

Министерство образования и науки Украины  
Университет экономики и управления

**Петренко В.В., Гречаников Г.С.**

***СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ***  
***(КУРС ЛЕКЦИЙ)***

Симферополь, 2004

УДК – 624.01/04+624.07+691(075)

ББК – 38.3+38.5

П-30 Кафедра экономики предприятия

Рецензент Тараненко Н.С., кандидат технических наук, доцент

Петренко В.В., Гречанников Г.С. Строительные материалы и конструкции. Курс лекций. / Под общей редакцией Узунова В.Н. – Симферополь, УЭУ, 2004 – 112с.

Данное учебное пособие предназначено для студентов университета экономики и управления и составлено в полном соответствии с программой «Строительные материалы и конструкции».

Учебный материал пособия изложена на основе последних достижений производства в области технологии строительных материалов. Уделено внимание и рассмотрению методов дальнейшего совершенствования производства строительных материалов в соответствии с данными прикладного характера в области их использования и потребления.

Особое внимание уделено проблемам качества строительных материалов и основных направлений по определению качественных показателей в условиях строительной лаборатории предприятия.

© Петренко В.В.  
Гречаников Г.С.

## ВВЕДЕНИЕ

Переход к рыночной экономике в Украине выдвинул строительную индустрию на одно из ведущих мест среди других отраслей народного хозяйства.

Изучение роста производства строительных материалов должно сочетаться с изучением вопросов, связанных с экономикой и снижением стоимости материалов, достигаемым за счет интенсификации производственных процессов, улучшения использования оборудования, производственных площадей и т.д. Глубокий анализ этих вопросов крайне необходим, поскольку более половины средств, отпускаемых на строительство жилых и производственных зданий и сооружений, расходуется на строительные материалы.

Развитие промышленности строительных материалов имеет свою историю. На основании археологических исследований можно полагать, что изготовление отдельных видов строительных материалов – таких, например, как глиняный кирпич, воздушная известь и т.п. – возникло еще в глубокой древности. При этом обжиг глиняных изделий для придания им необходимых прочности и водостойкости является одним из важнейших открытий в истории человечества. Известь, гипс и асфальт были первыми вяжущими веществами, применявшимися для скрепления природного камня при строительстве крепостей, храмов, мостов и т.п.

В начале XIX в. появляется гидравлическая известь и изобретен простейший цемент (романцемент). В 1824 г. английский каменщик Аспдин получил патент на портландцемент.

Вслед за новыми гидравлическими вяжущими во Франции появился железобетон, являющийся до настоящего времени одним из важнейших строительных материалов.

С конца XIX столетия стало развиваться производство безобжиговых каменных материалов (силикатный кирпич и блоки, изделия из асбестоцемента и шлакобетона), появляются различные тепло- и гидроизоляционные материалы. С начала XX в. особенно заметно развивается производство и применение полимерных материалов, которые все шире и в больших объемах используются как строительные материалы.

Особое внимание будет уделено выпуску материалов и изделий повышенной заводской готовности, промышленных конструкций, легких заполнителей, снижающих вес зданий и сооружений. Значительно возрастает производство кирпича и других местных строительных материалов. Огромное внимание будет уделено производству цемента как важнейшего материала для строительства. Увеличится производство древесностружечных и древесноволокнистых плит, эффективных теплоизоляционных материалов на основе полимеров, отделочных материалов и погонажных изделий. При этом особое внимание будет уделено увеличению ассортимента и повышению качества продукции.

Дальнейший выпуск строительных материалов будет увеличиваться не только за счет повышения производительности труда, интенсификации производства на основе планирования и экономического стимулирования, за счет научной организации труда (НОТ).

Задачей данной дисциплины является изучение, главным образом, технических свойств материалов, надлежащего использования их в строительстве. Изучив пособие, можно получить ответы на следующие вопросы:

- каким требованиям должны отвечать материалы для изготовления прогрессивных строительных конструкций;
- какие формы и размеры поперечных сечений целесообразно применять для изготовления отдельных элементов строительных конструкций;
- какие формы строительных конструкций являются оптимальными для конкретных сооружений;
- каковы пути снижения материалоемкости строительных конструкций и другие.

В учебном пособии сделана попытка кратко аккумулировать последние достижения в вопросах производства и использования изделий из строительных материалов, а также рассмотрены наиболее эффективные конструкции из сборного железобетона и металлические, деревянные и каменные конструкции.

Знание правил формирования строительных конструкций позволит отличить прогрессивные конструктивные решения от устаревших, а благодаря пониманию работы конструкций под нагрузкой можно избежать их потерь от разрушения при изготовлении, транспортировке, складировании и монтаже, а также правильно организовать технику безопасности работ.

Промышленность строительных материалов непрерывно развивается. Используются новейшие технологии и оборудование стран Европейского содружества по производству цемента, кирпича, керамических и металлических изделий. В этом плане студентам, кроме учебного пособия, следует использовать для расширения и углубления уровня своей подготовки публикации в журналах, посвященных проблемам строительства.

Авторы выражают признательность коллективу кафедры «Экономика предприятия» и рецензенту данного труда кандидату технических наук Тараненко Николаю Степановичу за оказание помощи и ценные замечания.

## **Раздел I. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**

### **Глава 1. Общие сведения о строительных материалах**

#### ***1.1 Основные свойства строительных материалов***

Для строительства зданий и сооружений применяются различные строительные материалы. Они разделяются на природные и искусственные. К природным относятся лесные – круглый лес, пиломатериалы; природные каменные материалы – естественный камень, гравий, песок, глина. К искусственным материалам относятся минеральные вяжущие вещества (цемент, известь), керамические материалы (кирпич, различная строительная керамика); бетон и строительные растворы; металлические, теплоизоляционные, звукоизоляционные, акустические и гидроизоляционные материалы, пластмассы и лакокрасочные материалы. Основные свойства строительных материалов подразделяются на несколько групп: физические свойства – плотность, пористость, гигроскопичность, водопоглощение, влагоотдача, влажность, воздухоустойчивость, водонепроницаемость, морозостойкость, теплопроводность, теплоемкость, огнестойкость, проникаемость излучения ядерного распада; механические свойства – прочность, твердость, износ, сопротивление удару, долговечность, химическая стойкость.

По своим прочностным данным, выбранный для определенной конструкции материал должен значительно превосходить внутренние напряжения, возникающие в нем под влиянием реальных механических сил, тепловых факторов, усадочных явлений. Под их влиянием не должна нарушаться целостность или сплошность материала и приданная ему форма в конструкции. При проектировании и строительстве учитывают различное отношение материалов к характеру нагружения. Некоторые материалы (металлы, дерево, пластики) хорошо сопротивляются растягивающим усилиям, тогда как другие (бетон, кирпич) хорошо работают на сжатие. Эти свойства материалов оказывают значительное влияние при выборе материала для конструкции зданий и сооружений.

Кроме прочности, материалы характеризуются определенной способностью к деформированию. Одни материалы способны к упругим и пластичным деформациям, другие, наоборот, не способны к ним. Деформационные показатели качества материалов имеют огромное теоретическое и практическое значение при решении вопросов устойчивости конструкций и сооружений.

Правильное использование строительных материалов в соответствии с их свойствами позволяет значительно повысить эффективность строительства и увеличить срок службы зданий и сооружений. Материал должен сохранять прочные и деформированные характеристики в течение длительного периода работы. Влияние внешней среды оказывает отрицательные воздействия на строительные материалы. Так, например, в морских сооружениях высокопрочный и плотный бетон, изготовленный на обычном портландцементе, сравнительно быстро разрушается; деревянные сваи, забитые в грунт, недолговечны и подвержены гниению; силикатный кирпич, уложенный в стены подвальных этажей, в печи и дымоходы, также не долговечен, так как грунтовая вода и высокие температуры в печах способствуют его разрушению.

Каждый строительный материал должен удовлетворять определенным техническим требованиям. Эти требования регламентируются Государственными стандартами – ГОСТами.

В ГОСТе дается определение данному материалу, приводятся классификационные признаки и конкретные цифровые показатели технических свойств, указывается его происхождение или способ получения, обсуждаются необходимые данные по маркировке и упаковке, правила хранения и транспортировки, конструктивные сведения о методах испытаний. Государственные стандарты устанавливают на все строительные материалы, имеющие важное значение для народного хозяйства. ГОСТ имеет силу закона, и соблюдение его является обязательным для всех предприятий, изготавливающих строительные материалы.

Кроме государственных, существуют отраслевые стандарты, устанавливаемые министерствами в отношении сырья и материалов, имеющих ограниченное распространение. Существуют еще технические условия (ТУ) предприятий, утвержденные главным инженером совместно с организацией – потребителем. Они обязательны для данного предприятия при доставке продукции по договору.

Вывод: при выборе материалов необходимо учитывать их способность реагировать на отдельные и взятые в совокупности факторы – механические, внешнюю среду, температуру и ее колебания, химические реагенты, технологические операции и др. Способность материала реагировать на указанные факторы называется его свойствами, которые подразделяются на физические и механические.

## 1.2 Физические свойства строительных материалов

Физические свойства строительных материалов характеризуют его строение или отношение к физическим процессам окружающей среды. Важнейшим показателем материалов является плотность (истинная, средняя). Для основных строительных материалов допускается рассматривать среднюю плотность (табл. 1.1).

Таблица 1.1 Средняя плотность некоторых строительных материалов.

Материал	Средняя плотность кг/м <sup>3</sup>	Материал	Средняя плотность кг/м <sup>3</sup>
Гранит	2580 – 2700	Бетон тяжелый	1800 – 2400
Песчаник	2300 – 2600	Бетон легкий	500 – 1800
Известняк	2100 – 2400	Кирпич керамический	1600 – 1800
Песок	1400 – 1600	Сталь строительная	7800 – 7850
Туф вулканический	900 – 220	Древесина сосны	500 – 600

Средняя плотность ( $\rho_0$ ) – отношение массы материала к его объему в естественном состоянии. Она измеряется в г/см<sup>3</sup>, кг/м<sup>3</sup>, т/м<sup>3</sup> и определяется по формуле

$$\rho_0 = m/V_1,$$

где  $m$  – масса материала, кг;  $V_1$  – объем материала в естественном состоянии, м<sup>3</sup>.

