



М И Р строительства

Справочник
строителя.

Строительная техника,
конструкции и технологии

Сборник под ред. Х. Нестле

Издание 2-е, исправленное

Перевод с немецкого
А. К. Соловьева

ТЕХНОСФЕРА
Москва
2013

УДК 69 (035)

ББК 38

H56

H56 Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии

Сб. под ред. Х. Нестле

Издание 2-е, исправленное

Москва: Техносфера, 2013. – 864 с. – (Мир строительства).

ISBN 978-5-94836-251-9

Новое издание известного немецкого справочника – всеобъемлющий источник информации по технологическим и конструктивным вопросам строительства.

Книга пользуется большим спросом среди инженеров-проектировщиков и специалистов в области строительства; может использоваться в проектном бюро и на стройплощадке в качестве справочника, а также для преподавания в строительных техникумах и вузах.

ББК 38



Авторы:

**Фрей Хансайорг, Херрманн Август, Краузевиц Гюнтер, Кун Фолькер,
Лилих Йоахим, Нестле Ханс, Нутч Вольфганг, Шульц Петер,
Трауб Мартин, Вайбель Хельмут, Вернер Хорст**

Руководство авторским коллективом:

Ханс Нестле, дипл. преподаватель профессионального образования.

Обработка иллюстраций:

Чертежное бюро Ирены Лиллих, Швабский Гмюнд

© 2003 (10th edition):

Verlag EUROPA-LEHRLIMMITTEL, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG,
42781 Haan-Gruiten (Germany)

© 2007, ЗАО «РИЦ «Техносфера», перевод на русский язык

© 2013, ЗАО «РИЦ «Техносфера»,
оригинал-макет, оформление

ISBN 978-5-94836-251-9

ISBN 3-8085-4029-X (нем.)

Содержание

Предисловие к 10-му изданию	13
Предисловие к русскому изданию	14
Глава 1. СТРОИТЕЛЬНАЯ ОТРАСЛЬ	15
1.1. Строительное дело	15
1.2. Строительные профессии	15
1.2.1. Профессии, занятые при возведении несущего остова и ограждающих конструкций здания	16
1.2.2. Профессии подземного строительства	17
1.2.3. Профессии отделочников	17
1.3. Взаимодействие строительных профессий	18
1.4. Образование в области строительства	19
Глава 2. ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА	21
2.1. Химические основы	21
2.1.1. Тело и вещество	21
2.1.2. Химические и физические процессы	22
2.1.3. Виды материалов	23
2.1.4. Химические элементы	23
2.1.5. Химические соединения	28
2.1.6. Смеси	32
2.1.7. Важнейшие основные материалы и их соединения	33
2.1.8. Кислоты	37
2.1.9. Щелочи	39
2.1.10. Соли	40
2.1.11. Вода	42
2.1.12. Загрязнение и защита окружающей среды	44
2.2. Физические основы	47
2.2.1. Физические величины	47
2.2.2. Объем, масса, плотность, пористость	48
2.2.3. Когезия, формы состояния, адгезия	50
2.2.4. Поверхностное натяжение, капиллярность	51
2.2.5. Механические свойства твердых тел	52
2.2.6. Силы	54
2.2.7. Нагрузки на здание	58
2.2.8. Прочность и напряжение	59
2.2.9. Давление в жидкостях и газах	62
2.2.10. Тепло	65
2.2.11. Влажность воздуха	72
2.2.12. Звук	72
2.3. Основы электротехники	74
2.3.1. Основные понятия	75
2.3.2. Создание напряжения	76
2.3.3. Действие электрического тока	77
2.3.4. Виды тока	78
2.3.5. Электроприборы в сети электрического тока	79
2.3.6. Электрическая работа и ее стоимость	82
2.3.7. Распределение электрической энергии	82
2.3.8. Производственная безопасность и безопасность труда	84
2.3.9. Защитные мероприятия	86



Содержание

2.3.10. Виды защиты, классы защиты	87
2.3.11. Электрические установки на стройплощадках	88
Глава 3. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	91
3.1. Природные строительные камни	91
3.1.1. Возникновение природных строительных камней	91
3.1.2. Виды природных камней	92
3.2. Искусственные камни	96
3.2.1. Обожженные камни	96
3.2.2. Необожженные камни	103
3.3. Стекло	113
3.3.1. Изделия из стекла	113
3.4. Вяжущие	117
3.4.1. Строительные известки	117
3.4.2. Цементы	119
3.4.3. Строительные гипсы	124
3.4.4. Ангидритные вяжущие	127
3.4.5. Смешанные вяжущие	127
3.4.6. Штукатурные и кладочные вяжущие	127
3.4.7. Битумы	128
3.4.8. Асфальт	134
3.5. Заполнители из каменных материалов	139
3.5.1. Свойства	139
3.5.2. Испытание(проверка)	141
3.5.3. Поверхностная влажность	141
3.5.4. Виды	142
3.5.5. Заполнитель для раствора	142
3.5.6. Заполнители для бетона	143
3.6. Вода затворения	147
3.7. Добавки к бетону	147
3.7.1. Средства, добавляемые к бетону	147
3.7.2. Прочие добавки к бетону	150
3.8. Растворы	151
3.8.1. Раствор, приготовляемый на стройплощадке	151
3.8.2. Кладочный раствор	152
3.8.3. Штукатурные растворы	155
3.8.4. Стяжечные растворы	156
3.9. Дерево	157
3.9.1. Рост и строение древесины	157
3.9.2. Свойства дерева	163
3.9.3. Высушивание древесины	167
3.9.4. Породы древесины	170
3.9.5. Пороки древесины	176
3.9.6. Вредители древесины	178
3.9.7. Защита древесины	182
3.9.8. Товарные формы полнотелой древесины	188
3.10. Металлы	197
3.10.1. Железные конструкционные материалы	197
3.10.2. Арматура для бетона	201
3.10.3. Напрягаемая арматура	207
3.10.4. Профилированные растягивающиеся металлические листы	208
3.10.5. Нежелезные металлы	208
3.10.6. Коррозия	210

3.11. Пластмассы	214
3.11.1. Состав, свойства и описание	214
3.11.2. Виды	217
Глава 4. СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	225
4.1. Виды строительного проектирования	225
4.2. Основы строительного проектирования	226
4.2.1. Основы строительного права	226
4.2.2. Технические основы	232
4.3. Фазы строительного проектирования и проведения строительных работ	234
4.4. Процесс получения разрешения на строительство	234
4.5. Масштабы планов	237
4.6. Планирование строительных затрат	237
4.7. Составление объемов работ, организация работ и расчет оплаты за строительные работы (AVA)	239
4.7.1. Определение объемов работ и передача заказа на исполнение	240
4.7.2. Обсчет	242
Глава 5. СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО	244
5.1. Подготовка работ	244
5.1.1. Способ строительства	244
5.1.2. Время строительства	245
5.1.3. Оборудование рабочей площадки	248
5.1.4. Оборудование стройплощадки	258
5.2. Надзор за ведением строительных работ	259
5.2.1. Отчетность	259
5.2.2. Строительный контроль	260
5.3. Техника безопасности	262
5.3.1. Недопущение несчастных случаев	262
5.3.2. Поведение при несчастных случаях	264
5.4. Леса	264
5.4.1. Защитные леса	265
5.4.2. Рабочие леса и подмости	267
5.5. Строительные измерения	276
5.5.1. Разбивка точек	276
5.5.2. Измерение длины	279
5.5.4. Измерение высот	284
5.5.5. Строительные геодезические измерения с помощью лазерного инструмента	289
5.5.6. Съемка продольных и поперечных профилей	291
5.5.7. Строительная разбивка	293
5.5.8. Шнурковые ограждения	294
Глава 6. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ГРУНТЫ, ОСНОВАНИЯ, ВОДОУДАЛЕНИЕ	298
6.1. Строительные грунты	298
6.1.1. Строительный котлован, укрепление котлованов	299
6.1.2. Распределение давления в грунте	303
6.1.3. Осадки зданий и разрушение грунта	304
6.1.4. Поведение грунта при морозе (промерзание)	305
6.1.5. Водоудержание	305
6.2. Фундаменты	306
6.2.1. Разновидности фундаментов	307
6.2.3. Заземление фундаментов	312



6.3. Водоотведение из дома и с участка	312
6.3.1. Виды водоотведения	313
6.3.2. Методы водоотведения	314
6.3.3. Канализационные трубопроводы	315
6.3.4. Устройство траншей для прокладки труб	317
6.3.5. Прокладка труб	318
6.3.6. Контрольные устройства	319
6.3.7. Обратная засыпка траншей канализации	320
Глава 7. КАМЕННЫЕ РАБОТЫ	322
7.1. Порядок размеров	322
7.1.1. Строительно-ориентировочные размеры и форматы камней	322
7.1.2. Конструктивные размеры	323
7.2. Перевязка камней	324
7.2.1. Серединная перевязка	326
7.2.2. Концевые перевязки	327
7.2.3. Присоединения стен под прямым углом	329
7.2.4. Косоугольные присоединения стен	331
7.2.5. Перевязка при кладке дымовых труб	333
7.2.6. Декоративные перевязки	335
7.3. Каменная кладка стен	336
7.3.1. Прочность каменной кладки	336
7.3.2. Кладка стен	338
7.4. Каменные работы	344
7.4.1. Рабочие приспособления	344
7.4.2. Рабочее место	345
7.4.3. Производство работ	346
7.5. Виды каменной кладки	353
7.5.1. Однослочная кладка	353
7.5.2. Кладка с двумя слоями из камня	357
7.5.3. Стены-заполнения	362
7.5.4. Каменные арки и своды	363
7.6. Кладка из природного камня	365
7.6.1. Природные кладочные камни	366
7.6.2. Работа с природным камнем	366
7.6.3. Виды кладки	367
Глава 8. УСТРОЙСТВО ОПАЛУБКИ	370
8.1. Части опалубки	371
8.1.1. «Опалубочная одежда»	371
8.1.2. Несущая конструкция	373
8.2. Изготовление опалубки	378
8.2.1. Установка опалубки	378
8.2.2. Раскрепление опалубки	379
8.2.3. Опалубка в местах выемок	380
8.3. Снятие опалубки (распалубка)	382
8.3.1. Уход и складирование опалубки	383
8.4. Опалубки для частей зданий	384
8.4.1. Опалубка для фундаментов	384
8.4.2. Стеновая опалубка	384
8.4.4. Опалубка балок	388
8.4.5. Опалубка перекрытий	389
8.4.6. Опалубка лестниц	390
8.4.7. Опалубка для лицевого бетона	391



