-55		Герметически непроницаемый для пыли	IP-6x

x – отсутствующая цифра обозначения

Пример для вида защиты IP:

IP 44 – защита против проникновения твердых тел диаметром более 1,0 мм. Защита от водяных брызг со всех направлений.

Классы защиты	I	II	III
Обозначения			
Защитные мероприятия	Защитный провод	Защитная изоляция	Защитное малое напряжение
Примеры	Электромоторы	Светильники, бытовые электроприборы	Малые электроприборы до 50 В

Класс защиты I, например, включает все приборы с металлическим корпусом, которые должны иметь присоединительную клемму для проводника РЕ (зелено-желтый защитный провод) с соответствующим обозначением.

2.3.5. Электрические установки на стройплощадках

Все машины и приборы с электрическим приводом на строительной площадке

должны быть подключены к центральному электрораспределительному щиту. Центральный электрораспределительный щит должен соответствовать действующим требованиям (VDE 0612). Корпус центрального электрораспределительного щита должен быть из металла или из пластмассы, деревянный шкаф недопустим.

В шкафу центрального электрораспределительного щита (шкаф AV) расположено подключение к сети тока (рис. 2.98). Кроме того, он содержит счетчик, защитные выключатели FI, предохранители, а также розетки и клеммы.

Шкаф должен запираться. Особенно важным является безупречное заземление электрораспределительного щита на стройплощадке. Оцинкованные огневым методом ленточные или стержневые заземляющие элементы должны быть соединены с клеммами заземления хорошо изолированными плетеными медными проводами сечением не менее 16 мм². После оборудования стройплощадки все электрические установки должны быть проверены ответственным специалистом на правильность

подключения и работы защитных мероприятий. Результаты проверки по соображениям соблюдения закона необходимо оформить в виде протокола испытаний.

На больших строительных площадках целесообразно устанавливать несколько электрораспределительных щитов, чтобы при отключении одного из предохранительных выключателей FI не отключалась от городской сети вся стройплощадка. Для этой цели применяются также электрораспределительные щиты с несколькими цепями подключения, каждая из которых оборудуется своим защитным выключателем FI. Кроме того, применяются распределительные шкафы (шкафы V) без электросчетчиков.



Рис. 2.98. Шкаф центрального электрораспределительного щита

Электрические приборы, соединительные розетки и провода должны соответствовать **требованиям VDE** (VDE – союз немецких электротехников) и иметь **знак** о том, что они прошли **испытания VDE** (рис. 2.99).

Розетки. Розетки для трехфазного тока должны соответствовать международному стандарту на круглые розетки по нормам CEE (CEE – Международная комиссия по правилам аттестации электрооборудования) (рис. 2.100). Они позволяют применять токи большой силы и возможны в защищенном от водяных брызг и в водонепроницаемом исполнении. Кроме того, они удовлетворяют требованию безопасности: только вилочно-розеточные системы, рассчитанные на одно напряжение, могут подходить друг к другу.

На стройплощадке должен быть назначен ответственный за состояние электрических установок, а также его заместитель, которого должны знать все на стройплощадке. Ответственный обязан ежедневно проверять путем нажатия всех кнопок работу всех защитных выключателей FI, отключать электроустановку после окончания работы и запирать шкаф АВ. Работающим на предприятии должны регулярно повторяться следующие правила.

- Неисправные приборы должны немедленно отключаться. Монтаж, изменение и ремонт электроприборов и установок могут производиться только специалистом-электриком.
- При неисправностях электроустановок или при необычных явлениях при их работе, как, например, запах дыма, искрение или необычные звуки, установка должна быть отключена. Об этом следует известить ответственного.
- Кабели не допускается ремонтировать, протягивать через острые края, закапывать в землю или подвергать растяжению.
- При транспортировке электромашин штекер должен быть вынут из розетки. Переносные приборы после окончания работы должны снова отключаться от сети.
- Приборы с надписью «защищать от влаги» не допускается включать под дождем или хранить вне помещения.
- На электрических машинах и на электронагревательных приборах нельзя развешивать одежду или класть другие предметы.