От плотности материала в значительной мере зависят его физико-механические свойства, например, прочность и теплопроводность. Значение плотности материала используют при определении его пористости, массы и размера строительных конструкций, расчетах транспорта и подъемно – транспортного оборудования.

Пористость ( $\Pi$ ) материала – это степень заполнения его объема порами. Рассчитать пористость материала можно по формуле

$$\Pi = (1 - \rho_0/\rho) \cdot 100\%,$$

Где  $\rho_0$  – средняя плотность материала, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho$  – истинная плотность материала, кг/м<sup>3</sup>.

Поры – это мелкие ячейки в материале, заполненные воздухом. Поры бывают открытые и закрытые, мелкие и крупные. Мелкие поры, заполненные воздухом, придают строительным материалам теплоизоляционные свойства. Величина пористости материалов колеблется от 0 (стекло и металл) до 95% для пенопластов. Для конструкций, от которых требуется высокая прочность или водонепроницаемость, применяют плотные материалы, а для стен зданий – материалы со значительной пористостью, обладающие хорошими теплоизоляционными свойствами.

Пустотность – воздушные ячейки, образуются между зернами насыпанного материала (песка, щебня), или полости, имеющие в некоторых изделиях, например, в пустотелом кирпиче, панелях из железобетона. Пустотность песка и щебня составляет 35 – 45 %, пустотелого кирпича – 15 – 50 %.

Гигроскопичность – свойство материала поглощать водяные пары из воздуха и удерживать их вследствие капиллярной конденсации. Она зависит от температуры воздуха, его относительной влажности, вида, количества и размера пор, а также от природы вещества. Материалы с одинаковой пористостью, но имеющие более мелкие поры, оказываются более гигроскопичными, чем крупнопористые материалы.

Водопоглощение – способность материала впитывать и удерживать воду. Характеризуется оно количеством воды, поглощаемой сухим материалом, погружаемым полностью в воду, и выражается в процентах от массы материала (водопоглощение по массе -  $\omega_m$ ).

$$\omega_m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} 100\%$$

где  $m_2$  – масса материала в насыщенном водой состоянии, кг;  $m_1$  – масса материала в сухом состоянии, кг.

В результате насыщения водой свойства материалов могут изменяться: увеличивается плотность и теплопроводность, а в некоторых материалах, например древесине и глине, увеличивается объем (они разбухают), вследствие чего понижается их прочность.

Влажность – содержание воды в материале, выраженное в процентах от массы абсолютно сухого материала. Чем выше влажность, тем ниже прочность материала. Например, прочность насыщенного водой кирпича снижается почти на 25 %. Примерно через год после постройки устанавливается равновесие между влажно-

стью строительных конструкций и воздуха. Находящиеся в этих условиях материалы называют воздушно-сухими, влажность их различна (сосны – 15 %, кирпича керамического – 0,5 %, штукатурки – 1 %).

*Воздухостойкость* – способность материала длительно выдерживать многократное систематическое увлажнение и высушивание без значительных деформаций и потери механической прочности. Материалы по-разному ведут себя по отношению к действию переменной влажности. Например, бетон в таких условиях склонен к разрушению. Повысить воздухостойкость материалов можно путем введения гидрофобных добавок, придающих материалу водоотталкивающие свойства.

*Водопроницаемость* – способность материала пропускать воду под давлением. Водопроницаемость характеризуется количеством воды, прошедшей в течение одного часа через 1 м<sup>2</sup> площади испытуемого материала при давлении 1 Мпа. Плотные материалы (сталь, стекло, битум, большинство пластмасс) водонепроницаемы.

*Морозостойкость* – способность насыщенного водой материала выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без признаков разрушения и значительного снижения прочности. Морозостойкость имеет важное значение для стеновых и кровельных материалов, подвергающихся в процессе эксплуатации зданий замораживанию в увлажненном состоянии. Вода, превращаясь в лед и расширяясь при этом (примерно до 9 %), разрывает ячейки, в которых находится. Это приводит к снижению прочности, а затем и к полному разрушению конструкций.

Марка изделий по морозостойкости (Мрз 10, 15, 25, 35, 50, 100, 150, 200 и более) определяется количеством циклов замораживаний и оттаиваний в насыщенном водой состоянии, которое выдерживает материал без видимых следов разрушения – трещин, отслоений.

*Теплопроводность* – свойство материала пропускать тепло через свою толщину. Теплопроводность материала оценивают количеством тепла, проходящим через образец материала толщиной 1 м, площадью 1 м<sup>2</sup> за 1 час при разности температур на противоположных плоскопараллельных поверхностях образца в 1<sup>0</sup>С. Теплопроводность зависит от структуры материала, степени пористости, влажности и ряда других факторов.

*Теплоемкость* – свойство материала поглощать при нагревании тепло. Теплоемкость характеризуется удельной теплоемкостью  $C$ , (Дж/кг · <sup>0</sup>С), которая определяется количеством теплоты, необходимой для нагревания 1 кг материала на 1<sup>0</sup>С и определяется по формуле:

$$C = Q / [ m(t_2 - t_1) ],$$

где  $Q$  – количество тепла, затраченное на нагревание материала от температуры  $t_1$  до  $t_2$ , Дж;  $m$  – масса материала, кг.

*Огнестойкость* – способность материала выдерживать действие высокой температуры в условиях пожара без потери несущей способности (большого снижения прочности и значительных деформаций).

Строительные материалы по огнестойкости делят на: негорючие – бетон, кирпич, металл; трудногорючие – асфальт, фибролит и горючие – дерево, рубероид, пластмассы, краски.

*Огнеупорность* – свойство материала противостоять длительному воздействию высоких температур, не деформируясь и не расплавляясь. Материалы по степени огнеупорности подразделяют на огнеупорные, тугоплавные и легкоплавные.

*Проницаемость излучения ядерного распада.* В атомной промышленности особую значимость приобретает свойство материалов задерживать гамма-лучи и потоки нейтронов, опасные для живых организмов. Поток радиоактивного излучения при встрече с конструкциями может поглощаться в разной степени в зависимости от толщины ограждения, вида излучения и природы вещества защиты.

Для защиты от нейтронного потока применяют материалы, содержащие в большом количестве связанную воду (гидратированные бетоны, лимонитовая руда), от гамма-излучений – материалы с большой плотностью (свинец, особо тяжелый бетон). Уменьшить интенсивность проникания нейтронного излучения через бетон можно за счет введения в него специальных добавок (бора, кадмия, лития).

### 1.3 Механические свойства строительных материалов

Механические свойства характеризуют способность материала сопротивляться различным силовым воздействиям. К этим свойствам относятся: прочность, твердость, пластичность, упругость, истираемость.

*Прочность* – свойство материала сопротивляться разрушению под действием напряжений, возникающих от нагрузки. Прочность строительных материалов характеризуют пределом прочности. Пределом прочности называют напряжение, соответствующее нагрузке, вызывающей разрушение материала:

$$R = F/A,$$

где  $F$  – разрушающая нагрузка, Н;  $A$  – площадь поперечного сечения образца до испытания, см<sup>2</sup>, м<sup>2</sup>.

Предел прочности при сжатии различных материалов колеблется от 0,5 до 1000 Мпа и более. Прочность строительных материалов обычно характеризуется маркой или классом, значение которых соответствует величине предела прочности, полученного при испытании образцов стандартных размеров. Форма стандартных образцов и методика испытаний на соответствующий материал указывается в ГОСТах. Прочность материала зависит от структуры, размера, направления приложения нагрузки. Приведем пределы прочности некоторых строительных материалов.

Материалы	Предел прочности при сжатии, Мпа
Гранит	100 – 200
Известняк плотный	10 – 150
Кирпич керамический обыкновенный	7,5 – 30
Бетон легкий В 12,5	15
Бетон тяжелый В 25	30
Сосна (вдоль волокон)	30 – 45
Дуб (вдоль волокон)	40 – 50
Сталь класса А - III	380 - 450

*Твердость* – способность материалов сопротивляться прониканию в него другого более твердого материала. Это свойство, например, у природных каменных материалов определяют по методу нанесения царапанием черты одним материалом на другом. Твердость каменных материалов определяют по шкале твердости, в которой 10 специально подобранных минералов расположены так, что на каждом предыдущем все последующие могут оставлять при царапании черту.

Показатель твердости	Минерал	Характеристика твердости
1	Тальк или мел.	Легко чертится ногтем.
2	Каменная соль или гипс.	Чертится ногтем.
3	Кальцит или ангидрит.	Легко чертится стальным ножом.
4	Плавленый шпат.	Чертится стальным ножом под небольшим давлением.
5	Апатит.	Чертится стальным ножом под большим нажимом, стекло не чертит.
6	Ортоклаз.	Слегка царапает стекло, стальным ножом не чертится.
7	Кварц	Легко чертят стекло, стальным ножом не чертится
8	Топаз	
9	Корунд	
10	Алмаз	

Численное значение твердости при испытании образца может оказаться между показателями двух соседних минералов, взятых по шкале твердости. Например, если испытываемый материал чертится топазом, но сам не чертит кварц, то его твердость принимают за 7,5.

*Пластичность* – это способность материала под влиянием действующих усилий изменять свои формы и размеры без образования разрывов и трещин и сохранять изменившуюся форму и размеры после снятия нагрузки. Примером пластичных материалов является глина, разогретый асфальт.

*Упругость* называют свойства материала восстанавливать первоначальную форму и размеры после снятия нагрузки, под действием которой формы материала деформируются. В качестве упругих материалов можно назвать резину, сталь, древесину.