8.4.8. Опалубки стен и перекрытий большой площади	392
8.4.9. Переставная опалубка	395
8.4.10. Скользящая опалубка	396
Глава 9. СТРОИТЕЛЬСТВО ИЗ БЕТОНА	398
9.1. Виды и нормирование	398
9.2. Свежий бетон	399
9.2.1. Фазы твердения	399
9.2.3. Консистенция	403
9.2.4. Транспортный бетон	406
9.2.5. Поставки транспортного бетона	407
9.2.6. Укладка	412
9.3. Высокопрочный бетон	426
9.3.1. Свойства	426
9.3.2. Классификация набравшего прочность бетона	429
9.4. Обеспечение качества	433
9.4.1. Контроль производства	433
9.4.2. Контроль соответствия качества	433
9.5. Легкий бетон	437
9.5.1. Виды легкого бетона	437
9.5.2. Состав	438
9.5.3. Свойства	439
9.5.4. Укладка	441
Глава 10. СТРОИТЕЛЬСТВО ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА	442
10.1. Железобетон	442
10.1.1. Положение и форма арматуры	444
10.1.2. Бетонные покрытия	446
10.1.3. Указания по армированию	449
10.1.4. Армирование	458
10.1.5. Армирование железобетонных конструкций	464
10.1.6. Пересятия	475
10.1.7. Железобетонные балки и железобетонные балочные плиты	493
10.2. Реконструкция железобетонных сооружений	498
10.2.1. Воздействие на железобетонные конструкции	498
10.2.2. Проектирование мероприятий по реконструкции	501
10.2.3. Методы приведения в порядок конструкций (санирование)	502
10.2.4. Проведение санирования	502
10.3. Предварительно-напряженный бетон	505
10.3.1. Принцип предварительно-напряженного бетона	505
10.3.2. Виды предварительно напряженного бетона	507
10.3.3. Строительные материалы	508
10.3.4. Напрягающий элемент	509
10.3.5. Предварительное напряжение	510
10.3.6. Процесс натяжения	511
10.3.7. Преимущества предварительно-напряженного бетона	512
Глава 11. СБОРНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ИЗ БЕТОНА	513
11.1. Способы строительства из сборных элементов	513
11.1.1. Каркасное строительство	514
11.1.2. Панельное строительство	515
11.2. Изготовление и монтаж сборных элементов	517
11.2.1. Изготовление	517
11.2.2. Монтаж	518



Глава 12. СТРОИТЕЛЬСТВО ИЗ ДЕРЕВА	520
12.1. Обработка древесины	520
12.1.1. Измерение и разметка	520
12.1.2. Распиловка	520
12.1.3. Стругание	526
12.1.4. Долбление	527
12.1.5. Сверление	529
12.1.6. Шлифование	530
12.1.7. Предписания по предупреждению несчастных случаев	531
12.2. Крепежные средства	532
12.2.1. Гвозди	532
12.2.2. Кляммеры (скобы)	533
12.2.3. Шурупы	533
12.2.4. Дюбели	535
12.2.5. Нагельные плиты	536
12.2.6. Стальные листы и стальные детали	536
12.3. Соединения деревянных элементов	537
12.3.1. Продольные соединения	538
12.3.2. Угловые соединения	539
12.3.3. Ответвления	539
12.3.4. Перекрестные соединения	540
12.3.5. Врубки	540
12.3.6. Штифтовые и болтовые соединения	542
12.3.7. Дюбельные соединения	544
12.3.8. Несущие нагельные соединения	546
12.3.9. Соединения с помощью гвоздевых фасонок	549
12.4. Склейивание строительной древесины	550
12.4.1. Клеящие материалы	550
12.4.2. Дощатая слоистая древесина	553
12.4.3. Склленные конструкции из брусьев	555
12.4.4. Стропильные балки и фахверковые фермы	556
12.5. Деревянные конструкции	556
12.5.1. Деревянные стены	557
12.5.2. Деревянные перекрытия	562
Глава 13. СТРОИТЕЛЬСТВО С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	565
13.1. Обработка стали	565
13.1.1. Соединение	565
13.1.2. Разделение	566
13.1.3. Изменение формы	567
13.2. Виды строительных систем	567
13.2.1. Фахверковые системы	567
13.2.2. Рамные конструкции	568
13.3. Устройство колонн и ригелей	569
13.3.1. Стальные колонны	569
13.3.2. Стальные балки	569
13.3.3. Устройство стен	570
13.4. Защитные мероприятия	571
Глава 14. УСТРОЙСТВО ЛЕСТНИЦ	573
14.1. Определения	573
14.2. Формы лестниц	573

14.3. Размеры лестниц	575
14.3.1. Размеры ступеней	575
14.3.2. Размеры лестниц	577
14.3.3. Смещение ступеней	578
14.4. Устройство лестниц	582
14.4.1. Каменные лестницы	582
14.4.2. Деревянные лестницы	588
14.4.3. Виды конструкций деревянных лестниц	589
14.4.4. Перила лестниц	594
Глава 15. ЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	596
15.1. Тепло- и звукоизоляционные материалы	596
15.2. Пороизоляция	600
15.3. Теплозащита	602
15.3.1. Теплопроводность	603
15.3.2. Коэффициент теплопередачи, сопротивление теплопередаче	603
15.3.3. Сопротивление теплопереходу	604
15.3.4. Общее сопротивление теплопередаче, общий коэффициент теплопередачи	605
15.3.5. Требования к теплозащите	606
15.3.6. Утепленные конструкции	611
15.4. Влагозащита	614
15.4.1. Гидроизоляция против грунтовой влаги	616
15.4.2. Изоляция против воды под давлением	620
15.4.3. Швы в строительных сооружениях	621
15.4.4. Дренаж	624
15.4.5. Возникновение конденсата	628
15.5. Шумозащита	631
15.5.1. Звукоизоляция	631
15.5.2. Звукоизоляция стен	633
15.5.3. Звукоизоляция перекрытий	635
15.5.4. Защита от шума за счет звукоглощения	638
15.6. Пожарозащита	639
15.6.1. Поведение строительных материалов при пожаре	639
15.6.2. Поведение конструкций при пожаре	640
15.6.3. Пожарозащитные мероприятия для строительных конструкций	641
Глава 16. УСТРОЙСТВО ДЫМОВЫХ ТРУБ	644
16.1. Терминология	644
16.2. Работа трубы	645
16.3. Строительство дымовых труб	645
16.3.1. Предписания	646
16.3.2. Строительные материалы и конструкции	649
16.3.3. Строительные типы	651
Глава 17. КРЫШИ	654
17.1. Части крыш и их форма	654
17.2. Несущие конструкции покрытий	656
17.2.1. Стропильная крыша	657
17.2.2. Крыша из стропил с затяжкой	658
17.2.3. Крыша с наслонными стропилами	658
17.2.4. Шпренгельная система и висячая система стропил	661
17.2.5. Свободно опертые фермы	662



17.3. Уклон крыш	665
17.4. Кровля	666
17.4.1. Нижняя кровля, нижнее покрытие и подкладочный слой	667
17.4.2. Кровельное покрытие и гидроизоляция кровли	669
17.5. Уклоные кровли	669
17.5.1. Чешуйчатые кровельные материалы	669
17.5.2. Покрытие профильными листами	679
17.5.3. Покрытие фальцованный жестью	682
17.5.4. Покрытие рулонными материалами	683
17.5.5. Защита от несчастных случаев при кровельных работах	683
17.5.6. Вентилируемые и невентилируемые скатные крыши	683
17.6. Плоские крыши	687
17.6.1. Невентилируемые плоские крыши	688
17.6.2. Озелененная кровля	689
17.6.3. Вентилируемые плоские кровли	689
Глава 18. ВНУТРЕННЕЕ ОБУСТРОЙСТВО	691
18.1. Отопительная система	691
18.1.1. Центральное отопление от домовой котельной	691
18.1.2. Вентиляционное оборудование. Воздушное отопление. Установки кондиционирования воздуха	695
18.2. Санитарное оборудование	696
18.2.1. Установки питьевого водоснабжения	696
18.2.2. Установки водоотведения	698
18.2.3. Газовое оборудование	698
18.3. Электрооборудование	700
18.3.1. Устройства подведения электроэнергии к зданию	700
18.3.2. Главные провода	701
18.3.3. Электросчетчик	701
18.3.4. Распределительные провода с предохранителями для отдельных цепей тока	701
18.3.5. Электроустановки в отдельных электрических цепях	702
18.3.6. Сигнальные, антенные, телефонные устройства и устройства наблюдения	702
18.3.7. Устройства системотехники в зданиях	703
18.4. Штукатурка	703
18.4.1. Штукатурный метод	703
18.4.2. Устройство штукатурки	706
18.4.3. Сухая штукатурка	710
18.4.4. Теплоизоляционные штукатурные системы	710
18.4.5. Теплоизоляционные системы из плит на других связующих	711
18.4.6. Повреждения штукатурки	711
18.5. Выравнивающие стяжки	712
18.5.1. Виды стяжек	713
18.5.2. Конструкции стяжек	715
18.5.3. Укладка стяжек	719
18.5.4. Последующая обработка стяжки	723
18.5.5. Укладка чистого пола на стяжки	724
18.6. Сухое строительство	724
18.6.1. Строительные материалы	725
18.6.2. Конструкции стен	729
18.6.3. Потолочные конструкции	732
18.6.4. Укладка гипсокартонных плит	734