Рис. 2.99. Знаки испытаний VDE

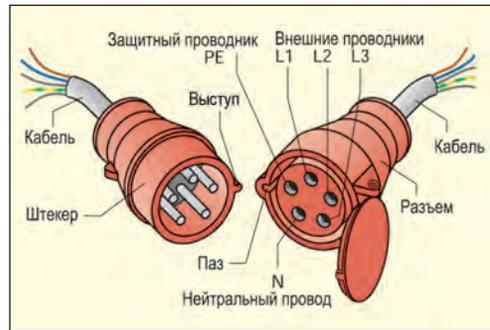


Рис. 2.100. Штекер трехфазного тока

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите причины, почему в строительстве необходимы знания по электротехнике.
2. Объясните действия электрического тока, используемые в каких-либо строительных процессах.
3. Обоснуйте, почему при работе электроустановок необходимы защитные мероприятия.
4. Назовите основные правила, которые должны соблюдать все лица на строительной площадке при обращении с электрическими установками.
5. Назовите мероприятия первой помощи при несчастных случаях с электрооборудованием.
6. Опишите преимущества разъемных электрических соединений по стандарту СЕЕ.

ГЛАВА 3

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Применяемые в строительстве стройматериалы можно разделить на неорганические и органические (табл. 3.1).

3.1. Природные строительные камни

Природными строительными камнями называют все встречающиеся на земле камни. Для строительства важными являются их состав и свойства.

3.1.1. Возникновение природных строительных камней

Возраст Земли насчитывает 5–10 миллиардов лет. Предполагается, что она возникла при взрыве в космосе в виде газообразного или жидкого огненного шара. За счет излучения тепла в мировое пространство его поверхность охладилась и стала твердой. Земля состоит из оболочек (рис. 3.1).

Ядро Земли имеет диаметр 6700 км и состоит преимущественно из металлов никеля и железа. Температура ядра по оценкам составляет до 20 000 °С, а давление – до 3,5 миллиона бар. Плотность ядра Земли составляет 11 кг/дм³.

Промежуточный слой толщиной около 1700 км и плотностью от 5 до 6,4 кг/дм³ состоит в основном из базовых веществ: кремния, магния, хрома, железа, никеля и марганца.

Мантия Земли имеет толщину приблизительно 1200 км и состоит преимущественно из соединений кремния и магния.

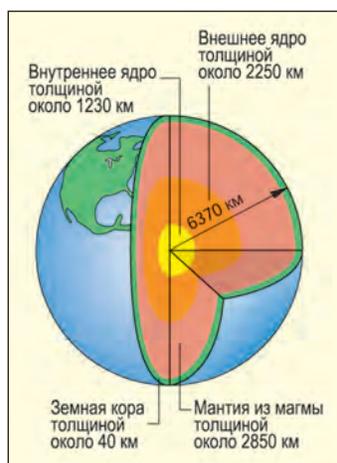


Рис. 3.1. Строение Земли

Таблица 3.1. Классификация строительных материалов		
Неорганические стройматериалы		Органические стройматериалы
Минеральные	Металлические	
Природные строительные камни	Железные строительные материалы	Древесина и древесные материалы
Искусственные строительные камни	Конструкционная сталь	
Керамические материалы и фарфоровые эмали	Стальная арматура	Пластмассы
Стекло	Напрягаемая арматура	Вода для затворения
Вязущие	Цветные металлы	Добавки к бетону
Растворы и бетоны		Битумы

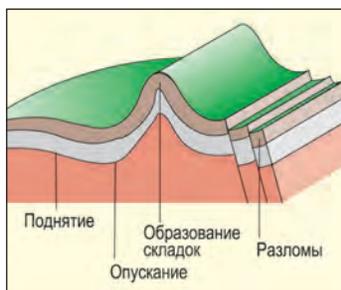


Рис. 3.2. Изменение формы за счет внутренних сил



Рис. 3.3. Возникновение природных камней



Рис. 3.4. Образование магматических горных пород



Рис. 3.5. Базальтовые колонны

Земная кора — это наружный слой толщиной около 120 км. Он состоит преимущественно из соединений кремния и алюминия с кислородом. Плотность его составляет от 2,6 до 3,3 кг/дм³.

Поверхность Земли образует кору толщиной около 40 км. Она состоит из плитоподобного прочного камня и плавает на жидкой магме (расплавленном камне). Внутренние и наружные силы действуют на земную поверхность, от чего она постоянно изменяет форму и изменяется по составу.

Внутренние силы вызывают поднятие и опускание земной коры, образование складок и разломов. По этой причине, например, одинаковые каменные породы залегают на разной глубине. Это ведет к смещению слоев пород (рис. 3.2).