*Истираемость* – свойство материала уменьшаться в объеме и массе под действием истирающих усилий. На истираемость испытывают материалы, применяемые для устройства полов, лестничных ступеней, тротуаров. Истираемость материала (И, г/см<sup>2</sup>) можно рассчитать по формуле:

$$I = \frac{m - m_1}{A},$$

где  $m$  и  $m_1$  – масса испытуемого образца до и после истирания, см<sup>2</sup>.

## Глава 2. Лесные строительные материалы

### 2.1 Виды и сортамент лесных материалов

Лесные материалы широко применяются в современном строительстве. Они обладают ценными качествами: малой средней плотностью, высокой прочностью, малой теплопроводностью, простой технологической обработкой. К недостаткам древесины следует отнести: загниваемость, возгораемость, неоднородность строения и гигроскопичность.

В строительстве дерево стремятся заменить другими материалами – железом, бетоном, изделиями из пластических масс и полимеров, строительной керамикой и др. Однако, некоторые элементы – обрамление окон и дверей, плинтусы, встроенная мебель, наличники, галтели и другие детали – продолжают оставаться деревянными и их не всегда можно заменить другими материалами.

В строительстве применяют следующие виды лесных материалов: сосну, ель, лиственницу, древесину твердых лиственных пород: дуба, бука, граба, клена, ясеня, березы. Для временных сооружений и вспомогательных конструкций (опалубка, навесы, обрешетка) используют древесину мягких лиственных пород: осины, ольхи, тополя, липы.

Сортамент лесных строительных материалов и изделий разделяет их по профилям, размерам, маркам. В него входят круглые бревна, пиломатериалы и заготовки, изделия строганные, погонажные, материалы для полов, фанера, столярные изделия. К деревянным конструкциям относятся: несущие конструкции, изготавливаемые из естественной (неклееной) древесины, комплекты изделий и деталей для домов заводского изготовления и клеенных конструкций.

Круглые лесоматериалы – отрезки древесного ствола разных пород и размеров, очищенные от коры и сучьев. В целом виде круглые лесоматериалы применяют в строительстве в качестве стенового материала, опор и столбов для воздушных линий связи и линий электропередачи, в качестве свай и настила при строительстве мостов, дорог, для ограждения территорий и т.д.

Пиломатериалы получают продольной распиловкой бревен: на доски толщиной 100 мм и менее при соотношении ширины к толщине более 2; брусья толщиной и шириной не более двойной толщины (рис. 2.1.). По характеру обработки пиломатериалы делят на обрезные и необрезные. Из хвойных пород изготавливают пиломатериалы трех видов: доски, бруски и брусья. Доски производят толщиной 13 – 40 мм и шириной 80 – 250 мм; бруски – толщиной 50 – 100 мм и шириной 130 – 200 мм; брусья – толщиной 130 – 250 мм и шириной 130 – 250 мм.

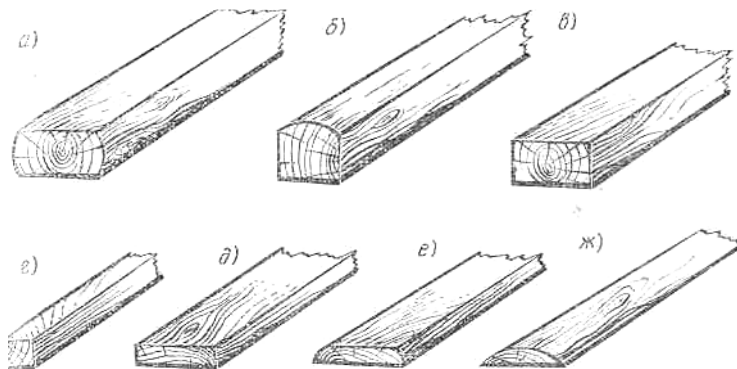


Рис. 2.1. Виды пиломатериалов.

а) двукантный брус; б) трехкантный брус; в) четырехкантный брус; г) брусок; д) обрезная доска; е) необрезная доска; ж) горбыль.

Пиломатериалы из хвойных пород имеют длину до 6,5 м с градацией в 0,25 м. Из лиственных пород пиломатериалы изготавливают длиной 1 – 6,5 м с градацией в 0,25 м, толщиной 13 – 75 мм и шириной 80 – 200 мм. Пиломатериалы для клееных конструкций должны иметь влажность не более 15 %, а для защиты от влаги и огня их поверхности покрывают специальными защитными составами.

Сушка древесины может быть естественной и искусственной. При естественной сушке пиломатериалы укладывают с прокладками в штабеля, защищаемые навесами или располагаемые в закрытых складских помещениях. Искусственную сушку древесины осуществляют в сушильных камерах горячим воздухом, газом или током высокой частоты. При сушке древесины улучшается ее качество, уничтожается грибковая инфекция и насекомые вредители.

Антисептирование – пропитка древесины водными и масляными антисептиками. В качестве антисептиков применяют растворы фтористого и кремнефтористого натрия, аммония, креозотовое или антраценовое масла. Для защиты древесины от возгорания ее поверхность покрывают специальными огнезащитными составами (огнезащитными красками и антипиренами). Антипирены представляют собой более надежное средство по сравнению с огнезащитными красками в борьбе с воспламеняемостью древесины. К ним относятся: хлористый аммоний, фосфорно-кислые натрий и аммоний, сернокислый аммоний.

## **2.2 Строительные детали и конструкции из древесины**

На строительную площадку лесоматериалы поступают переработанные на деревообрабатывающих комбинатах в виде готовых изделий, деталей и конструкций.

Строганные погонажные детали включают наличники, раскладки, плинтусы, диски для настила чистых полов, поручни для перил, проступи, доски подоконные.

Изделия для полов бывают следующих видов: штучный и щитовой паркет, паркетные доски и мозаичный наборный паркет, наклеенные на бумагу доски для настила чистых полов. Для изготовления паркета применяют дуб, бук, березу, сосну, лиственницу, ясень, клен и некоторые другие породы древесины.

Штучный паркет состоит из отдельных планок (клепок) шириной 30 – 60 мм, длиной 150, 200, 250, 300 и 400 мм с пазом и гребнем на кромках и торцах. Он прост в изготовлении, но требует значительных трудозатрат при устройстве полов. В заводских условиях штучный паркет наклеивают водостойкими клеями на деревянное основание из брусков или досок и получают паркетные доски прямоугольной и квадратной формы. Паркетные доски изготавливают длиной 1200 – 3000 мм, шириной 145 и 160 мм и толщиной 25 – 27 мм.

Паркетные щиты состоят из деревянного основания, собранного из брусков и верхнего лицевого покрытия, из паркетных планок одинаковой ширины, наклеенных на основание в виде квадратных элементов, располагаемых в шахматном порядке. Щиты между собой соединяются на вкладные торцовые шпонки или в паз – гребень. Паркетные щиты выпускаются размерами 400 х 400 мм и 800 х 800 мм.

Мозаичный наборный паркет состоит из паркетных клепок, наклеенных на плотную бумагу, удаляемую после закрепления паркета на основание пола.

Столярные изделия поступают на строительную площадку в виде дверных и оконных блоков в полной готовности с навешенными полотнами и створками, окрашенными и застекленными. Столярные перегородки и панели собирают на месте строительных работ и обрамляют с помощью плинтусов, карнизов и галтелей.

Фанеру изготавливают склеиванием тонких слоев (шпонов) древесины, располагаемых так, чтобы направление волокон в смежных листах было взаимно перпендикулярно. Применяют фанеру для облицовки стен, дверных полотен, а также для устройства временных зданий и сооружений.

Наряду с фанерой в строительстве широко применяются древесно-стружечные плиты. Древесно-стружечной плитой называют плиту, изготовленную путем горячего прессования древесных частиц (стружки), смешанных со связующим. В строительстве древесно-стружечные плиты используют как тепло- и звукоизоляционный конструкционный материал для облицовки стен, перегородок, изготовления дверных полотен, встроенной мебели и др.

Конструкции из древесины изготавливаются на деревообрабатывающих комбинатах. К ним относятся комплекты для сборных деревянных домов (брусковых, каркасно-обшивных, каркасно-щитовых), балки междуэтажных и чердачных перекрытий, щиты для стен и перегородок. В современном индустриальном строительстве широко применяются клееные конструкции, изготавливаемые из маломерных древесных материалов и элементов, склеиваемых синтетическими клеями. В результате получают конструкции с высокой несущей способностью, применяемые в качестве балок, рам, стоек и свай, а также инвентарной опалубки.

## **Глава 3. Металлы в строительстве**

### **3.1 Свойства металлов**

В современном строительстве широко применяются металлы. Это объясняется их следующими достоинствами: надежностью в работе, легкостью, индустриальностью и высокой плотностью. Металлы обладают физическими, механическими и технологическими свойствами.

К физическим свойствам относятся: цвет, плотность, теплопроводность, температура плавления и др. Механические свойства металлов характеризуются прочностью, твердостью, усталостью и ползучестью. Технические свойства показывают способность металла подвергаться обработке.

Металлы в строительстве применяют в виде сплавов. Сплавы состоят из нескольких металлов, они обладают всеми теми же характерными свойствами, что и металлы, из которых они состоят. Наибольшее применение в строительстве имеют сплавы железа с углеродом (сталь, чугун) и значительно меньше – сплавы меди и олова (бронза), а также меди и цинка (латунь).

Металлы обладают высокой прочностью, причем прочность на растяжение у них практически такая же, как и на сжатие. Физико-механические свойства металлов и их сплавов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Физико-механические свойства металлов и их сплавов.

Металл	Предел прочности при растяжении, МПа	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Чугун	100-600	7850
Углеродистая сталь	200-600	7850
Легированная сталь	500-1600	7850
Алюминиевые сплавы	100-300	2500-3000
Титановые сплавы	до 1500	450-5000

Если сравнивать прочность и компактность металлических и железобетонных конструкций, то металлические конструкции при той же несущей способности значительно легче и компактнее бетонных. Еще более эффективны с этой точки зрения конструкции из легких сплавов.