18.7. Керамические плитки и плиты	735
18.7.1. Инструменты и приспособления	735
18.7.2. Виды плитки и плит	736
18.7.3. Облицовка стен и полов	741
18.8. Строительные столярные работы	743
18.8.1. Окна	744
18.8.2. Двери	747
18.8.3. Облицовка стен	753
18.8.4. Облицовка потолков	754
18.8.5. Переставные перегородки	755
18.8.6. Отделка пола из дерева и деревянных материалов	757
18.8.7. Эластичные покрытия пола	761
18.8.8. Текстильные покрытия пола	762
Глава 19. ПОДЗЕМНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО	764
19.1. Водоснабжение	764
19.1.1. Виды воды	764
19.1.2. Получение воды	767
19.1.3. Приготовление воды	771
19.1.4. Водонакопление	773
19.2. Водоотведение	776
19.2.1. Сточные воды	776
19.2.2. Методы водоотведения	778
19.2.3. Сточный канал	779
19.2.4. Рабочие чертежи	792
19.2.5. Ситуационные планы	794
19.3. Очистка сточных вод	794
19.3.1. Очистные сооружения	795
Глава 20. ДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО	805
20.1. Дорожная сеть	805
20.2. Ответственные за строительство дорог	806
20.3. Подразделение дорог	806
20.4. Процесс проектирования дорог	806
20.4.1. Предварительное планирование (линейный проект)	807
20.4.2. Проект для получения разрешения на строительство (форпроект)	808
20.4.3. Процесс окончательной констатации принятия решения	808
20.5. Линейная проводка дороги	809
20.6. Генеральный план	809
20.6.1. Прямые	809
20.6.2. Дуги окружностей	809
20.6.3. Переходные кривые	810
20.7. Вертикальный план	815
20.7.1. Продольные уклоны, выпуклости, вогнутости	815
20.7.2. Расчет высотных отметок градиента	816
20.7.3. Полоса кривизны	817
20.7.4. Полоса поперечных уклонов	818
20.8. Поперечный разрез дороги	821
20.8.1. Определение ширины дороги	822
20.8.2. Пространство для движения, пространство безопасности, пространство в свету	823
20.8.3. Велосипедные и пешеходные дороги	823
20.8.4. Регулярные сечения	824
20.8.5. Устройство откосов	825



20.9. Устройство дороги	825
20.9.1. Основание	826
20.9.2. Нижняя конструкция	826
20.9.3. Плоскость	826
20.9.4. Верхняя конструкция	827
20.9.5. Морозозащитный слой	827
20.9.6. Несущие слои	828
20.9.7. Слои покрытия	829
20.9.8. Бетонные покрытия	831
20.9.9. Мошенные покрытия	831
20.10. Поперечные профили	833
20.11. Удаление воды с дороги	834
20.11.1. Удаление воды с дороги вне застроенных районов	834
20.11.2. Отведение воды с дороги в пределах застроенных районов	835
20.11.3. Устройства для просачивания воды (зикеры)	836
20.11.4. Дрены	837
20.12. Защита от шума на дорогах	838
Глава 21. ЭВМ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ	840
21.1. Строительное проектирование	840
21.2. Проведение строительных работ	842
21.3. Получение информации	844
Глава 22. СТРОИТЕЛЬСТВО В ПРОШЛОМ И В СОВРЕМЕННОСТИ	846
22.1. Развитие строительства	846
22.2. Важнейшие архитектурные стили	848
22.2.1. Романский стиль (от примерно 800 до 1200 г.)	848
22.2.2. Готика (от примерно 1250 до 1500 г.)	848
22.2.3. Ренессанс (от примерно 1500 до 1600 г.)	849
22.2.4. Барокко (от примерно 1600 до 1750 г.)	849
22.2.5. Классицизм (от примерно 1750 до 1850 г.)	849
22.2.6. Новое время (от примерно 1850 г. до настоящего времени)	850
МИНЕРАЛЬНАЯ ВАТА. КРИТЕРИИ ВЫБОРА УТЕПЛИТЕЛЯ	851

Предисловие к 10-му изданию

Содержание 10-го издания «Строительной техники» соответствует «Правилам производственного обучения в отрасли Строительство» от 03.03.1999 и единым для всей ФРГ примерным учебным планам для

- основного года профессионального обучения по строительной технике;
- первого года профессионального обучения для всех строительных профессий;
- второго года профессионального обучения для рабочих надземного и подземного строительства, рабочих-отделочников, а также
- второго и третьего годов профессионального обучения по профессиям каменщик, бетонщик и строительный чертежник.

Многочисленные изменения норм как следствие гармонизации европейского нормирования сделали необходимой значительную переработку учебного пособия, в особенности глав «Строительные материалы», «Строительство из бетона», «Строительство из железобетона». Также и другие главы по необходимости были актуализированы и приведены к современному состоянию техники.

«Строительная техника» в своем 10-м издании представляет всеобъемлющую информацию по технологическим и конструктивным вопросам. Вместе с обусловленными содержанием обучения в области строительства учебными пособиями издательства «Европа» «Специальная математика» и «Техническое черчение» учебное пособие «Строительная техника» может обеспечить получение требуемых знаний и ключевых квалификаций. Сопровождающий 10-е издание компакт-диск со всеми рисунками и таблицами книги задуман для использования учениками и помогает проводить более наглядные презентации и лекции.

Возможно приобретение также и преподавательской версии компакт-диска, который содержит дополнительно 400 выбранных интерактивных иллюстраций, служащих для оформления уроков, для постепенной выработки профессиональных навыков, для создания материалов для уроков и для введения чертежей в классные работы.

Кроме того, 10-е издание приспособлено к использованию оправдавших себя «рабочих плакатов по строительной технике». Они содержат в четырех томах около 600 иллюстраций по специальностям строительных профессий.

«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;
- за счет многочисленных заданий и упражнений глубже освоить выученный материал;
- овладевать знаниями в области составления рабочих отчетов и презентаций с помощью компакт-дисков.

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 может также служить для получения ответов на вопросы из практики, для подготовки строительно-технического обучения или для сопровождающего обучения пояснения основ и профессиональных понятий. Не в последнюю очередь книга может быть использована в бюро и на строительной площадке в качестве справочного пособия.

Авторы и издательство благодарны всем пользователям книги за критические советы и пожелания.

г. Швабский Гмюнд, весна 2003 г.

Ханс Нестле

Предисловие к русскому изданию

Книга «Строительная техника» под редакцией Х. Нестле является хорошим учебным пособием для профессионального технического образования в области строительства. Кроме того, она может быть использована в качестве учебного пособия для архитектурно-строительных колледжей, требующего лишь небольшого теоретического дополнения по основным строительным дисциплинам.

Большое количество великолепно выполненных иллюстраций делает эту книгу отличным учебным пособием не только для получения профессионального строительного образования и среднего профессионального образования в области строительства, но и для основных строительных специальностей. Доходчивость текста и иллюстраций по всем аспектам строительного дела, дополненная теорией, позволяет повысить качество подготовки не только рабочих и техников, но и специалистов высшей квалификации.

Наличие в книге многочисленных, четко показанных узлов и деталей делает книгу хорошим справочным пособием для проектировщиков и строителей на площадке, позволяющим избежать характерных ошибок при проектировании и строительстве.

Автор перевода и редактор русского издания
заведующий кафедрой архитектуры гражданских
и промышленных зданий Московского государственного
строительного университета, профессор, член Европейской
академии наук и искусств, почетный строитель РФ

A.K. Соловьев

ГЛАВА 1

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).



Примеры надземного строительства:

Частное надземное строительство

- Жилые дома, гаражи

Надземное строительство предприятий

- Промышленные здания и сооружения, магазины, здания бюро и контор

Общественное надземное строительство

- Ратуши, больницы, здания школ

Примеры подземного и дорожного строительства:

Подземное строительство предприятий

- Подземные гаражи

Транспортные сооружения

- Дороги, мосты, рельсовые пути, тунNELи

Общественное подземное строительство

- Канализация, свалки – хранилища отходов

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 в области надземного строительства, отделочных работ, подземного строительства. К профессиям

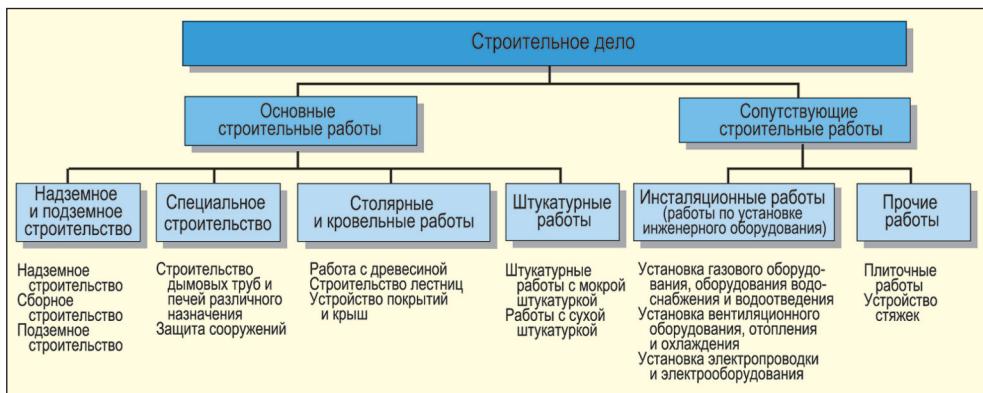


Рис. 1.2. Основные виды строительных работ

проектировщиков кроме инженеров и архитекторов относятся также различные виды чертежников, в том числе и 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 остова 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 также 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 остова 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 подмостки из алюминия, в особенности на церковных колокольнях, опорах

мостов, на 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-волокнистых 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»,



Рис. 1.4. Монтажник лесов



Рис. 1.5. Водитель строительной машины



Рис. 1.6. Строители-дорожники



Рис. 1.7. Штукатуры



Рис. 1.8. Плиточник, укладчик плит и мозаики

т.е. из гипсокартона на каркасе, ведут отделку стен и перекрытий, укладывают теплоизоляционные слои, сухие стяжки, а также пожарозащитную облицовку конструкций.

УКЛАДЧИКИ СТЯЖЕК устраивают на неотделанном перекрытии стяжки из раствора или укладывают их насухо из плитных материалов, включая устройство тепло- и звукоизоляции, занимаются устройством полов из терраццо и брекчии.

ПЛИТОЧНИКИ, УКЛАДЧИКИ МОЗАИКИ И ОТДЕЛОЧНЫХ ПЛИТ отделяют стены и полы

керамической плиткой, отделочными плитами и мозаикой. Это происходит в основном в мокрых помещениях, таких, как кухни, ванные комнаты, и в помещениях с высокими гигиеническими требованиями, таких, как помещения для хранения и обработки пищевых продуктов или бассейны для плавания (рис. 1.8).

Кроме того, при отделке зданий работают установщики труб и приборов отопления, установщики труб и приборов водоснабжения и канализации (в России они называются **САНТЕХНИКАМИ**. – Примеч. ред.), ГАЗОВЩИКИ, ЭЛЕКТРИКИ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СЛЕСАРИ, специалисты по КАМЕННОМУ ЛИТЬЮ и ТЕРРАЦЦО, СТЕКОЛЬЩИКИ, МАЛЯРЫ и ЛАКИРОВЩИКИ, а также **ОФОРМИТЕЛИ ПОМЕЩЕНИЙ**.