Внешние силы — это в основном воздействия воды и ветра. Они размывают земную поверхность и образуют наносы. Разрушающим действием обладает текущая вода и дождь, так как они размывают материалы. Дождь и солнечное тепло вызывают выветривание камня. Замерзающая вода разрывает камень. Ветер уносит мелкие частицы камня и откладывает их в других местах. Однако текущая вода может образовывать наносы. Она несет с собой ил, песок и гравий (рис. 3.3). Ледники собирают большие камни-валуны в морены. Отмершие растения и животные также способствуют созданию слоев грунта.

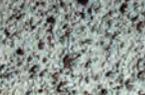
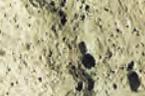
3.1.2. Виды природных камней

Природные камни (горные породы) классифицируются по способу их образования на магматические, осадочные и метаморфические. Они могут применяться в строительстве как в обработанном, так и в необработанном виде.

3.1.2.1. Магматические горные породы

Магматические горные породы (затвердевшие породы) образуются, когда жидкая порода (магма) в определенных местах проникает из ядра Земли на поверхность. Эти места называют вулканами.

Поднимающаяся по жерлу вулкана и выливающаяся из кратера магма охлаждается на воздухе и застывает в виде камня (рис. 3.4). Этот камень называют **излившейся горной породой** (табл. 3.2). При этом могут возникнуть особые формы горных пород, как, например, шестигранные базальтовые колонны (рис. 3.5).

Виды	Места залегания	Свойства	Применение
Глубинные породы Гранит	 Гарц, горы Фихтель, Шварцвальд, Саксония, Шпессарт, Оденвальд	Очень твердый. Высокая прочность на сжатие, серый — до серо-коричневого	Камни для мостовых, бортовые камни, лестничные ступени
Переходные породы Порфир	 Гарц, Саарланд, Тюрингия, Рудные горы, Саксония	Очень твердый. Высокая прочность на сжатие, красно-коричневый до коричнево-зеленого	Камни для мостовых, лестничные ступени
Излившиеся породы Базальт	 Семигорье, Эйфель, Рён, Рудные горы, Фогельсберг	Очень твердый. Высокая прочность на сжатие, темно-серый до серо-черного	Кладка, лестничные ступени, гравийная засыпка
Изверженные породы Пемза	 Нойвидербекен, Эйфель	Пористый, легкий, светло-серый	Кладка из туфовых плит
Туф	 Нойвидербекен, Нёрдлинген, Саксония	Разламывающийся при увлажнении, твердеет на воздухе, серый	Отделка, облицовка
Трасс (молотый туф)	 Нойвидербекен	Пористый, легкий, светло-серый	Трассцемент

Вследствие медленного охлаждения магмы в жерле вулкана и в ходах этого жерла образуются глубинные породы и жильная порода. Часть магмы может выбрасываться в воздух при извержении вулкана, там охладиться и осаживаться вниз в виде шлакоподобной породы. Ее называют изверженной породой.

3.1.2.2. Осадочные горные породы

Осадочные горные породы образуются из затвердевших горных пород. Они разрушаются дождем, ветром, морозом и большими перепадами температур и измельчаются (выветривание). Сначала выветривается самый верхний слой затвердевшей породы. Он уносится водой или ветром и откладывается в пониженных местах в виде осадочной породы (табл. 3.3). С помощью этого процесса многие слои могут уноситься и в других местах откладываться в обратной последовательности слоев (рис. 3.6). Верхний осадочный слой называют грунтом. При этом различают гумус, глину, мергель, песок и гравий.

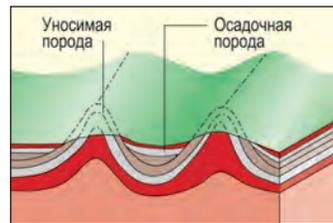


Рис. 3.6. Образование осадочных горных пород

Виды	Местоположение	Свойства	Примечания
Песчаник	 Шпессарт, Гарц, Бергишес Ланд, Шварцвальд, Песчаниковые горы на Эльбе, Тюрингия	Многоцветные, с увеличивающейся плотностью, устойчивые против выветривания	Каменная кладка, облицовки
Известняк	 Швабские Альпы, Франкские Альпы, Альпы, Горная земля Везер, Швейцарская Юра	Цвет от серого до белого, с увеличивающейся плотностью, устойчивые против выветривания	Построечный камень, каменная кладка, щебень, вяжущие

3.1.2.3. Метаморфические горные породы

Преобразованные горные породы (метаморфические горные породы) образуются при высоком давлении и высоких температурах из магматических или осадочных горных пород (табл. 3.4). Так, например, из

- | | | |
|-------------------------------|--------|-------------------------------|
| • магматической породы | | метаморфическая порода |
| гранит | —————> | гнейс |
| • осадочной породы | | метаморфическая порода |
| известняк | —————> | мрамор |
| песчаник | —————> | кварцит |
| глина | —————> | глиняный сланец (рис. 3.7) |

3.1.2.4. Состав природных камней

Природные камни состоят из минералов. Они прочные, в большинстве случаев кристаллические, определяются по внешнему виду и определяют свойства природных камней в зависимости от вида, количества и состава минералов.