Металлы очень технологичны, и изделия из них можно получать различными промышленными методами. Металлические изделия и конструкции легко соединяются друг с другом с помощью болтов, заклепок и сварки. Однако металлы имеют и недостатки. Высокая теплопроводность металлов требует устройства тепловой изоляции металлоконструкций зданий. Хотя металлы негорючи, металлические конструкции зданий необходимо специально защищать от действия огня. Это объясняется тем, что при нагревании прочность металлов резко снижается, металлоконструкции теряют устойчивость и деформируются.

### 3.2 Классификация и сортамент металлов

Металлы классифицируются на черные и цветные. К черным металлам относят железо и сплавы на его основе (чугун, сталь), к цветным – сплавы на основе алюминия, магния, меди, цинка, олова, свинца.

*Чугун* – сплав железа с углеродом (более 2 %), марганцем (до 1,5%) и кремнием (до 4,5 %). В зависимости от строения и состава чугун бывает белый, серый и ковкий. В строительстве применяют главным образом серый чугун для изготовления деталей, работающих на сжатии (башмаков, колонн), а также санитарно – технических (отопительных радиаторов, труб) и архитектурно – художественных изделий. Чугун применяется также для изготовления тубингов, из которых сооружают туннели метрополитенов. Некоторые виды чугунных строительных изделий показаны на рис. 3.1.

Марки строительных чугунов следующие: СЧ – серый чугун, МСЧ – модифицированный (повышенной прочности) серый чугун.

*Сталь* – сплав железа с углеродом (до 2 %) и другими элементами. В зависимости от химического состава и механических свойств стали делят на две группы: малоуглеродистая и низколегированная, от этого зависит и применение ее в строительстве.

В зависимости от способа обработки строительные стали делят на три группы: I – горячего проката; II – холодной вытяжки (выпускается в виде высокопрочной холоднодеформированной проволоки круглого и периодического профиля, а также в виде холоднодеформированной проволоки обыкновенного качества); III – комбинированной обработки – гнутые профили.

**Сортамент.** В строительстве широко применяется прокатная сталь, которая делится на две группы: сталь листовая (толстая, тонкая и универсальная) и сталь профильная (уголки, двутавры, тавры, рельсы, швеллеры и др., рис. 3.2.). **Перечень прокатных профилей с указанием формы геометрических характеристик, массы, единицы длины, допусков и условий поставки называется сортаментом.**

Листовая сталь толщиной 0,9 – 12 мм, размерами 710 x 1420 и 1800 x 10000 мм изготавливается в виде широкополосных листов волнистого профиля.

Высоколегированные конструкционные стали, содержащие более 10 % легирующих элементов, обладают специальными свойствами (нержавеющие, кислотостойкие, жаростойкие). Их используют для специальных целей.

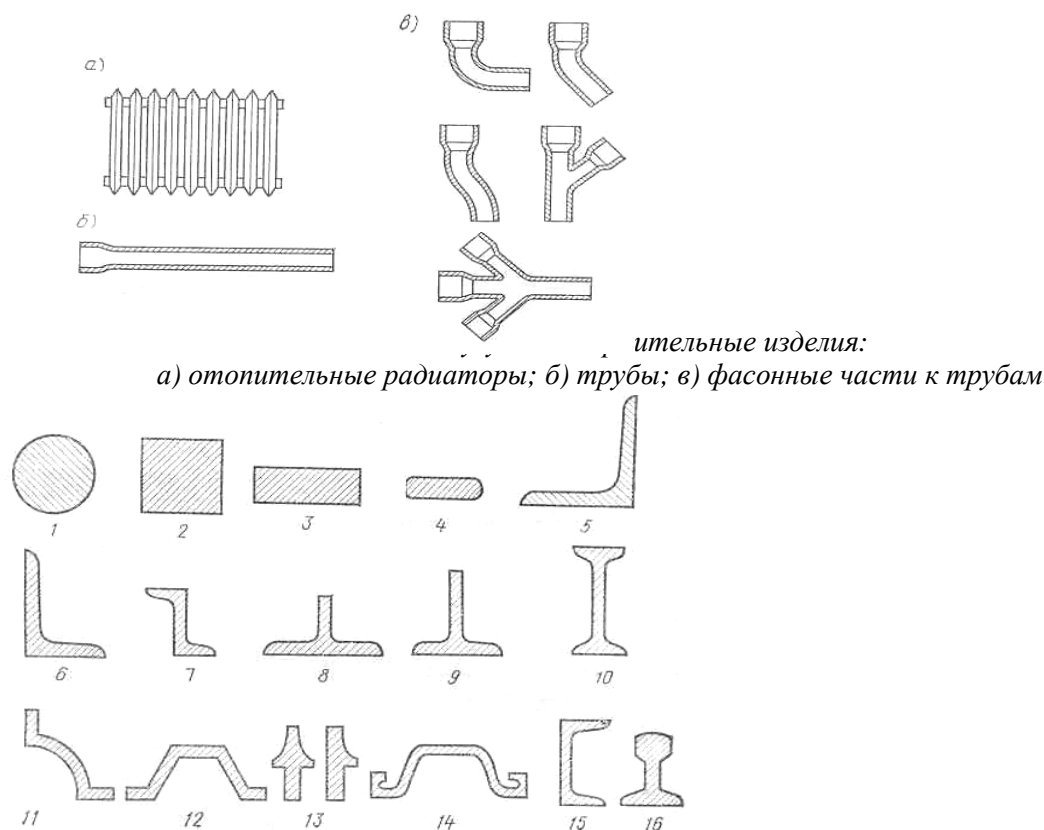


Рис. 3.2. Основной сортамент прокатных стальных профилей.

Сталь: 1 - круглая, 2 - квадратная, 3 - полосовая, 4 - шинная; уголки: 5 - равнобокий, 6 - неравнобокий; профили: 7 - зетовый, 8 и 9 - тавровый, 10 - двухтавровый, 11 - колонный, 12 - корытный, 13 - оконный, 14 - шпунтовый, 15 - швеллер, 16 - рельс.

### 3.3 Применение стали в строительстве

В строительстве сталь используют для изготовления конструкций, арматуры, подмостей, ограждений, форм для изготовления железобетонных изделий и т.д. Правильный выбор марки стали обеспечивает экономный ее расход и успешную работу конструкции.

Для изготовления несущих (расчетных) сварных и клепаных конструкций рекомендуются следующие виды сталей: мартеновская марок ВМСтЗпс ("пс"-полуспокойная), а также спокойная ("сп") и кипящая ("кп"); низколегированная – марок 15 ГС, 14 Г2СД; кислородно-конвертерная – марок ВКСтЗсп, а также полуспокойная ("пс") и кипящая ("кп").

С развитием сборного железобетона, и особенно предварительно напряженного железобетона, большая часть конструкций, выполнявшихся ранее из металла, изготавливается из железобетона, что позволяет добиться экономии металла в строительстве. Однако, во многих случаях на строительстве газопроводов, нефтепроводов, водопроводов, радиобашен и ряда промышленных зданий применение стальных каркасов оказывается технически целесообразным и экономически выгодным. Например, стоимость некоторых промышленных зданий со стальными каркасами на 12 – 15 % ниже, чем зданий с железобетонными каркасами. При этом сроки строительства и масса конструкций значительно меньше по сравнению с железобетонными.

Большое количество стали идет на изготовление арматуры для железобетонных изделий. Арматура в железобетоне воспринимает растягивающие усилия. Арматура – это стальные стержни, сварные сетки, каркасы, закладные детали, петли и др. Арматура бывает гладкой и периодического профиля. Для железобетона применяют высокопрочные низколегированные стали или стали, упрочненные механической и термической обработкой. Особенно высокие требования предъявляют к арматуре в предварительно напряженном железобетоне, которая может применяться в виде стержней высокопрочной проволоки и канатов из нее.

Широкое распространение получают алюминиевые сплавы, которые используют для изготовления проката в виде профилей: уголков, швеллеров, труб, круглого и прямоугольного сечений. Изделия из алюминиевых сплавов отличаются простотой технологии изготовления. Коррозионной устойчивостью, сейсмостойкостью, хладостойкостью, антимагнитностью и долговечностью. Их применяют для изготовления

трехслойных стеновых панелей и плит, покрытий с внутренним слоем из пенопластов и других теплоизоляционных материалов. Такие конструкции имеют значительные размеры, однако отличаются легкостью и имеют надежные теплозащитные качества при небольшой толщине. Масса таких панелей с пенопластом в 8 - 10 раз меньше, чем железобетонных тех же размеров.

## Глава 4. Природные каменные материалы

### 4.1 Классификация, свойства и добыча каменных материалов

Природные каменные материалы получают механической обработкой, т.е. дроблением, раскалыванием, распиливанием горных пород. Таким образом получают облицовочные плиты, камни и блоки для кладки стен, щебень. Все эти виды строительных материалов называются *нерудными*. Некоторые горные породы (песок, глину, гравий) используют без обработки.

Природные каменные материалы классифицируют по плотности на тяжелые – плотностью более  $1800 \text{ кг/м}^3$  и легкие плотностью менее  $1800 \text{ кг/м}^3$ .

Технические требования к природным каменным материалам и изделиям устанавливаются соответствующими ГОСТами и ТУ в зависимости от назначения материала и условий работы сооружения или конструкции.

Добычу природных каменных материалов осуществляют в основном открытым способом. Разработку горных пород в карьере ведут различными способами: экскаваторами, гидромеханизацией, камнерезными машинами, взрывным способом и т.д. Сущность гидромеханизации заключается в том, что вода подводится к месту добычи грунта под давлением, создаваемым насосами, проходит через гидромонитор и, вылетая с большой скоростью из его насадки, производит размыв породы. Затем из смеси грунта с водой (пульпы) отделяют песок и гравий, после этого его классифицируют по крупности зерен на две и более фракций. Щебень получают дроблением горных пород, добываемых взрывным или другим способом. Дробление, сортировку и обогащение щебня осуществляют на дробильно-сортировочных установках, располагаемых вблизи карьеров.