Все работы от возведения «коробки» здания до сдачи здания «под ключ» называются отделкой.

1.3. Взаимодействие строительных профессий

При возведении здания или сооружения необходимо взаимодействие строительных профессий. В календарных планах производства работ заранее устанавливается продолжительность каждой работы и последовательность отдельных работ. Они показываются, как правило, на линейной диаграмме (рис. 1.9). При этом про-

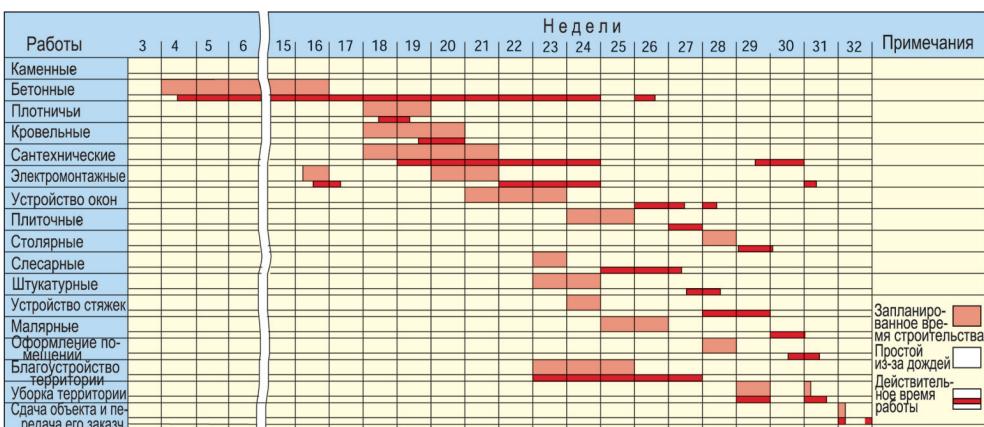


Рис. 1.9. Календарный план (пример)

ектируемая продолжительность работ обозначается цветными линиями. Для контроля можно нанести на план действительную продолжительность работ.

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

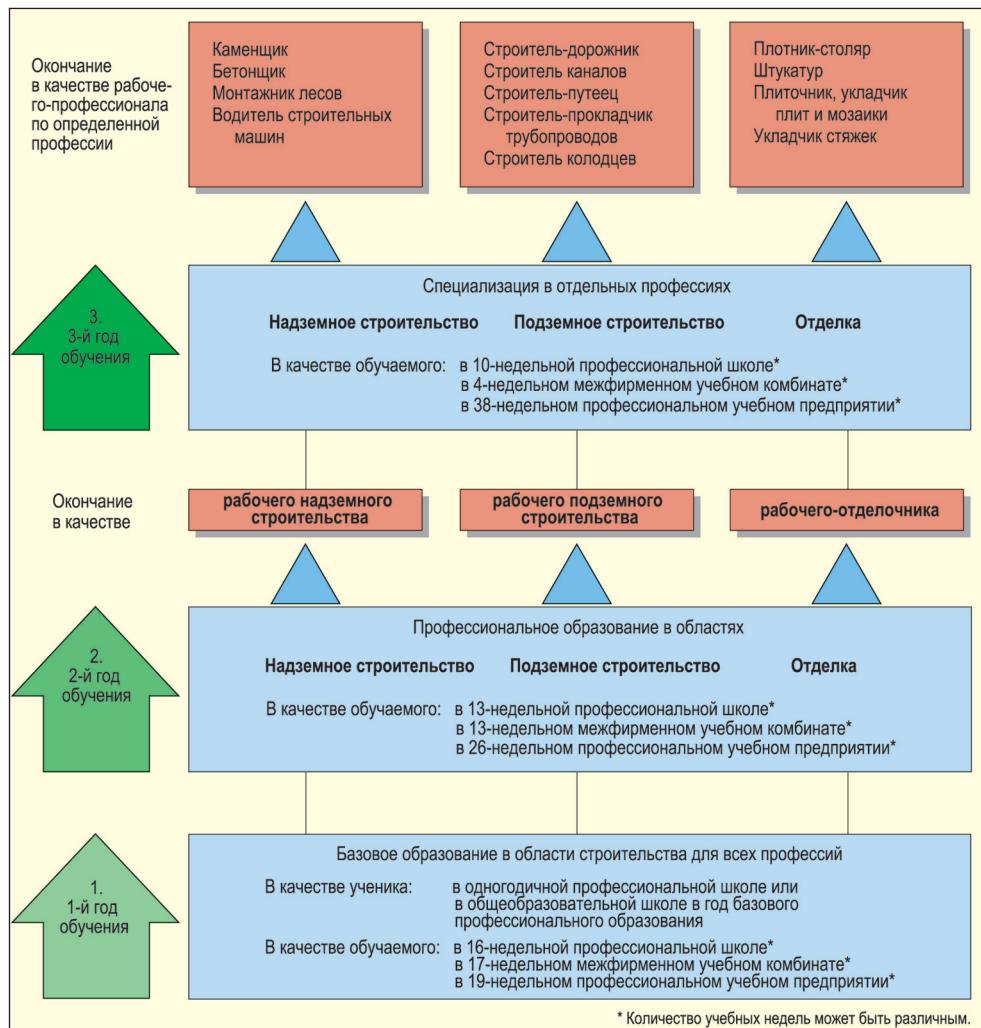


Рис. 1.10. Образование в профессиональной области «Строительство»

учебных комбинатах строительной отрасли (рис. 1.10). Обучение продолжается, как правило, 3 года. В первый год ведется базовое обучение. На втором году обучения подключается 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 определенному профессиональному направлению.

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 однозначно (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.

СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ в основном включают:

- способность к реакциям с другими веществами;

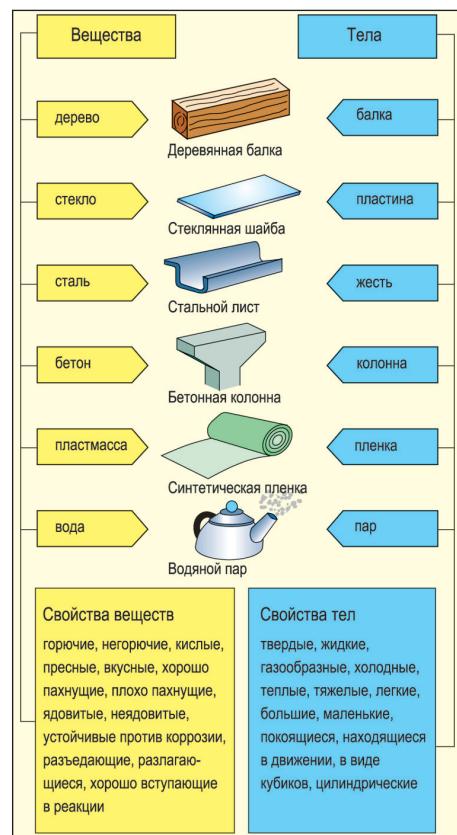


Рис. 2.1. Тела и вещества (примеры)

- 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 вещественными изменениями 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 получаются новые вещества с полностью другими свойствами, отличными от ис-

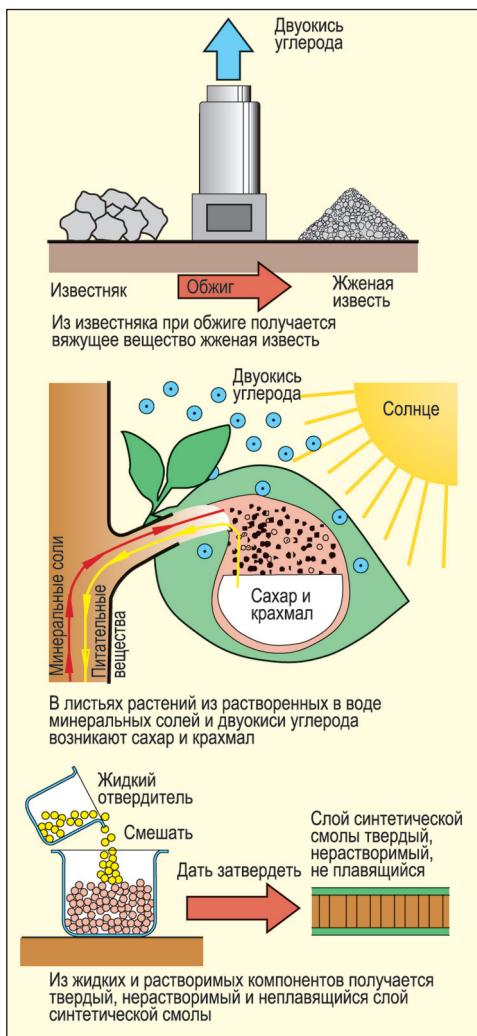


Рис. 2.2. Химические процессы (примеры)

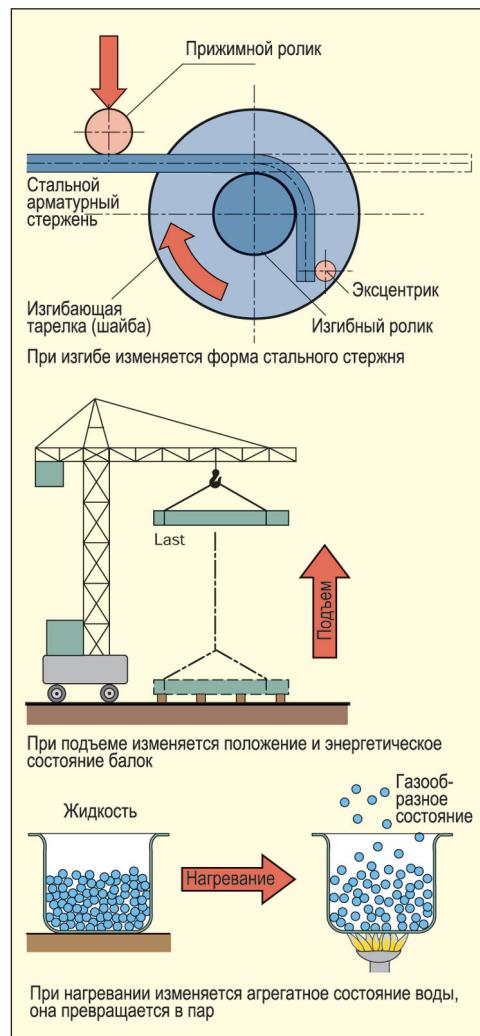


Рис. 2.3. Физические процессы (примеры)

ходных 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 материалов

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

СМЕСИ

Состоят из многих различных отдельных материалов. Смеси, например известковый раствор, позволяют с помощью физико-механической технологии разложить себя 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, двуокись кальция на кальций, кислород и водород (см. рис. 2.4).