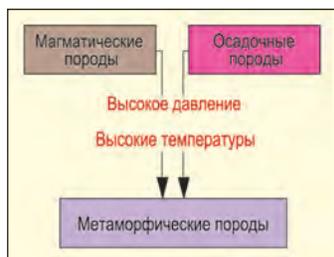


Рис. 3.7. Образование метаморфических горных пород



Рис. 3.8. Кварцевый песок

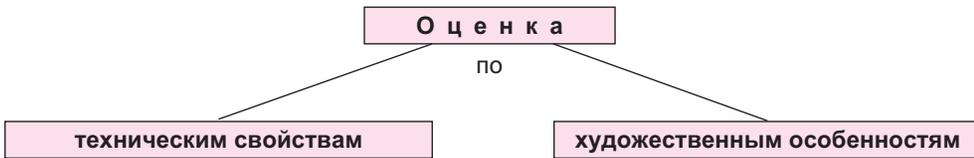
Важнейшими минералами являются:

- **кварц**: составная часть песка (кварцевого песка) и песчаника;
- **известковый шпат**: компонент известняка, мела и мрамора;
- **полевого шпат**: компонент гранита, порфира, базальта и сланца;
- **глина**: с известью — мергель; с песком — суглинок;
- **слюда**: компонент гранита.

3.1.2.5. Свойства природных камней

Выбор и применение природных камней зависит от различных свойств этих камней, а также от их стоимости. Последняя зависит от того, как часто встречаются эти камни в природе, от их технических свойств и художественных качеств.

Виды	Местоположение	Свойства	Примечание
Гнейс	 Шварцвальд, Рудные горы, Богемский лес, Альпы	Цвет от белого до зеленого, прочный на сжатие, устойчивый против погодных воздействий	Камни брусчатки
Сланец	 Сланцевые горы, Гарц, Альпы, Судеты	Темно-серый цвет, легко раскалывается, водонепроницаемый	Покрытие для крыш, облицовка
Мрамор	 Италия, Рудные горы, Греция	Многоцветный, часто белый, полосатый, прочный при царапании	Полы, облицовка стен, покрытия



- **Прочность на сжатие** зависит от **плотности** структуры. Природные камни часто имеют большую плотность и поэтому подходят для частей зданий, несущих большую нагрузку на сжатие. Кроме того, камни имеют большой **вес**. Их твердость может быть оценена с помощью шкалы твердости Моса (см. рис. 2.38).
- **Устойчивость против выветривания** зависит от **пористости** камня. Пористые камни, как, например, определенные песчаники, имеют большую **водопоглощающую способность**. Мороз и выветривание могут их разрушить. При неправильной установке таких камней в конструкции стены может образоваться конденсат. Это также ведет к строительным повреждениям. Двуокись углерода (CO_2) и двуокись серы (SO_2) во время дождя могут растворяться и образовывать кислоты, которые разрушают природный камень. Изменение температур может привести к образованию трещин. Мхи, лишайники, трава и корни деревьев прорастают на мокрых камнях в мельчайшие трещины и могут повредить природные камни, разрывая их.
- **Обработываемость** зависит от плотности и твердости. Бывают виды природных камней, которые можно легко пилить в мокром состоянии (травертин). Особо твердые камни, например базальт или гранит, требуют больших затрат при их обработке. Их можно обрабатывать с помощью инструментов с большими перерывами в работе. Вследствие их плотной структуры твердые природные камни можно полировать. При этом получается гладкая, зеркальная поверхность.
- **Поверхность** может иметь различную структуру.
- **Цвет**, а также текстура и эффекты могут быть очень разнообразными (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Структура поверхности природных камней

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В помещении, где вы находитесь, можно увидеть и распознать много разных стройматериалов. Классифицируйте их на органические и неорганические.
2. Природные камни имеют различное происхождение. Назовите различные группы по их происхождению и относящиеся к ним виды природных камней.
3. Каменщик должен правильно использовать природные камни. По каким свойствам он должен оценивать природные камни?
4. По каким соображениям заказчик выбирает природные камни?
5. Какие воздействия могут привести к разрушению природных камней?