В зависимости от способа изготовления изделия материалы из природного камня делят на следующие виды:

- пиленые, получаемые из массива камнерезными или камнекольными машинами (блоки – полуфабрикаты, крупные камни);
- пиленые – из блоков – полуфабрикатов с последующей обработкой (облицовочные плиты, цельные ступни, подоконные доски и т.п.);
- колотые – раскалыванием блоков с последующей обработкой (плиты и камни тесанные, бортовой камень, брусчатка и т.п.);
- грубоколотые – направленным раскалыванием блоков без последующей обработки (постелистый камень);
- рваные – взрыванием горной породы и отделением мелких фракций (бутовый камень);
- дробленые – дроблением горной породы с последующим разделением на фракции (щебень, песок искусственный);
- молотые – помолом горной породы (молотый минеральный порошок, каменная мука).

Все природные каменные материалы являются, в свою очередь, горными породами, состоящими из различных минералов.

### 4.2 Горные породы и материалы

*Горные породы* – представляют собой значительные по объему скопления камня в земной коре. Они могут состоять из одного минерала, например, мрамор из кальцита, или из нескольких, например, гранит – из полевого шпата, кварца и слюды. В первом случае горные породы называются простыми (мономинеральными), а во втором – сложными (полиминеральными).

*Минерал* – природное химическое вещество, однородное по составу, строению и свойствам, образующееся в результате физико-химических процессов на поверхности или глубинах земной коры. Минералы в основном твердые или аморфные вещества. Основными породообразующими минералами являются: кварцит, кальцит, полевые шпаты, слюда.

В зависимости от условий образования горные породы делятся на магматические (изверженные), осадочные и метаморфические (видоизмененные).

*Магматические* (изверженные) породы образовались в результате застывания и кристаллизации магмы. Если магма застывала в глубине земной коры и охлаждение шло медленно и под большим давлением, то образовались крупнокристаллические плотные горные породы, называемые глубинными. К таким породам относятся граниты, сиениты, диодорит, габбро, лабрадориты. Они отличаются высокой плотностью (более  $2500 \text{ кг/м}^3$ ), износостойкостью и морозостойкостью.

Если магма выливалась на поверхность земли, образовывались излившиеся магматические породы. Из-за быстрого остывания магмы такие породы закристаллизовывались лишь частично или застывали в стеклообразном состоянии. К плотным излившимся породам относятся базальты, порфиры, диабазы.

При вулканических извержениях, в случае, если магма была насыщена газами, образуются сильно пористые легкие породы – пемза и вулканический туф, плотность которых  $800 - 1600 \text{ кг/м}^3$ .

*Осадочные породы* образовались в результате разрушения горных пород (механические отложения) и биологической (органогенные породы) переработки природного минерального сырья. Под действием природных факторов (текущая вода, попеременное замораживание – оттаивание, нагрев и охлаждение, ветер и др.) массивные горные породы разрушаются, образуя рыхлые механические отложения: гравий, песок, глину. Так, при разрушении гранита сначала образуются сравнительно крупные камни, а затем при дальнейшем разрушении – песок и глина.

Возможна природная цементация песка и гравия; в этом случае образуются песчаники и брекчии. Цементирующим веществом в них могут быть: углекислый кальций (карбонатные песчаники), оксиды железа (железистые песчаники) или гидроксил кремния (кремнистые песчаники), проникающие в песок вместе с подпочвенными водами.

Органогенные осадочные породы образуются в результате отложения отмерших организмов (ракушек, рачков и т.п.). К этим породам относятся широко распространенные в природе известняки, известняки-ракушечники, мел, состоящие в основном из карбоната кальция.

Из известняков путем дробления получают щебень для бетона. Все виды известняков используют для получения основных вяжущих веществ (цемента и извести). В результате химических процессов и последующего выпадения твердых веществ из растворов образовались химические осадочные горные породы. Из таких осадочных пород в строительстве используют природный гипс, доломит, магнезит.

*Метаморфические породы* образуются в толще земной коры в результате видоизменения магматических или осадочных пород под действием давления, температуры и водных минеральных растворов. Примером метаморфической породы может служить плотный, хорошо закристаллизованный карбонат кальция – мрамор. Он образовался из известняков в результате их перекристаллизации, сопровождавшейся пропитыванием солевыми растворами. Последнее обуславливает характерную окраску мрамора. К метаморфическим породам относятся также кварциты (уплотненные и перекристаллизованные песчаники), гнейсы (слоистая разновидность гранита), глинистые сланцы (уплотненная, слоистая, не размокающая в воде глинодержащая порода).

#### **4.3 Строительные материалы и изделия из природного камня**

В зависимости от степени обработки различают грубообработанные каменные материалы, штучные изделия и профилированные детали. К грубообработанным относятся: песок, гравий, щебень, бутовый камень.

Песок – минеральные зерна размером  $0,14 - 5 \text{ мм}$ , получаемые при просеивании мелких рыхлых пород; иногда песок получают дроблением с последующим просеиванием отходов обработки камня.

Гравий – окатанные зерна размером  $5 - 150 \text{ мм}$ , получаемые из рыхлых пород просеиванием на соответствующих ситах.

Бутовый камень (бут) – крупные куски камня неправильной формы, получаемые взрывным методом (рванный бут) из осадочных (известняков, доломитов) или изверженных горных пород. Размер бутовых камней для укладки вручную  $150 - 500 \text{ мм}$  массой от  $10$  до  $30 \text{ кг}$ , для механизированной укладки (например, в плотинах) масса камней может достигать несколько тонн. Бутовый камень – экономичный строительный материал, применяемый для кладки фундаментов, стен вспомогательных помещений (склады и т.п.), массивных частей гидротехнических сооружений. Однако, из-за трудоемкости кладки большую часть добываемого камня перерабатывают на щебень для бетона.

*Штучные изделия.* Стеновые камни и блоки получают из пористых известняков, вулканических туфов и других горных пород плотностью  $900 - 2200 \text{ кг/м}^3$ . Основные размеры камней для кладки стен:  $390 \times 190 \times 188$  и  $390 \times 190 \times 288 \text{ мм}$ . Каждый стеновой камень заменяет  $8 - 12$  кирпичей. Значительно эффективнее использование крупных стеновых блоков размером до  $3000 \times 1000 \times 500 \text{ мм}$ , массой до  $1,5 \text{ т}$ . Правильную геометрическую форму и требуемые размеры камней и блоков получают, выпиливая их из массива с помощью камнерезных машин. Пиленые стеновые камни и блоки – эффективный местный строительный материал.

Для наружной облицовки используют плотные атмосферостойкие горные породы, в основном глыбинные изверженные (граниты, сиениты, габбро), а также плотные известняки, доломиты, мрамор и вулканический туф.

Для внутренней облицовки зданий применяют плиты из пород средней твердости: мрамора, пористых известняков (травертина, ракушечника), вулканических туфов. Травертин и туф благодаря большой пористости обладают хорошими акустическими свойствами, их используют для облицовки стен театров, концертных залов и т.п.

Полы покрывают полированными (реже шлифованными) плитами толщиной не менее 20 мм из твердых и износостойких пород (гранит, сиенит, кварцит) и только в случае небольшой интенсивности людских потоков в помещении – из мрамора.

Пиленые плиты для наружной облицовки выпускают толщиной 20 – 40 мм, шириной 400 – 1000 мм, длина может быть произвольной, но обычно 1000 – 1200 мм. Пиленные плиты для внутренней облицовки изготавливают толщиной 10 – 12 мм, шириной 400 мм, длиной 800 мм.

В зависимости от способа обработки поверхность облицовочных плит имеет различную фактуру: ударной обработкой получают грубые фактуры (фактуру "скалы" с крупными буграми и впадинами, рифленую и др.); абразивной – более гладкие (лощеную, шлифованную, полированную).

Из природного камня изготавливают также материалы для дорожного (бортовые камни, брусчатка и др.) и гидротехнического строительства.

## Глава 5. Керамические материалы и изделия

### 5.1 Свойства и сырье для изготовления

*Керамическими* называют искусственные каменные материалы, получаемые из глин или смесей с минеральными и органическими добавками путем формирования и последующего обжига. После обжига керамические материалы приобретают значительную прочность, водостойкость, морозостойкость и другие ценные свойства. Керамика – один из древнейших искусственных материалов. Впервые глиняный кирпич и черепицу начали применять более 5000 лет назад, а сейчас кирпич – один из главных строительных материалов. Долговечность, декоративность в сочетании с доступностью сырья и относительной простотой изготовления обусловили широкое распространение керамики.

Современная промышленность строительных материалов выпускает разнообразный ассортимент керамических материалов: стеновые (керамические кирпич и камни), для наружной и внутренней облицовки (керамические плитки, ковровая керамика), кровельные (черепица), санитарно-технические изделия (раковины, трубы), специальные (огнеупорные и кислотоупорные). Кроме того, обжигом глиняного сырья получают самый распространенный пористый заполнитель для легких бетонов – керамзит.

Все керамические материалы и изделия по структуре черепка подразделяют на пористые, водопоглощение по массе у которых более 5 % (обычно 10 – 20 %), и плотные с водопоглощением менее 5 %.

Основным сырьем для получения керамических материалов является глина – осадочная горная порода. В состав глины входят минералы – рыхлая смесь мельчайших частиц (менее 0,005 мм) водных алюмосиликатов различного состава, способных хорошо абсорбировать (поглощать и удерживать) влагу на своей поверхности. Кроме глинистых минералов, в ее составе содержится песок.

Минералы придают глине характерные свойства: при увлажнении глина набухает и делается пластичной; при сушке мокрой глины объем ее уменьшается (происходит усадка) и глина превращается в довольно прочный камневидный материал. Переход глины из пластичного состояния в камневидное обратимый: при повторном увлажнении глина вновь размокает. Чем больше глинистых минералов, тем она больше вбирает в себя воды, т.е. больше набухает, но труднее сохнет и дает большую усадку. Такие глины называются *жирными*. Глины, содержащие много песчаных частиц, характеризуются небольшой усадкой и набуханием, легко сушатся, но пластичность у них пониженная. Такие глины называются *тощими*.