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Называемые 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.

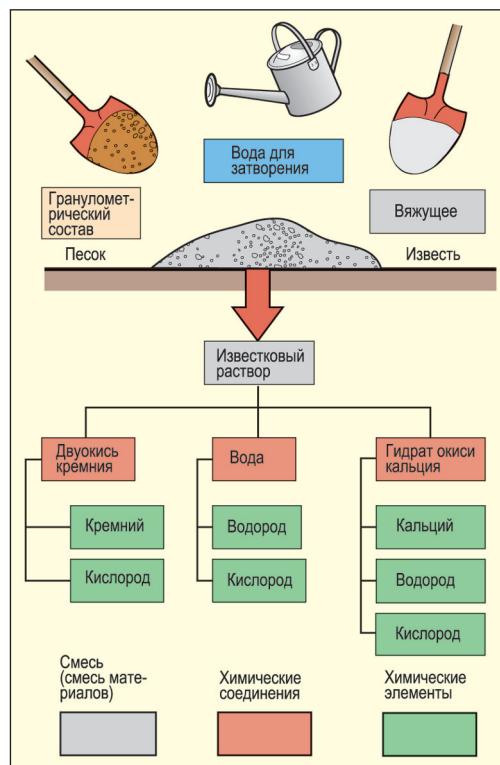


Рис. 2.4. Виды веществ

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		

атомов. Атомы определенных элементов одинаковы друг с другом. Различные свойства элементов поэтому объясняются различным строением их атомов (рис. 2.5).

АТОМЫ

Мельчайшие частички материи, расчленение которых невозможно физическими или химическими методами, называются атомами.

Атомы так малы, что они невидимы. Поэтому строение атомов и процессы, происходящие в атомах, люди представляют с помощью моделей. По модели датского естествоиспытателя Нильса Бора (1885–1962) атомы имеют шарообразное строение и состоят из оболочки атома и атомного ядра (см. рис. 2.5).

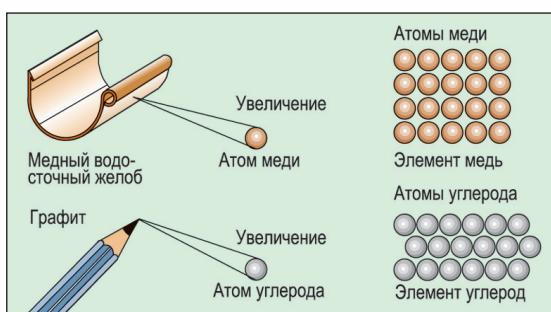


Рис. 2.5. Атомы в химических элементах

Существует 92 природных элемента, из которых состоят все вещества на Земле. 17 элементов получены искусственным путем. Из природных элементов 66 – металлы, 16 – 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

- Диаметр атомной оболочки – 0,0000001 мм.
- Диаметр атомного ядра – 0,00000000001 мм (рис. 2.6).

АТОМНОЕ ЯДРО

- Находится в центре атома.
- Заключает в себе почти всю массу атома.
- Состоит из нуклонов или кирпичиков атомного ядра.

Нуклоны подразделяются на **ПРОТОНЫ**, заряженные положительным электрическим зарядом, и **НЕЙТРОНЫ**, которые электрически нейтральны. Ядра атомов могут состоять из нескольких протонов и нейтронов (рис. 2.7).

- Массовое число или число нуклонов равно числу протонов и нейтронов в атоме.
- Порядковое число или величина заряда ядра равно числу протонов в атомном ядре.

Атом гелия или элемент гелий имеет порядковое число 2 и массовое число 4. Атом углерода или элемент углерод имеет порядковое число 6 и массовое число 12 (рис. 2.8).

ОБОЛОЧКА АТОМА

Оболочка атома образована **ЭЛЕКТРОНАМИ**. Они вращаются с большой скоростью в шарообразной области вокруг атомного ядра. Эту область называют электронной оболочкой атома (рис. 2.9).

Электроны имеют отрицательный электрический заряд и обладают очень малой массой. Отрицательный заряд соответствует по величине положительному заряду протонов в ядре атома. В атоме число электронов и протонов одинаково, атом по отношению к внешней среде является электрически нейтральным. С помощью противоположных по знаку зарядов электроны удерживаются на своих орбитах

Электроны группируются в электронные оболочки, которых вокруг ядра может быть до семи. Они находятся от ядра на различных расстояниях. В каждой электронной оболочке может быть определенное максимальное число электронов. Во внутренней оболочке может быть 2 электрона, во второй – 8, в третьей – 18, однако во внешней оболочке их может быть тоже 8 (рис. 2.10).

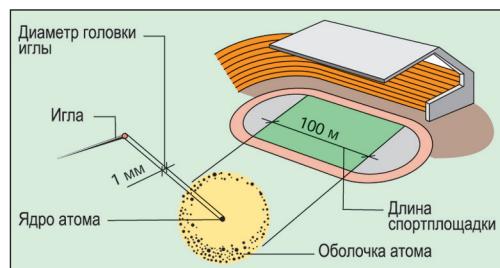


Рис. 2.6. Модель атома в сравнительных размерах

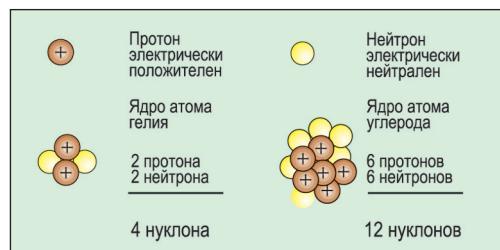


Рис. 2.7. Строение атомного ядра

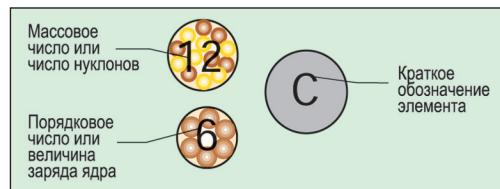


Рис. 2.8. Обозначение углерода

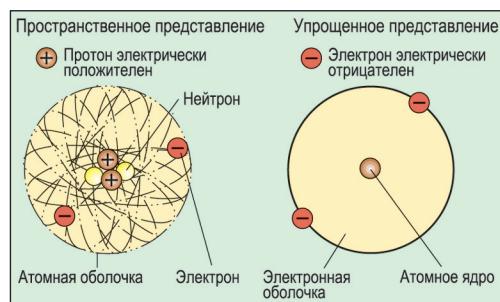


Рис. 2.9. Модель атома гелия

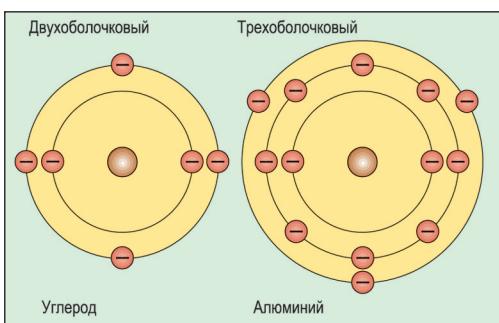


Рис. 2.10. Изображение многооболочкового атома

Таблица 2.2. Относительная атомная масса некоторых элементов

Элемент	Атомная масса	Элемент	Атомная масса
Водород	1,008	Алюминий	26,98
Углерод	12,001	Кальций	40,08
Азот	14,007	Железо	55,85
Кислород	15,999	Свинец	207,19

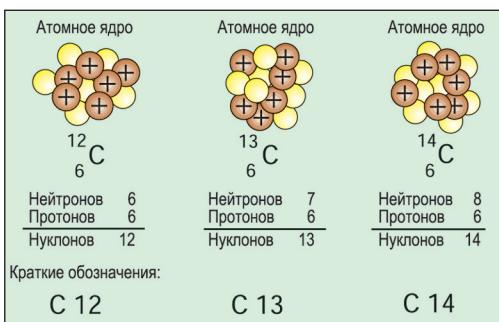


Рис. 2.11. Изотопы углерода

имеют одинаковые химические свойства, но разные массы. Почти все элементы образуют изотопы, но только в ограниченном количестве.

РАДИОАКТИВНОСТЬ

Изотопы некоторых элементов, например радия (Ra 226), урана (U 235), углерода (C 14), излучают энергию. При этом атомные ядра распадаются. Это свойство называется радиоактивностью. При этом различают альфа-, бета- и гамма-лучи (рис. 2.12). Альфа-лучи состоят из ядер гелия. Состоящие из электронов бета-лучи пронизывают стальные листы или свинцовые пластины толщиной до 1 мм. Гамма-лучи с очень малой длиной волн возникают при превращениях ядра. Они проникают через бетонные стены толщиной в метр и могут быть остановлены только очень толстыми свинцовыми листами. Они очень опасны для человека и приводят к разрушению тканей.

АТОМНАЯ МАССА

При определении массы атома очень малая масса электронов не учитывается. Масса атома водорода или протона составляет $1,67 \cdot 10^{-24}$ г. Эта величина очень мала. Поэтому ее заменяют числом 1,008 или 1. Так как масса протона равна массе нейтрона, то атомная масса других элементов во много раз больше этого числа. Поэтому ее называют **ОТНОСИТЕЛЬНОЙ АТОМНОЙ МАССОЙ** (массовым числом). Относительная атомная масса атома кислорода с 16 нуклонами составляет 15,999 или 16 (табл. 2.2).

При одинаковом количестве атомов какого-либо элемента, а именно при $6,02205 \cdot 10^{23}$ (1 моль), относительная атомная масса соответствует его атомной массе в граммах (молярная масса).

ИЗОТОПЫ

Атомы определенного элемента, например углерода, имеют одинаковое число протонов. Однако число нейтронов может быть разным (рис. 2.11).

Атомы одного и того же элемента с разным количеством нейтронов называют изотопами.

Изотопы, например, углерода

имеют одинаковые химические свойства, но разные массы. Почти все элементы

образуют изотопы, но только в ограниченном количестве.