3.2. Искусственные камни

Искусственные камни разделяют на обожженные и необожженные.

3.2.1. Обожженные камни

Обожженные камни — это в основном кирпичи для кладки стен, например полнотелый или многопустотный кирпич с классом плотности $\geq 1,2$, теплоизоляционные и многопустотные кирпичи с классом плотности $\leq 1,0$, высокопрочный кирпич и высокопрочный клинкер, а также шлифованные строительные камни и блоки.

3.2.1.1. Полнотелые и многопустотные кирпичи для кладки стен**ИЗГОТОВЛЕНИЕ**

Для изготовления стеновых кирпичей необходима смесь глины и суглинка. Так как оба этих материала в большинстве случаев имеются не в том количестве, которое необходимо, и не в тех пропорциях, которые необходимы, ее следует приготовить. Смесь разминается, месится, делается пластичной в присутствии водяного пара и прессуется с помощью ленточного пресса. В зависимости от желаемого типа кирпича вынимаемые вставки образуют различные дырки или пустоты. Отформованную полосу разрезают проволокой на желаемые сырцы кирпича. Сырцы кирпича в зависимости от водосодержания должны быть отформованы больших размеров, чем требуется, так как при последующей сушке и обжиге они усаживаются. В сушильном помещении находящаяся в сырцах вода медленно выпаривается при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, для того чтобы в них не образовались усадочные трещины. На конечном этапе сырцы обжигают в туннельных печах при температурах от 900 до $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$, чтобы с помощью химического преобразования силикатов частички вещества спекались вместе. Цвет кирпича определяется металлическими соединениями, содержащимися в сырье. Красноватый цвет кирпича образуется, например, за счет окислов железа. В зависимости от количества и состава окислов железа, а также от температуры обжига получаются цвета от желтого до красного и затем темно-коричневого. У лицевого кирпича ложки шлифуются. Обожженные камни сортируются, укладываются на поддоны и упаковываются готовыми к продаже (рис. 3.10).

СВОЙСТВА

Свойства стенового кирпича нормируются по DIN 105-1.

Прочность на сжатие. Стеновой кирпич поставляется восьми классов прочности на сжатие. Для их различения применяются цвета на упаковке, приведенные в табл. 3.5.

Плотность. У стенового кирпича имеется семь классов плотности, от 1,2 до 2,4. При этом цифры дают наивысшее значение плотности в своем классе в кг/дм³.

Кирпичи – пористые. Так как воздух – проводник тепла, замкнутый в порах и пустотах воздуха повышает теплозащитные качества кирпича. Стеновые кирпичи могут воспринимать тепло, накапливать его в течение длительного времени и затем его медленно отдавать. То же самое происходит с влажностью, содержащейся в воздухе. Эти качества улучшают микроклимат помещений.

Капиллярность. Пористость ведет к капиллярности, это означает, что камни при воздействии воды поглощают влажность. Так как вода лучше проводит тепло, чем воздух, то теплопроводность материала увеличивается, а теплозащитная способность снижается. Влажность на границах камней может увеличиваться и увеличивать влажность граничащих с ними строительных материалов. Это приводит к повреждениям строительных конструкций. Когда вода замерзает в порах, это приводит к откалыванию наружного слоя камня.

Морозоустойчивость. Стеновые кирпичи не морозоустойчивы. Поэтому при применении в наружных конструкциях они должны быть защищены от мороза, если они находятся во влажном состоянии.

РАЗМЕРЫ, ФОРМАТЫ, ПУСТОТНОСТЬ

Размеры. Размеры полнотелых и многопустотных кирпичей выводятся из модульной системы для наземного строительства (табл. 3.6). Дополнительно кирпичи могут иметь длину 90, 145, 190, 210, 290, 390 и 425 мм и ширину 60, 80, 90, 100, 145, 150, 200, 225, 250, 275 и 425 мм, а также высоту 155 и 175 мм.