Для получения керамических изделий нужна смесь, которая хорошо формируется и достаточно быстро сохнет. Такую смесь с оптимальным соотношением глинистых и песчаных частиц получают, добавляя в жирную глину отошающие добавки: песок, опилки и др.

Способность глины при обжиге переходить в камневидное состояние, в котором она совершенно не размокает в воде, объясняется следующим. При обжиге протекают химические и физико-химические процессы (удаление химически связанной воды, разложение безводной глины на оксиды и образование новых водостойких и тугоплавких соединений), приводящие к изменению структуры глины. Частицы обезвоженной и видоизмененной глины спекаются, не переходя при этом полностью в расплавленное состояние. Спекание происходит за счет плавления легкоплавких примесей, этот расплав склеивает, цементирует всю массу.

Различные глины требуют определенных температур обжига и соответственно изделия из них имеют различную огнеупорность. По этому признаку глины делят на легкоплавкие, тугоплавкие, огнеупорные.

Легкоплавкие глины, содержащие большое количество примесей, плавятся при температуре ниже 1350<sup>0</sup>С. Из таких глин изготавливают кирпич, стеновые камни и черепицу.

Тугоплавкие глины, содержащие незначительное количество примесей, плавятся при температуре 1350 – 1580<sup>0</sup>С. Применяют их для изготовления облицовочных керамических изделий, лицевого кирпича, канализационных труб.

Огнеупорные глины, почти не содержащие примесей, плавятся при температуре выше 1580<sup>0</sup>С. Их применяют для производства огнеупорных материалов.

### 5.2 Стеновые керамические материалы

К стеновым материалам относят кирпич керамический, кирпич керамический пустотелый, керамические пустотелые камни, а также кирпичные блоки и панели.

*Кирпич керамический* изготавливают из глины путем формирования с последующим обжигом. Выпускают кирпич размерами 250 x 120 x 65 мм; 250 x 120 x 88 мм (модульный) и реже 288 x 138 x 65 мм (утолщенный). Поскольку масса одного кирпича не должна превышать 4 кг, утолщенный и модульный кирпич делают с пустотами. Существует два способа производства кирпича – пластический и полусухой (рис. 5.1.). Приняты следующие названия граней кирпича: большая постель – 1, боковая – ложок 2 и торцовая – тычок 3.

Плотность керамического кирпича 1600 – 1900 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощение не менее 8 %. Прочность кирпича характеризуется пределом прочности при сжатии и изгибе и обозначается восемью марками: 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300. По морозостойкости кирпич подразделяют на четыре марки, Мрз: 15, 25, 35 и 50.

Кирпич должен быть нормально обожжен, так как недообожженный (белый кирпич) обладает недостаточной прочностью, малой водостойкостью и морозостойкостью, а пережженный кирпич (железняк) отличается повышенными плотностью, теплопроводностью и, как правило, имеет искаженную форму.

Кирпич керамический применяют для кладки наружных и внутренних стен, изготовления стеновых блоков и панелей, кладки печей и дымовых труб (при этом температура не должна превышать 1000<sup>0</sup>С). Кирпич полусухого прессования не допускается использовать для кладки фундаментов и цоколей ниже гидроизоляционного слоя.

*Кирпич керамический пустотелый и пористо – пустотелый.* У керамического кирпича есть два существенных недостатка: относительно высокая плотность (более 1600 кг/м<sup>3</sup>) и небольшие размеры. Плотность и теплопроводность кирпича снижают путем увеличения его пористости, например, введением в глину выгорающих добавок – опилок. Для уменьшения массы выпускают кирпич пустотелый и пористо-пустотелый со сквозными круглыми или щелевидными пустотами, рис. 5.2. Пустотелый кирпич применяют наравне с обыкновенным, за исключением кладки фундаментов, подземных частей, печей и дымовых каналов.

*Керамические пустотелые камни* получают пластическим прессованием из легкоплавкой глиняной массы. В зависимости от размеров камни могут быть рядовые (размером 250 x 120 x 138 мм), заменяющие два кирпича, модульные (250 x 138 x 88 мм) и утолщенные (250 x 250 x 138 мм). Камни изготавливают с вертикальными, рис. 5.3., а), б) и реже горизонтальными пустотами, рис. 5.3., в).

*Кирпичные блоки и панели* представляют собой крупноразмерные элементы (массой более 0,5 т) кирпичных стен, изготовленные в заводских условиях. Технология производства блоков и панелей заключается в следующем. Кирпич, арматуру, теплоизоляционный материал и цементный раствор в определенной последовательности укладывают в кондуктор (форму) и уплотняют вибрированием. Чтобы ускорить твердение раствора, блоки и панели подвергают тепловлажностной обработке в течение 8 – 12 ч. Чтобы обеспечить прочность панелей при транспортировании и монтаже, их усиливают стальной арматурой: в горизонтальных швах укладывают проволочную сетку, а по периметру панели и в оконных проемах – каркас. Монтажные петли заделывают на всю высоту панелей (рис. 5.1., 5.2., 5.3.)

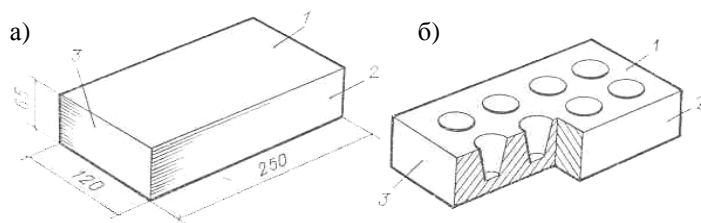


Рис. 5.1. Кирпич керамический пластического (а) и полусухого (б) формования: 1 – постель, 2 – ложок, 3 – тычек.

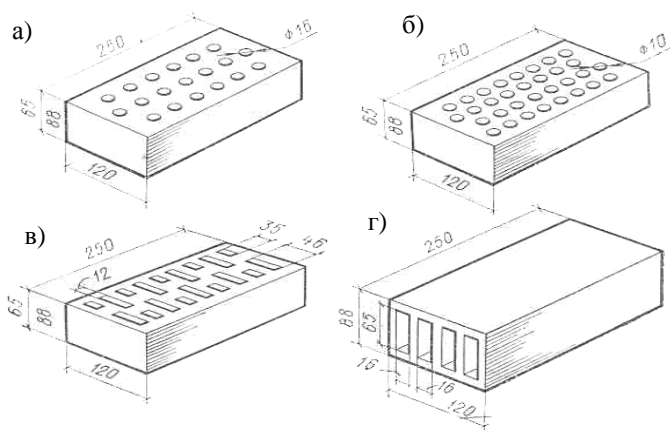


Рис. 5.2. Кирпич керамический пустотелый с 19 (а), 32 (б) и 18 (в) вертикальными пустотами и с 4 горизонтальными пустотами (г).

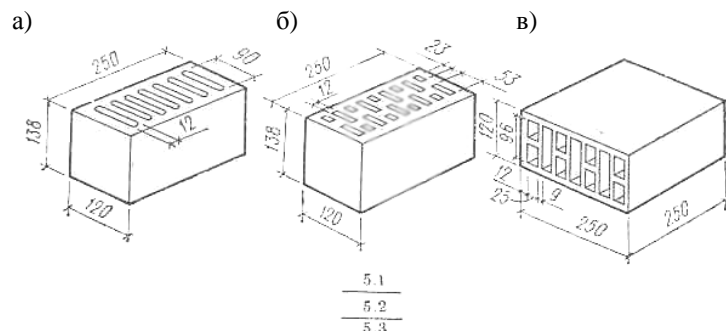


Рис. 5.3. Керамические камни с 7(а) и 18 (б) вертикальными пустотами и с 11 (в) горизонтальными.

### 5.3 Облицовочные керамические материалы

Благодаря долговечности, архитектурно-эстетическим качествам и относительно невысокой стоимости керамические облицовочные изделия получили большое распространение в современном строительстве. Облицовочные керамические материалы подразделяют на керамику для наружной и внутренней облицовки, которые отличаются друг от друга строением и свойствами.

*Керамические изделия*, применяемые для наружной облицовки, подвергаются атмосферным воздействиям, поэтому наряду с декоративностью они должны обладать малым водопоглощением и высокой морозостойкостью (не менее Мрз 25). К таким изделиям относятся лицевой кирпич и камни, керамические фасадные плиты, плитки и ковровая керамика.

Лицевые кирпичи и камни от керамического кирпича отличаются высоким качеством отделки двух смежных сторон – ложка и тычка. Они бывают гладкими, офактурными, покрытыми глазурью или ангобом (слоем цветной обожженной глины).

*Малогабаритные фасадные плитки* выпускают с гладкой или офактуренной цветной лицевой поверхностью (матовой или глазурованной). Для лучшего сцепления с раствором тыльная сторона рифленая. Длина плитки 120 – 240 мм, ширина 60 – 140 мм, толщина 6 – 17 мм.

*Ковровая керамика* – малогабаритные цветные квадратные, реже прямоугольные плитки, наклеенные на бумажную основу. Размер квадратных плиток от 20 x 20 до 46 x 46 мм, толщина 2 – 4 мм. Плитки наклеивают на бумагу тыльной стороной вверх с соблюдением заданной толщины швов. Листы ковровой керамики выпускают 800 x 800 мм. Используя плитки размером 20 x 20 x 2 мм, можно выпускать не только ковры, но и рулоны. Ковровой керамикой отделывают поверхности стен, колонны и т.п. Ковры укладывают на свежий цементный раствор. После затвердения раствора бумагу с лицевой поверхности плиток удаляют.

*Плитки для полов* выпускаются различных типов. Полы из керамических плиток практически водонепроницаемы, характеризуются малой истираемостью, не дают пыли, легко моются, долговечны, обладают стойкостью к действию кислот и щелочей. Они широко применяются в гражданском и промышленном строительстве для устройства полов в помещениях с влажным режимом эксплуатации и повышенной интенсивностью движения. Недостатками таких полов являются хрупкость и большая теплопроводность, а также высокая трудоемкость их устройства.