Радиоактивные материалы применяют в технике, например для контроля толщины материала при изготовлении бумаги, фольги, пленок и листовых металлических материалов.

2.1.4.1. Периодическая система элементов

Если исследовать свойства элементов в порядке их атомных зарядов, 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. 2.13).

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. 2.3).

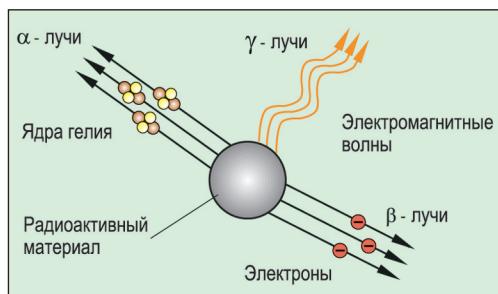


Рис. 2.12. Радиоактивное излучение

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

Рис. 2.13. Элементы периода 3 от 1 до 8 наружных электронов

Таблица 2.3. Периодическая система элементов (сокращенная)

Период	Основные группы		Подгруппы							Основные группы								
	I	II	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIia	Ia	IIa	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1	1 H 1,008															2 He 4,00		
2	3 Li 6,939	4 Be 9,012	8 O 15,999								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 89,905	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	57 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 208,96	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

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

Было установлено, что элементы главных групп содержат на внешней электронной орбите каждый раз от 1 до 8 электронов. Элементы главной группы I 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 соединяются 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 орbitах. Свойства элементов в подгруппах имеют большое сходство, все они металлы (см. табл. 2.3).

2.1.5. Химические соединения

Различные атомы или элементы могут связываться между собой. Возникшее при этом новое вещество называют химическим соединением. Это новое вещество имеет совсем другие свойства, чем свойства элементов, из которых он состоит. Например, соединяются один атом кислорода (O) с двумя атомами водорода (H) в одну молекулу воды (H_2O). Химическое соединение вода имеет другие свойства, чем элементы кислород и водород (рис. 2.14).

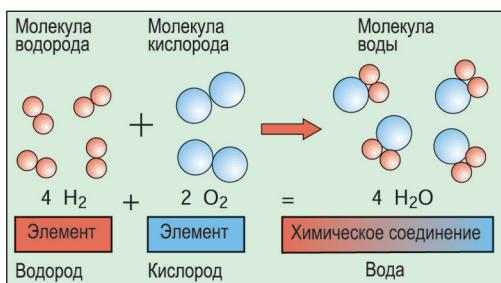


Рис. 2.14. Химические соединения (пример)

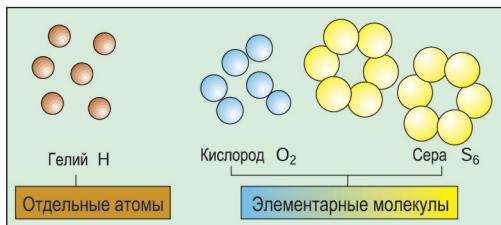


Рис. 2.15. Отдельные элементы и элементарные молекулы

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. 2.15). В металлических элементах атомы образуют кристаллоподобные соединения частичек (рис. 2.16). Количество атомов одного элемента в молекуле показывается в виде индекса (низко расположенного числа) около краткого обозначения элемента, причем индекс 1 отсутствует.

ПРИМЕРЫ:

CH_4 1 молекула метана состоит из 1 атома углерода и 4 атомов кислорода;

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

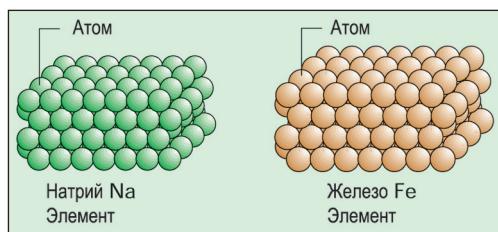


Рис. 2.16. Объединение частиц

При химических соединениях атомы связываются различным образом. Различают образование электронных пар, образование ионов и образование металлов.

2.1.5.1. Образование электронных пар

Элементы, атомы которых на своих электронных орбитах полностью укомплектованы по 8 электронов, не имеют склонности соединяться с другими элементами. Они находятся в стабильном состоянии (инертные газы). Элементы, которые имеют только на 1 или 2 электрона меньше или больше 8 на своей внешней орбите, стремятся перейти в стабильное состояние, и поэтому очень активны в реакциях с другими элементами.

Если, например, 4 атома водорода и 1 атом углерода соединяются вместе, то каждый атом путем приема или отдачи одного электрона из атомной оболочки другого наполнить свою оболочку. Это происходит за счет того, что каждый электрон внешней орбиты оболочки атома будет использоваться совместно, а именно парами будут крутиться вокруг атомных ядер, и тем самым они будут связаны в одну молекулу метана. Так как связь возникает с помощью совместных электронных пар, то такой вид связи называют соединением электронными парами (рис. 2.17).

2.1.5.2. Ионная связь

Если от атома отделяется один или несколько электронов, то его заряд становится положительным. Если, напротив, атом принимает электроны, то он становится электрически отрицательным.

Возникшие при отдаче или приеме электронов положительные или отрицательные частицы называют ИОНАМИ, причем знак заряда обозначается знаками «плюс» или «минус» справа сверху от краткого обозначения. Например,

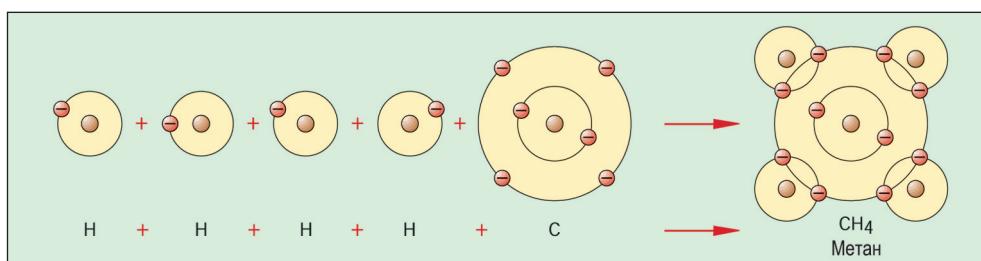


Рис. 2.17. Связь электронными парами

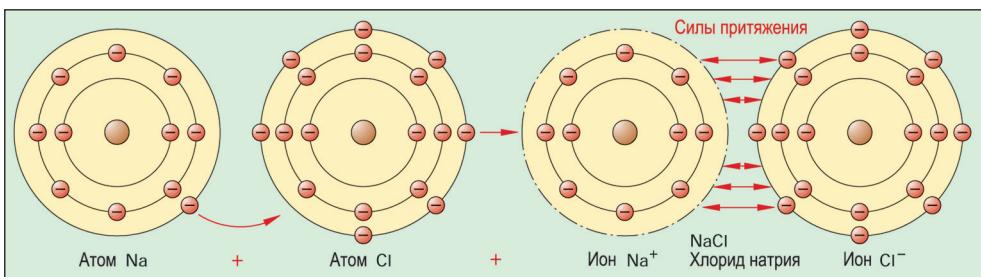


Рис. 2.18. Ионная связь

Na^+ (положительно заряженный ион натрия) или Cl^- (отрицательно заряженный ион хлора). Число зарядов обозначается цифрой рядом со знаком. Например Al^{3+} (троекратно положительно заряженный ион алюминия). Ионы с противоположными зарядами притягиваются друг к другу и поэтому могут связываться друг с другом. При образовании хлорида натрия (поваренная соль), например, атом натрия отдает свой внешний электрон атому хлора (рис. 2.18). При этом получается положительно заряженный ион натрия и отрицательно заряженный ион хлора, которые за счет своих противоположных зарядов притягиваются друг к другу и образуют химическое соединение хлорид натрия. Эту связь называют ИОННОЙ СВЯЗЬЮ.

Она имеет место в основном в соединениях металлов и неметаллов (соли). Силы притяжения при ионной связи действуют не только между двумя ионами, но и по всем направлениям. При этом получается решетчатое, ионное образование. Эта построенная по геометрическим законам пространственная решетка приводит к образованию прочных, ограниченных ровными плоскостями тел, называемых КРИСТАЛЛАМИ (ионная кристаллическая решетка) (рис. 2.19).

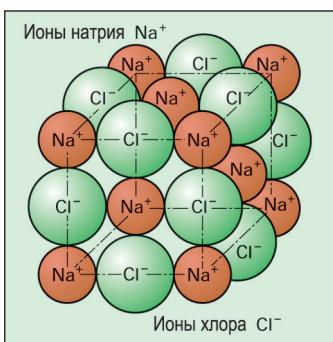


Рис. 2.19. Кристалл поваренной соли

2.1.5.3. Соединения металлов

Атомы металлов обладают на их внешних орбитах в большинстве случаев только небольшим количеством электронов, которые при тесном расположении этих атомов отделяются от них с образованием прочного тела. При этом из атомов металлов получаются ионы металлов (рис. 2.20). Электроны перемещаются подобно газу свободно между ионами металлов, которые можно представить себе как шарообразные частички. За счет электрических сил сцепления они тесно прижимаются друг к другу, причем электроны удерживаются около них как на



Рис. 2.20. Соединение металла (кристалл железа)

клею. Так как силы действуют во все стороны, то металлы образуют КРИСТАЛЛЫ (металлическая кристаллическая решетка).

2.1.5.4. Валентность

Из каких элементов, и в каком соотношении эти элементы вступают в химические соединения, можно понять из химических формул. При этом различают суммирующие формулы и структурные формулы. В СУММАРНЫХ формулах краткие обозначения элементов в одном химическом соединении следуют одно за другим. Расположенные за краткими обозначениями внизу цифры показывают, в каком числовом соотношении содержатся атомы элементов в химическом соединении. В СУММАРНЫХ ФОРМУЛАХ каждый атом представлен отдельно. Они могут показывать порядок связи атомов в таких молекулах (табл. 2.4). В каком числовом соотношении атомы вступают в химические соединения, зависит от того, сколько внешних электронов они могут отдать, принять или взять в совместное использование. Это число называют ВАЛЕНТНОСТЬЮ элемента, а обменные электроны называют ВАЛЕНТНЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ. В структурных формулах валентность обозначают числом валентных штрихов (табл. 2.5).