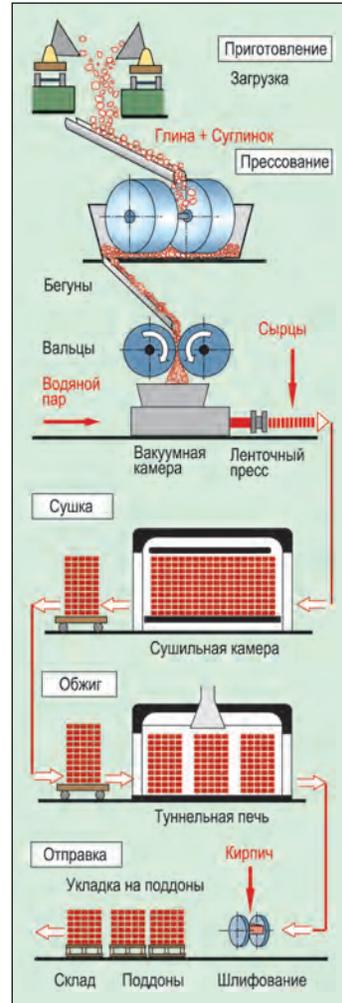


Рис. 3.10. Изготовление стенового кирпича

Класс прочности на сжатие	Прочность на сжатие, Н/мм ²		Цветовое обозначение
	Средняя величина	Наименьшая величина	
4	5,0	4,0	синий
6	7,5	6,0	красный
8	10,0	8,0	черный штемпель
12	15,0	12,0	без обозначения
20	25,0	20,0	желтый
28	35,0	28,0	коричневый

Таблица 3.6. Размеры и форматы стеновых кирпичей

Краткое обозначение	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Количество камней на 1 м высоты
DF	240	115	62	16
NF	240	115	71	12
2 DF	240	115	113	8
3 DF	240	175	113	8
4 DF	240	240	113	8
5 DF	240	300	113	8
6 DF	240	365	113	8
8 DF	240	240	238	4
10 DF	240	300	238	4
12 DF	240	365	238	4
15 DF	365	300	238	4
18 DF	365	365	238	4
16 DF	490	240	238	4
20 DF	490	300	238	4
21 DF	425	365	238	4

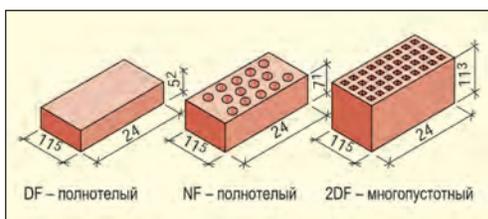


Рис. 3.11. Стеновые кирпичи

Обозначения стеновых кирпичей (примеры):

Кирпич DIN 105-1 – MZ12 – 1,8 – NF

Означает, что это кирпич полнотелый, класс прочности на сжатие 12, класс плотности 1,8 в формате NF ($l = 240$ мм, $b = 115$ мм, $h = 71$ мм)

Кирпич DIN 105-1 – H1zA8 – 1,2 – 2DF

Означает, что это кирпич многопустотный с дырчатостью А и минимальной прочностью на сжатие 8 Н/мм^2 , плотностью не более $1,2 \text{ кг/дм}^3$ в формате 2DF ($l = 240$ мм, $b = 115$ мм, $h = 113$ мм)



Рис. 3.12. Кладка стен из шлифованных строительных блоков

Форматы. В зависимости от длины, ширины и высоты стеновые кирпичи делятся на тонкий формат (DF), нормальный формат (NF) и форматы, которые являются производными тонкого формата (см. табл. 3.6).

Пустотность. По наличию пустот различают полнотелый кирпич с пустотной частью или без, многопустотные кирпичи, кирпичи для изготовления стеновых панелей, кирпичи ручной формовки и формованный (фигурный) кирпич (рис. 3.11). Благодаря пустотам экономится сырье, уменьшается вес и улучшаются теплоизоляционные характеристики кирпича.

Полнотелый кирпич (Mz) – это полнотелые камни без пустот в тонком, нормальном форматах и формате 2DF. Полнотелые кирпичи могут иметь пустотную часть перпендикулярно постельной плоскости. Однако она не должна быть больше 15% от плоскости постели (см. рис. 3.11).

Многопустотный кирпич (HLz) поставляется с большим процентом пустот, однако не более 50% от плоскости постели. В зависимости от формы и величины существует три различных вида пустот: А, В и С. Для обозначения кирпича краткое обозначение дополняется соответствующими буквами обозначения пустот. Многопустотный кирпич поставляется начиная с формата 2D.