### 5.4 Керамические изделия и материалы различного назначения

*Канализационные керамические трубы* изготовляют из огнеупорных или тугоплавких глин без добавок или с отошающими добавками. Поверхность труб снаружи и внутри покрывают кислотоустойчивой глазурью. Их применяют для отвода сточных вод, кислотных и щелочных растворов на химических заводах, а также для дворовой канализации.

*Дренажные трубы* выпускают с внутренним диаметром 25 – 250 мм и длиной до 500 мм неглазурованными без раструбов или же глазурованными с раструбом и перфорацией на стенках. Для изготовления труб используют глины повышенной пластичности или глины с добавками. Их применяют при ирригационных работах, а также для осушения грунтового основания под зданиями и сооружениями.

*Кровельная черепица* – старейший вид кровельных материалов.

Для производства черепицы используют те же глины, что и для кирпича. Черепица может иметь красновато-розовую или светло-желтую окраску. Специальные виды черепицы покрывают глазурью различных тонов.

Черепица долговечна и огнестойка. Недостатками черепицы являются большая масса (до 65 кг/м<sup>2</sup> покрытия), хрупкость, а также большая трудоемкость возведения черепичной кровли и необходимость ее устройства с большим уклоном (более 30°) для быстрого стока воды.

*Санитарно-техническую керамику* (раковины, унитазы, смывные бачки, трубы, лабораторная посуда, электроизоляторы и т.п.), получают из беложгущихся глин. Чтобы фаянсовые изделия были непроницаемы, их покрывают глазурью.

*Керамзит и аглопорит.* Большой удельный вес в керамической промышленности занимает производство заполнителей из глин для легких бетонов, таких как керамзит и аглопорит. Эти заполнители могут применяться также при устройстве теплоизоляции, перекрытий и покрытий.

## Глава 6. Минеральные вяжущие вещества

### 6.1 Классификация минеральных вяжущих веществ

*Минеральными вяжущими веществами называют тонкоизмельченные порошкообразные материалы, образующие при смешивании с водой пластичное тесто, постепенно затвердевающее до камневидного состояния. Это свойство вяжущих веществ используют для приготовления растворов, бетонов, безобжиговых искусственных каменных материалов и изделий.*

Минеральные вяжущие вещества получают путем обжига в печах природных каменных материалов (известняков, гипса, ангидрида, доломита, магнезита). Куски, полученные после обжига, путем помола превращают в тонкий порошок. Чем меньше размер зерен после помола, тем выше активность вяжущего. Процесс твердения вяжущих называется *схватыванием*. Срок схватывания отсчитывают от момента затвердения вяжущего водой. Вещество должно схватываться только после того, как оно будет уложено в форму. Наибольшей скоростью твердения обладают гипсовые вяжущие (они полностью затвердевают за несколько часов), наименьшей – воздушная известь: процесс ее твердения может длиться годы.

Принято различать две стадии в процессе твердения: схватывание и собственно твердение. Когда появляются признаки загустевания вяжущего теста и оно начинает заметно терять пластичность – это начало схватывания. Сроки схватывания гипса 40 – 30 мин, портландцемента несколько часов. Все операции по транспортированию и укладке смесей на основе вяжущих (бетонных и растворных смесей) должны заканчиваться до начала схватывания. Повторное перемешивание, особенно с добавлением воды, с целью придания пластичности схватившейся смеси приводит к существенному снижению прочности бетона или раствора.

Прочность вяжущих изменяется во времени, поэтому оценивают вяжущие по прочности, набранной за определенное время твердения в условиях, установленных стандартом. Этот показатель принимают за марку вяжущего. Например, марка гипсовых вяжущих определяется по прочности образцов спустя 2 ч. после их изготовления, а портландцемента через 28 сут. твердения во влажных условиях при температуре  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Минеральные вяжущие вещества разделяют на воздушные и гидравлические. Воздушные вяжущие вещества твердеют, долго сохраняют и повышают свою прочность только на воздухе. К воздушным вяжущим веществам относятся: гипсовые и магнезиальные вяжущие, воздушная известь, цемент. Гидравлические вяжущие вещества способны твердеть и длительно сохранять свою прочность не только на воздухе, но и в воде. В группу гидравлических вяжущих входят: портландцемент и его разновидности, пуццолановые и шлаковые вяжущие, глиноземный и расширяющиеся цементы, гидравлическая известь. Их используют как в наземных, так и в подземных и подводных конструкциях.

### 6.2 Воздушные вяжущие вещества

Воздушные вяжущие вещества – известь, гипсовые вяжущие – применялись еще в глубокой древности. Воздушную известь получают умеренным обжигом известняков, мела, доломитизированных известняков и доломитов, содержащих не более 6 % глины. Обжиг осуществляют, как правило, в шахтных печах при максимальной температуре в зоне обжига  $1000 - 1200^{\circ}\text{C}$ . После обжига куски извести имеют пористую структуру вследствие удаления  $\text{CO}_2$  из известняков. Такая известь называется комовой негашеной. Полученная после обжига комовая известь либо подвергается помолу для получения порошкообразной извести – кипелки ( $\text{CaO}$ ), либо гасится водой для получения гашеной извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

В зависимости от количества взятой для гашения воды получают: гидратную известь-пушонку (50 – 70 % воды по массе извести, т.е. в количестве, необходимом для протекания реакции гидратации – процесса гашения); известковое тесто (воды в 3-4 раза больше, чем извести), известковое молоко (количество воды превышает теоретически необходимое в 8-10 раз). Известковое тесто представляет собой сметанообразную массу белого цвета.

Гидратная известь – белый тонкодисперстный порошок. Средняя плотность ее в рыхлом состоянии доходит до  $450 \text{ кг/м}^3$ .

Воздушная известь широко применяется для приготовления известково – песчаных и смешанных растворов, используемых при штукатурных и каменных работах, а также в качестве связующего при производстве малярных работ.

Применяется известь также в производстве силикатного кирпича и изделий из силикатных бетонов.

На строительстве известь гасят в гасильных ящиках (творилах). В ящик загружают комовую известь не более чем на 1/3 его высоты (толщина слоя обычно около 100 мм). Это требование вызвано тем, что при гашении известь увеличивается в объеме в 1,5 – 3,5 раза. Из 1 кг извести, в зависимости от ее качества, получается 2 – 2,5 л известкового теста. Этот показатель называют "выход теста".

Содержание воды в известковом тесте не нормируется. Практика показывает, что в хорошо выдержанном тесте соотношение воды и извести около единицы.

*Гипсовые вяжущие* – воздушные вяжущие, получаемые термической обработкой (при температуре 150 – 200 °С) гипсового сырья. Исходным гипсовым сырьем служит природный гипсовый камень, который состоит из двуводного сульфата кальция  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и различных механических примесей (глины, песка). При нагревании выше 150 °С гипсовый камень разлагается и теряет часть химически связанной с ним воды, превращаясь в полуводный гипс:



Твердеет гипс за счет обратного присоединения воды к полуводному гипсу:



Характерные свойства гипсовых вяжущих – быстрое схватывание и твердение. В зависимости от сроков схватывания гипсовые вяжущие делят на три группы: А – быстросхватывающиеся (начало схватывания не ранее 2 мин., конец не позднее 15 мин.); Б – нормальносхватывающиеся (начало схватывания не ранее 6 мин., конец не позднее 30 мин.); В – медленносхватывающиеся (начало схватывания не ранее 20 мин., конец схватывания не нормируется).

Замедляют схватывание гипсовых вяжущих добавкой в гипсовое тесто растворов столярного клея, сульфатно-спиртовой барды (ССБ) и других органических клееподобных веществ. Гипсовые вяжущие добавляют в известково-песчаные растворы для ускорения схватывания и увеличения прочности. На основе гипсовых вяжущих изготавливают листы гипсокартонные, искусственный мрамор и другие строительные гипсовые изделия.

### **6.3 Гидравлические вяжущие вещества**

Известесодержащие вяжущие гидравлического твердения – группа низкомарочных (малопрочных) местных вяжущих. В эту группу входят смешанные вяжущие (известково-пуццолановые и известково-шлаковые), а также гидравлическая известь.

Смешанные вяжущие получают совместным измельчением негашенной извести (10 – 30 %), гидравлической добавки (85 – 70 %) и гипса (до 5%). В качестве добавки используют горные породы, содержащие активный кремнезем: вулканический пепел, пемзу, туф, диатомит, трепел и др. Такие вяжущие называют *известково-пуццолановыми*. Если в качестве добавки взят доменный гранулированный шлак, такие вяжущие называют *известково-шлаковыми*.

Известесодержащие вяжущие делятся на марки 50; 100; 150; 200.

Известесодержащие гидравлические вяжущие применяют для приготовления растворов для кладки подземных частей зданий и бетонов. Срок хранения таких вяжущих из-за наличия в них негашеной извести не должен превышать 30 суток.

Строительная гидравлическая - известь продукт умеренного обжига при температуре 900 – 1100 °С мергелистых известняков (содержание глины 8 – 20 %). В состав гидравлической извести входят свободные оксиды кальция и магния (50 – 65 %) и низкоосновные силикаты и алюминаты кальция, которые и придают извести гидравлические свойства.

Гидравлическая известь, смоченная водой, полностью гасится, образуя пластичное тесто. В отличие от воздушной она быстро твердеет, приобретая со временем водостойкость.

Используют гидравлическую известь при приготовлении растворов для каменной кладки и штукатурки, а также при приготовлении низкомарочных бетонов. Растворы и бетоны, изготовленные на гидравлической извести, некоторое время должны твердеть на воздухе.

### **6.4 Портландцемент и специальные виды цемента**

Гидравлическая известь обладает рядом недостатков. Главные из них: необходимость твердения на воздухе первые 7 – 14 суток, низкие прочность, морозо- и воздухоустойкость. Поэтому велись поиски более совершенного вяжущего вещества. Практически одновременно (1824 – 1825 гг.) и независимо друг от друга Егор Челиев в России и Джозеф Аспдин в Англии путем высокотемпературного обжига до спекания смеси известняков и глины получили вяжущие, обладающие большей водостойкостью и прочностью. Производство нового вяжущего названо впоследствии *портландцементом*, совершенствовалось и быстро расширялось.