2.1.5.5. Химические уравнения

При химических процессах массы веществ перед химическим процессом равны массам материи после процесса. Химические процессы, называемые также химическими реакциями, можно представить в виде ХИМИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ или уравнений реакций. В химических уравнениях знак равенства заменяется стрелкой. Слева стороны уравнения располагаются исходные материалы, справа — вещества, полученные после реакции (конечные вещества). Количество атомов слева от стрелки должно соответствовать количеству атомов справа от стрелки. Если

Таблица 2.4. Виды формул

Вещество	Формула		Составляющие части
	суммарная	структурная	
Вода	H ₂ O	H O H	2 атома H 1 атом O
Формальдегид	HCHO	H—C=O H	1 атом C 2 атома H 1 атом O
Тетрахлоруглерод	CCl ₄	Cl Cl—C—Cl Cl	1 атом C 4 атома Cl

Таблица 2.5. Валентности некоторых элементов

Валентность	Примеры					
Одновалентный	Na—	K—	Ag—	Cu—	H—	Cl—
Двухвалентный	—Ca—	—Zn—	—Pb—	—Fe—	—S—	—O—
Трехвалентный	 Al /\	 Fe /\	 P /\	 N /\		
Четырехвалентный	—Pb— 	—Sn— 	—S— 	—C— 		

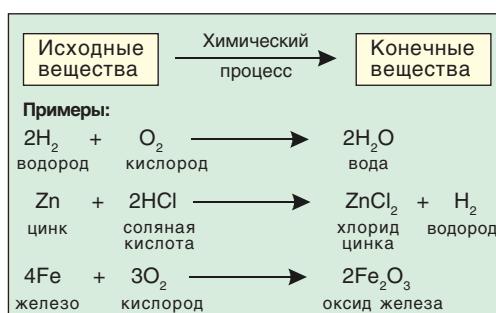


Рис. 2.21. Химическое уравнение

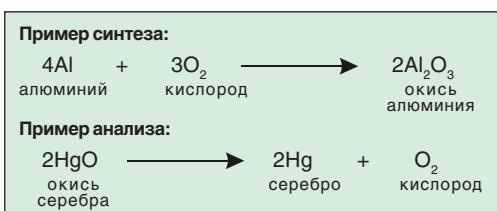


Рис. 2.22. Синтез и анализ

расчет показывает, что необходимо выравнивание, это производится соответствующей цифрой перед кратким обозначением (рис. 2.21).

2.5.5.6. 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 называют АНАЛИЗОМ. Синтез и анализ – это химические процессы. Они могут быть представлены химическими уравнениями (рис. 2.22).

2.1.6. Смеси

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

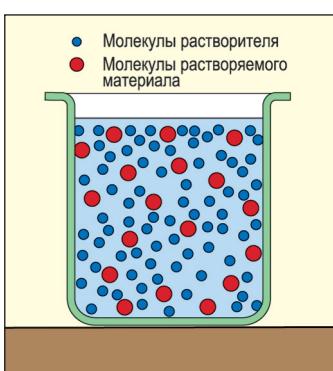


Рис. 2.23. Раствор

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. 2.23). 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 растворяемого вещества, а также при помешивании или нагревании. Растворенные твердые вещества могут выделяться из растворов с помощью испарения растворителя, например при обмазке холодной битумной мастикой.

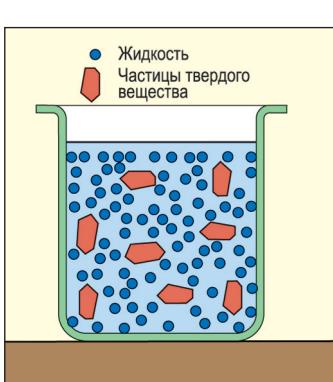


Рис. 2.24. Суспензия

Для разделения двух растворенных друг в друге жидкостей раствор подвергается ДИСТИЛЯЦИИ (перегонке). При этом раствор доводится до кипения. Более легко испаряющаяся жидкость выкипает и с помощью охлаждения снова превращается в жидкость. Жидкость, которая испаряется труднее, остается в сосуде (рис. 2.26). Разделение нескольких растворенных друг в друге жидкостей производится многократной дистилляцией, причем жидкости испаряются в соответствии с их точкой кипения, пар отводится в отдельный сосуд и там охлаждается. При этом говорят о фракционной дистилляции, например разделение сырой нефти на бензины, мазуты, смазочные масла и битумы.

2.1.6.2. Дисперсия

При дисперсии очень маленькие частицы вещества распределяются очень тонко в жидкости, не растворяясь в ней. Такую жидкость называют дисперсионной. Если тонко распределенное вещество является твердым, то дисперсию называют СУСПЕНЗИЕЙ, например бетонит (рис. 2.24). Если это жидкость, то говорят об ЭМУЛЬСИИ, например битумная эмульсия (рис. 2.25). В дисперсиях тонко распределенные в жидкости частицы со временем осаждаются, и наступает частичное расслоение. Поэтому перед употреблением их надо встраивать 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. Легирование

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

2.1.7. Важнейшие основные материалы и их соединения

Большинство строительных материалов – это смеси из различных химических соединений, которые, в свою очередь, состоят из элементов. Наряду с элементами углеродом (C), водородом (H) и кислородом (O) строительные материалы и вяжущие содержат калий (Ka), кальций (Ca), кремний (Si), алюминий (Al) и железо (Fe). Синтетические материалы в основном содержат хлор (Cl) и азот (N) (рис. 2.27).

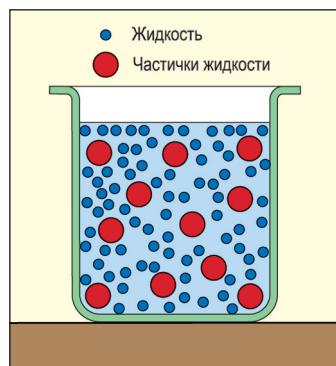


Рис. 2.25. Эмульсия

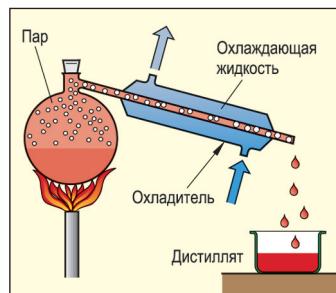


Рис. 2.26. Дистилляция

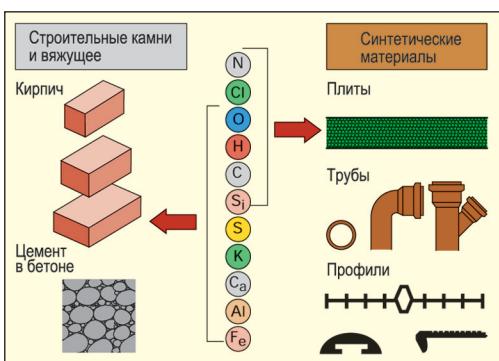


Рис. 2.27. Строительные материалы и составляющие их элементы

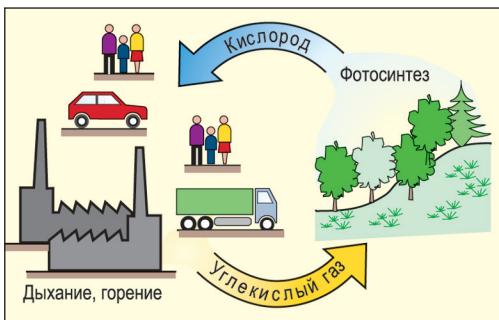
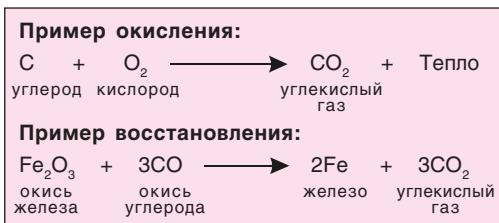


Рис. 2.28. Воспроизводство кислорода



окислении). 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.

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

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 полностью.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ: 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. 2.28).

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

ОКИСЛЕНИЕ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ (раскисление)

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 быстро или медленно по времени (табл. 2.6).

Если у окисла отнимается кислород, то говорят о восстановлении (раскислении).

Получение многих металлов из

ПРИМЕНЕНИЕ: Водород находит применение в химической промышленности и в сварочной технике.

2.1.7.3. Углерод (C)

ПРОИСХОЖДЕНИЕ: 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 составной частью биомассы растений и животных. В виде углекислого газа он присутствует в воздухе и находится в растворенном виде в воде (рис. 2.29).

СВОЙСТВА: Графит – это мягкое, черное, блестящее красящее вещество. Алмаз бесцветен, стекловиден, очень тверд и хрупок.

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 (рис. 2.30).

СОЕДИНЕНИЯ УГЛЕРОДА

Различают неорганические и органические соединения углерода. К неорганическим относятся угарный газ (CO), углекислый газ (CO_2), углекислота и ее соли, а также карбиды (рис. 2.31).

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 большой технике 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

Таблица 2.6. Процессы окисления

Время протекания процесса	Наблюдаемые явления	Примеры
Длительное окисление	Изменение окраски и небольшое нагревание	Слой окисла O_2 CO_2 Ржавчина Жизнь
Быстрое окисление = сгорание	Быстрое нагревание, пламя	Отопление Кипчение
Мгновенное окисление = хлопок или взрыв	Мгновенное расширение сгораемых газов с резким звуком	Двигатель внутреннего сгорания Газовая турбина

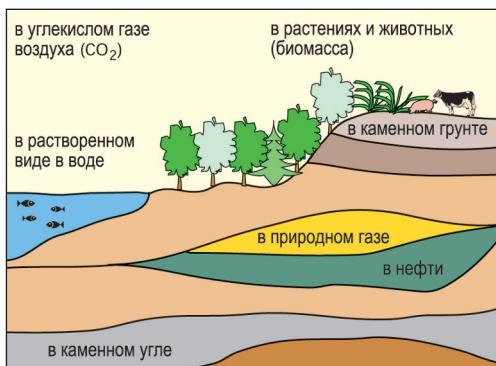


Рис. 2.29. Местонахождение углерода в природе

он почти в 1,5 раза тяжелее воздуха, он собирается в низких местах, например в подвалах и шахтах. Там имеется 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.

ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ УГЛЕРОДА

Важными соединениями углерода являются УГЛЕВОДОРОДЫ. По строению их молекул различают цепные, кольцеобразные, а также разветвленные углеводороды. В цепных углеводородах атомы углерода располагаются в ряд друг за другом, а свободные валентности заняты атомами кислорода (рис. 2.32). Цепи углеводородов, содержащие до 5 атомов С, – газообразны, например газ пропан C_3H_8 , с 6 до 15 атомов – жидкые, например октан C_8H_{18} , и с 15 атомов С и более – пастообразные, до твердых, например стеарин $C_{18}H_{36}$. Бензин – это смесь жидких углеводородов. Атомы углерода могут соединяться друг с другом посредством 2 или 3 валентностей. Их называют НЕНАСЫЩЕННЫМИ. Ненасыщенными углеводородами являются, например, газы ацетилен и этилен (рис. 2.33). Простейшим кольцеобразным соединением углеводородов является бензол C_6H_6 . Другим производным соединением из бензола является фенол C_6H_5OH (рис. 2.34). Кольцеобразные ненасыщенные углеводороды являются важными исходными материалами для химической промышленности, например для производства пластмасс. Другими органическими соединениями углерода, содержащими наряду с водородом еще и другие химические элементы, такие, как, напри-



Рис. 2.30. Применение углерода (примеры)

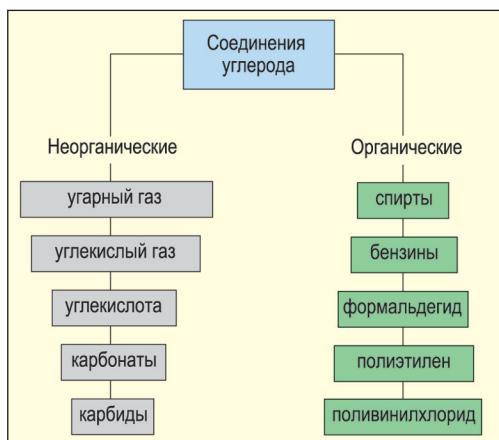


Рис. 2.31. Важнейшие соединения углерода

мер, кислород, хлор и азот, являются спирты (алканолы), альдегиды (алканалы), органические кислоты (спиртовые кислоты) и хлорированные углеводороды (табл. 2.7).

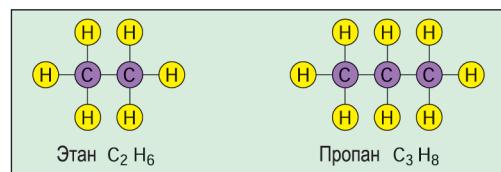


Рис. 2.32. Цепные углеводороды

Кислоты получаются, когда оксиды неметаллов растворяются в воде, например угольная кислота (H_2CO_3) или серная кислота (H_2SO_4). Также и соединения неметаллов (галогены) хлор и фтор с водородом при растворении в воде образуют соляную кислоту (HCl) или фтористую кислоту (HF). Их называют кислородными кислотами (рис. 2.35).

ОБРАЗОВАНИЕ ИОНОВ

Молекулы кислот могут в водных растворах полностью или частично расщепляться на водородные ионы (H^*) и остаточные ионы кислоты, например на ионы (SO_4^{2-}) или (CO_3^{2-}).

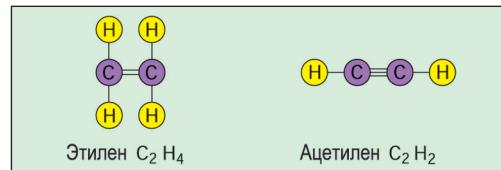


Рис. 2.33. Ненасыщенные углеводороды

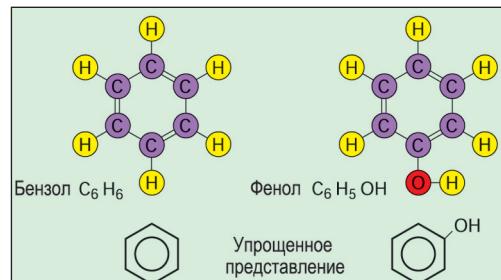
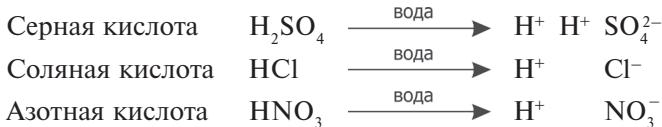


Рис. 2.34. Кольцеобразные углеводороды

Таблица 2.7. Важные органические соединения углерода				
Вещество	Суммарная формула	Структурная формула	Свойства	Применение
Этиловый спирт (этанол)	C_2H_5OH	<pre> H H H—C— C—OH H H </pre>	Легко летучий, легко возгораемый, приятный запах, пары тяжелее воздуха	Растворитель для шеллака и нитроцеллюлозы, исходный материал для лакокрасочной промышленности и производства пластмасс
Уксусная кислота (этановая кислота)	CH_3COOH	<pre> H H—C—C=O H </pre>	Легко летучая, острый запах, разъедающая	Растворитель, консервант, исходный материал для производства пластмасс и лакокрасочной промышленности
Формальдегид (метанал)	$HCHO$	<pre> O H—C—H </pre>	Острый запах, пары ядовиты	Производство фенольных, мочевинных и меламиновых смол, дезинфицирующее средство
Трихлорэтилен (трихлорэтэн)	CCl_2CHCl	<pre> Cl Cl Cl—C=C—H Cl Cl </pre>	Легко летучий, наркотизирующий, ядовитый, негорючий	Растворитель и чистящее средство
Тетрахлоруглерод (тетрахлорметан)	CCl_4	<pre> Cl Cl—C—Cl Cl </pre>	Сладко пахнущий, трудно возгораемый, ядовитый	Растворитель и чистящее средство
Бензол	C_6H_6		Легко летучий, сладковатый запах (похожий на бензин), горает сильно коптящим пламенем, очень ядовит	Растворитель для синтетических материалов, добавка к топливу для двигателей, исходный материал для производства пластмасс, красящих и лекарственных средств

Поэтому кислоты проводят электрический ток (электролиты). Кислородные ионы называют катионами, а ионы кислотного остатка — анионами.

ПРИМЕРЫ:



Свойства кислот определяются отковавшимися 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) при отделении двуокиси углерода (CO_2). Разбавленная соляная кислота применяется для очистки (раскисления) кирпичной кладки и для удаления известковых отложений.

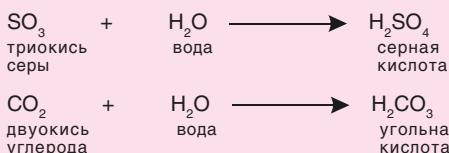
СЕРНАЯ КИСЛОТА (H_2SO_4) как составляющая часть «кислотных дождей» образует вместе с не растворимыми в воде известняками (CaO_3) водорастворимый сульфат кальция (CaSO_4), который, как гипс, либо уносится вместе с водой, либо

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 влиять в воду!

УГОЛЬНАЯ КИСЛОТА (H_2CO_3) образуется в основном соединением дымовых газов, содержащих CO_2 с влажностью 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 — гидрогенкарбонат кальция ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$).

АЗОТНАЯ КИСЛОТА (HNO_3) состоит из аммиака (NH_3), который

Образование кислот:



Все кислоты состоят из ионов водорода H^+ и ионов кислотного остатка, например $\text{SO}_4^{2-}, \text{CO}_3^{2-}$ или Cl^- .

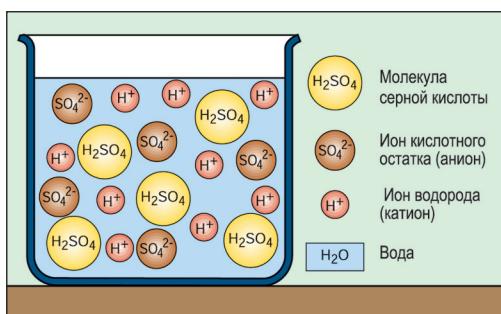


Рис. 2.35. Серная кислота (схематически)

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 «стеновая селитра» и может привести к повреждениям строительных конструкций. Азотная кислота является сильным окислителем. При взаимодействии с органическими материалами, например с деревом 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.

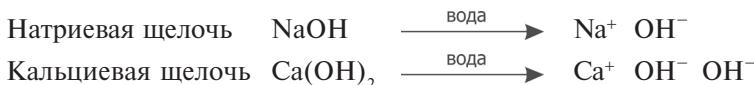
2.1.9. Щелочи

Щелочи получаются путем реакций щелочных металлов, например натрия (Na), или водорастворимых окислов металлов, например окись 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. 2.36).

ОБРАЗОВАНИЕ ИОНОВ

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

ПРИМЕРЫ:



Щелочи проводят электрический ток и поэтому называются 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 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

СЛАБОЙ щелочью является водный раствор газа — амиака, который называется нашатырем (NH_4OH).

ГАШЕННАЯ ИЗВЕСТЬ — это натриевая щелочь. Она применяется

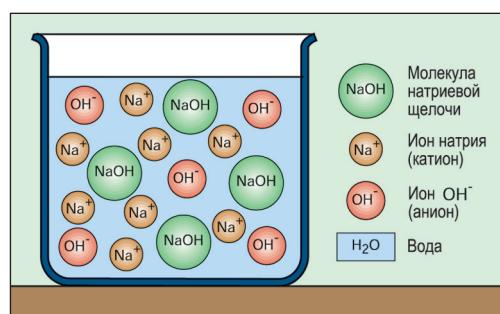


Рис. 2.36. Натриевая щелочь

Образование щелочей:



Щелочи состоят из иона металла, например Na^+ или Ca^{2+} , и гидроксидных ионов или групп OH^-

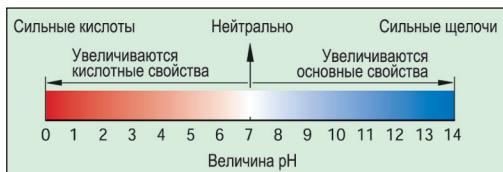


Рис. 2.37. Шкала величин pH

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) бумаги 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 бумагу 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 (CuSO_4), ион металла — меди Cu^{2+} связан с кислотным остатком серной кислоты SO_4^{2-} .

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

Соли получаются при нейтрализации кислоты и щелочи (рис. 2.38), а также при реакции кислоты с металлом или окислом металла.

для приготовления строительных растворов.

ИЗВЕСТКОВОЕ МОЛОКО — это разбавленная водой гашеная известь.

ВЕЛИЧИНА РН

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. 2.37). Водный раствор с величиной pH = 7 является нейтральным. Такую величину pH имеет дистиллированная вода. Растворы с величиной pH от 0 до 7 являются кислыми, чем меньше величина pH, тем кислее