Кирпич для изготовления стеновых панелей (Т), в отличие от обычных размеров, имеет длину 247, 307, 372 и 497 мм. По центру постели они имеют вертикально расположенные каналы, на тычковых гранях также могут быть выполнены дополнительные выемки. Кирпичи укладывают таким образом, чтобы образовывались вертикальные каналы. Эти каналы можно использовать для заливки раствора.

3.2.1.2. Теплоизоляционный и многопустотный кирпич

При **изготовлении** в сырье для кирпича подмешиваются легковыгораемые компоненты, как, например, опилки. При обжиге в кирпиче образуются воздушные поры; такие кирпичи называют пористыми или легкими.

Их особым **свойством** является малая плотность, составляющая от 0,55 до 1,0 кг/дм³. Поэтому теплоизолирующая способность легкого кирпича выше, чем у стенового кирпича. Кроме обычных классов прочности на сжатие, легкие кирпичи бывают также класса прочности 2.

Размеры, форматы и пустотность соответствуют стеновому кирпичу. Они нормируются положениями DIN 105-2.

Теплоизоляционный кирпич (WDz) выполняет повышенные требования к теплоизоляции, в том числе благодаря повышенным требованиям к пустотности.

Многопустотный кирпич W (HLzW) имеет пустотность В и выполняет повышенные требования к теплоизоляции. Чаще всего он изготавливается в большом формате, начиная с 8 DF, в виде строительных блоков.

3.2.1.3. Шлифованные строительные блоки

Шлифованные строительные блоки представляют собой формованные и обожженные кирпичи с особой точностью размеров. Постельные поверхности должны быть плоскими и параллельными друг другу, благодаря чему блоки можно укладывать с выполнением горизонтального слоя толщиной 1 мм. Тонкий слой раствора наносится на постель либо путем обмакивания кирпича в раствор, либо с помощью валика (рис. 3.12). Закрывтие раствором тычковых швов из-за зубчатого стыка не требуется. Шлифованные строительные блоки изготавливают классов плотности от 0,7 до 2,0 и классов прочности на сжатие от 2 до 28.

Шлифованные строительные блоки изготавливаются следующих видов: шлифованный полный блок (PMz), шлифованный многопустотный блок (PHLz), шлифованный блок для изготовления стеновых панелей (PHLzT), шлифованный формованный блок, шлифованный облицовочный блок (PVMz) и шлифованный клинкер (PKMz). Кроме того, изготавливаются доборные, сдвижные и угловые блоки (рис. 3.13 и 3.14)

3.2.1.4. Облицовочный кирпич

При **изготовлении** обжигается при более высокой температуре, чем стеновой кирпич; при этом в качестве улучшенного свойства получается более плотная структура.

Обозначение многопустотного кирпича (пример):

Кирпич DIN 105-1 – HLzW6 – 0,7 – 10 DF (300)

Означает легкий многопустотный кирпич W, класс прочности на сжатие 6, класс плотности 0,7 в формате 10 DF для толщины стены 30 см ($l = 238$ мм, $b = 300$ мм, $h = 238$ мм)

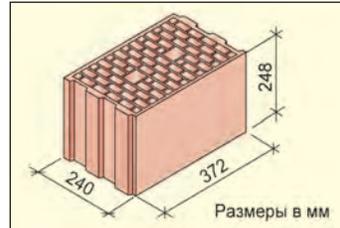


Рис. 3.13. Шлифованный многопустотный блок

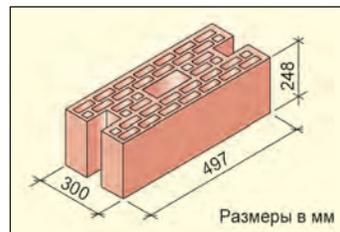


Рис. 3.14. Шлифованный блок для изготовления стеновых панелей

Обозначение облицовочного кирпича (пример):**Кирпич DIN 105 – VHLzB28 – 2,0 – 2 DF**

Означает облицовочный многопустотный кирпич с пустотностью В, класс прочности на сжатие 28, класс плотности 2,0 в формате 2 DF

Обозначение клинкера (пример):**Кирпич DIN 105 – KMz36 – 1,8 DF**

Означает полнотелый клинкер, класс прочности на сжатие 36, класс плотности 1,8 в формате DF ($l = 240$ мм, $b = 115$ мм, $h = 52$ мм)

Камни почти не всасывают воду и морозостойки. **Размеры, форматы и пустотность** соответствуют стеновому кирпичу.

Облицовочный кирпич (VMz) и облицовочный многопустотный кирпич (VHLz) поставляются форматов DF, NF и 2DF. **Доборный** облицовочный кирпич – это половинный или разделенный в длину на две части кирпич шириной от 55 до 90 мм.

3.2.1.5. Клинкерный кирпич и керамический клинкер

При **изготовлении** обжигается до спекания при температуре до 1500 °С. При этом частицы сырья расплавляются в стеклоподобную массу с почти закрытыми порами. Клинкер в качестве особого

свойства имеет очень малое влагопоглощение и поэтому морозостоек. Он имеет плотность свыше 1,2 кг/дм³ и классы прочности на сжатие 36, 48 и 60.

Размеры, формы и пустотность соответствуют стеновому кирпичу. Они нормируются DIN 105, части 3 и 4. Различают **полнотелый клинкер (KMz)** и **керамический клинкер (KK)**, а также **многопустотный клинкер (KHLz)** и **керамический многопустотный клинкер (KHK)**. Они изготавливаются в форматах DF, NF и 2DF.

Клинкерные кирпичи могут быть также канальными клинкерами, клинкерами для мостовых, облицовочных работ и клинкерными плитами различных форм.

3.2.1.6. Специальный кирпич

Обожженные стеновые камни изготавливаются в виде специального кирпича для особых целей с различными поверхностями или с различными строительно-физическими свойствами, как, например, для защиты от шума.

Обожженные стеновые камни в виде **специального кирпича для особых целей** могут поставляться как соединительные камни для дверей и окон, как угловые камни для острых и тупых углов стен, как камни откосов и закруглений, например для закруглений подоконников, для керамического заполнения перекрытий, для дымовых труб в форме радиальных кирпичей. Швеллерные оболочки для кирпичных перемычек изготавливаются шириной 11,5 и 17,5 см. Такая ширина позволяет устраивать перемычки для стен любой ширины.

Для кожухов для жалюзи, а также для размещения рольставен изготавливаются специальные



Рис. 3.15. Специальные кирпичи для особых целей

керамические камни. Для устройства опорных частей перекрытий на стенах имеются L-образные камни с или без дополнительной теплоизоляции; для балок и кольцевых анкеров для U-образных элементов они также могут быть с или без теплоизоляционного заполнения (рис. 3.15).

Обожженные стеновые камни с **различными поверхностями** бывают с гладкими или шероховатыми поверхностями, с поверхностями для ручной росписи и окраски, с песчаным напылением и без него. Они изготавливаются почти всех цветов.

Для **шумозащиты** изготавливаются обожженные стеновые камни, например звукоизоляционный кирпич плотностью 1,6–2,2 кг/дм³, акустический кирпич с большим процентом пустотности и заполнения, звукоизоляционный кирпич с процентом пустотности до 54% поперечного сечения. Эти кирпичи послойно после укладки заполняются раствором (рис. 3.16).



Рис. 3.16. Установка шлифованных заполняемых строительных блоков в шумозащитной стене

3.2.1.7. Керамические фаянсовые изделия

Керамические фаянсовые изделия изготавливаются из глины, кварцевого песка и небольшого процента полевого шпата. После приготовления, смешивания и формования материал обжигается при температуре около 1050 °С. Получившиеся изделия – пористые и могут капиллярно всасывать воду. Поэтому на поверхность перед вторичным обжигом наносят глазурь. Эта глазурь может быть прозрачна и непрозрачна, а также может быть окрашена с помощью окислов металлов. Изделия из полученной таким образом керамики в виде облицовочных плит называют **фаянсовой плиткой**. Фаянсовые плитки имеют с одной стороны пористую поверхность с высоким водопоглощением более 10% массы. Вследствие этого их способность держаться на поверхности другого материала очень высока, однако их прочность и химическая стойкость ниже. Фаянсовые плитки разных размеров в основном используются для облицовки стен (рис. 3.17).



Рис. 3.17. Фаянсовая плитка для облицовки стен

Различают по DIN 18155 **белые** плитки и **плитки цвета слоновой кости**, а также **майоликовые плитки**. Кроме того, имеются плитки с однотонной глазурью и цветные глазурованные плитки. Белые и цвета слоновой кости плитки имеют бесцветную или покрывную (желтую) глазурь. Майоликовые плитки имеют цветную покрывную глазурь с блестящей, матовой или кристаллической поверхностью (рис. 3.18).



Рис. 3.18. Майоликовые плитки