Портландцемент представляет собой порошкообразное гидравлическое вяжущее вещество, твердеющее в воде и на воздухе, состоящее главным образом из силикатов кальция. Получают портландцемент тонким измельчением клинкера с гипсом (3 – 7 %), допускается введение в смесь активных минеральных добавок (10 – 15 %). Клинкер – продукт обжига (до полного спекания) искусственно сырьевой смеси, состоящей приблизительно из 75% карбоната кальция (обычно известняка) и 25% глины.

К основным свойствам портландцемента относятся: плотность, тонкость помола, сроки схватывания, равномерность изменения объема при твердении и прочность затвердевшего цементного камня.

Плотность портландцемента в зависимости от вида и количества добавок составляет 2,9 – 3,2 г/см<sup>3</sup>.

Тонкость помола характеризуется количеством цемента, проходящего через сито № 008 (размер отверстий 0,08 мм) и его удельной поверхностью. Через сито № 008 должно проходить не менее 85 % цемента.

Сроки схватывания портландцемента должны быть: начало – не ранее 45 мин от момента затворения; конец – не позднее 10 ч. с момента затворения. Эти показатели определяют при температуре 20<sup>0</sup>С. Если цемент затворяют горячей водой (более 40<sup>0</sup>С), может произойти очень быстрое схватывание.

Одной из основных характеристик цемента является его марка, которая характеризуется пределами прочности при изгибе и сжатии образцов – балочек размером 40 х 40 х 160 мм, при изгибе и сжатии их половинок, изготовленных из пластического раствора состава по массе 1:3 (одна часть цемента, три песка), при водоцементном отношении, равном 0,4, и испытанных в 28-суточном возрасте. Образцы в течение этого времени хранят во влажных условиях при 18-20<sup>0</sup>С. Предел прочности при сжатии цементных образцов в возрасте 28 сут. называют активностью цемента. Промышленность выпускает портландцемент четырех марок: 400, 500, 550, 600.

Быстротвердеющий портландцемент (БТЦ) отличается быстрым ростом прочности в первые дни твердения. Выпускают БТЦ двух марок: 400 и 500. Он применяется для бетонов сборных конструкций с повышенной прочностью и монолитных конструкций.

Пластифицированный портландцемент получают, добавляя к клинкеру при помоле гидрофильные поверхностно-активные вещества, например сульфатно-спиртовую барду (ССБ) в количестве 0,15 – 0,25 %. За счет увеличения пластичности растворов и бетонных смесей удается уменьшить расход портландцемента, повысить прочность и морозостойкость бетонов и растворов.

Гидрофобный портландцемент получают, добавляя к клинкеру при помоле гидрофобные поверхностно-активные вещества ПАВ (отходы переработки нефти, мылонафт, асидол), образующие на зернах цемента водоотталкивающие пленки. Применяется гидрофобный цемент в тех случаях, когда трудно обеспечить необходимые условия хранения обычного цемента.

Сульфатостойкий портландцемент изготавливают из клинкера с пониженным содержанием трехкальциевого силиката  $C_3S$  (не более 50 %) и трехкальциевого алюмината  $C_3A$  (не более 50 %) и тем самым повышается стойкость бетона к сульфатной коррозии. Кроме того, сульфатостойкий цемент характеризуется пониженным тепловыделением при твердении. Сульфатостойкий цемент выпускают марки 400.

Белый портландцемент получают из белых каолиновых глин и чистых известняков или мела с минимальным содержанием окислов железа, марганца и хрома. На основе белого цемента и щелочестойких пигментов (сурика, ультрамарина и др.) получают цветные цементы. Марки таких цементов: 300, 400 и 500. Применяют белый и цветные цементы для отделочных работ.

Шлакопортландцемент получают путем совместного помола доменного гранулированного шлака (21 – 80 %), портландцементного клинкера (79 – 20 %) и гипса (не более 5 %).

Доменный шлак – отход производства чугуна (на 1 т чугуна приходится около 0,6 т шлака), поэтому шлакопортландцемент экономически выгоднее, чем портландцемент.

Шлакопортландцемент выпускают трех марок: 300, 400 и 500. По коррозионной стойкости и водостойкости он превосходит обычный портландцемент, но твердеет несколько медленнее и при этом выделяет меньше теплоты. Недостаток шлакопортландцемента – пониженная по сравнению с обычным портландцементом морозостойкость.

Пуццолановый портландцемент получают путем совместного помола портландцементного клинкера (75 – 60 %), активной минеральной добавки (20 – 40 %) и небольшого количества гипса или же тщательным смешиванием этих же компонентов, но предварительно каждый из них измельчают.

В качестве активных минеральных добавок применяются вулканические туфы, пеплы и пемзы, диатомит, трепел, опока, золы ТЭС и другие вещества, которые повышают водостойкость и коррозионную стойкость цементного камня.

Пуццолановый портландцемент применяют для гидротехнического строительства, а также для подземных и подводных сооружений.

## Глава 7. Бетоны и строительные растворы

### 7.1 Классификация и свойства бетонов

Бетон – это искусственный каменный материал, получаемый в результате затвердения рационально подобранной, хорошо перемешанной и уплотненной смеси, состоящей из вяжущего вещества (цемента), воды, заполнителей и специальных добавок. До затвердения указанную смесь называют бетонной смесью.

Классифицируют бетоны - по виду вяжущего на: цементные, гипсовые, известковые, полимербетоны;

- по средней плотности – на особо тяжелые (плотность более  $2500 \text{ кг/м}^3$ ), тяжелые обыкновенные ( $1800\text{-}2500 \text{ кг/м}^3$ ), легкие ( $500\text{-}1800 \text{ кг/м}^3$ ), особо легкие теплоизоляционные (менее  $500 \text{ кг/м}^3$ );

- по назначению в строительстве – конструктивные, теплоизоляционные, гидротехнические, жаростойкие, кислотоупорные, дорожные.

К основным свойствам бетона относят – прочность, пористость, морозостойкость, водонепроницаемость, огнестойкость. Прочность бетона по прочности на сжатие определяется по пределу прочности при сжатии образцов – кубиков размером  $150 \times 150 \times 150 \text{ мм}$ , изготовленных из рабочей бетонной смеси и твердевших 28 сут. в нормальных условиях ( $20 \pm 2^\circ \text{C}$ ) при относительной влажности воздуха 95 %. Класс бетона соответствует гарантируемой прочности на сжатие (МПа). Например, класс В 20 соответствует гарантированной прочности на сжатие, равной 20 Мпа. Прочность бетона зависит главным образом от прочности затвердевшего цементного камня и прочности его сцепления с заполнителем, а также марки цемента и соотношения воды и цемента. Чем выше марка цемента, тем прочнее будет цементный камень. Зависимость прочности цементного камня от соотношения воды и цемента (В/Ц) в бетонной смеси объясняется следующим. Цемент при твердении химически связывает 20-25 % воды собственной массы, а чтобы обеспечить необходимую подвижность бетонной смеси, приходится брать 40-80 % воды от массы цемента. Естественно, чем больше в бетоне будет свободной, химически не связанной воды, тем больше будет пор в цементном камне и соответственно ниже его прочность.

Состав бетона выражают или в массе составляющих (кг) для получения  $1 \text{ м}^3$  бетона (например, цемента 250 кг, воды 170 л, песка 700 кг, щебня 1250 кг), или соотношением компонентов в частях по массе или по объему, при этом количество цемента принимают за 1 (например, состав бетона 1:2:4 при В/Ц = 0,7 означает, что на 1 часть цемента берется: 0,7 части воды, 2 части песка и 4 части крупного заполнителя).

Прочность сцепления между цементным камнем и заполнителями определяется в основном качеством поверхности заполнителя. Чем выше качество заполнителей, тем более прочным и долговечным будет бетон. Применение в бетонах промытых и фракционированных заполнителей позволяет экономить цемент.

Важнейшими свойствами бетонных смесей является удобоукладываемость и подвижность. В зависимости от прочности бетона, густоты армирования конструкции, имеющихся средств уплотнения бетонной смеси применяют особо жесткие, малоподвижные, подвижные и литые бетонные смеси. Подвижность бетонных смесей определяют с помощью нормального конуса, а жесткость – на приборе для определения жесткости или на техническом вискозиметре. Применяя жесткие и малоподвижные бетонные смеси, можно получить равнопрочные бетоны при экономии 10-15 % цемента по сравнению с подвижными бетонными смесями. В целях экономии цемента и повышения прочности в бетонные смеси вводят пластификаторы и суперпластификаторы.

При твердении на воздухе происходит усадка бетона – сокращение линейных размеров 0,3-0,5 мм на 1 м длины. Большие усадочные деформации – одна из причин образования трещин в бетоне. Особенно значительна усадка в начальный период твердения: в первые сутки она достигает 70 % месячного значения. Причина усадки бетона – усадка твердеющего цементного теста, поэтому чем больше в бетоне цемента, тем больше его усадка и вероятность растрескивания.

К основным свойствам бетона относится его огнестойкость. Под огнестойкостью бетона понимают его способность сохранять прочность при кратковременном воздействии высоких температур, например, при пожаре.

Морозостойкость – способность бетона выдерживать многократное замораживание и оттаивание. Морозостойкость оценивают по числу циклов замораживания и оттаивания, при которых масса образца изменяется не более чем на 15 %. Морозостойкость бетона зависит от количества и характера (открытые и закрытые) пор, а также от морозостойкости заполнителя.

Для получения достаточной морозостойкости бетон изготавливают из морозостойких заполнителей, снижают до минимума содержание в нем воды, при этом максимально плотно укладывают бетонную смесь с помощью вибраторов или других механизмов. Кроме того, целесообразно применять гидрофобные и пластифицированные цементы или поверхностно-активные гидрофобизирующие добавки. Бетон делится по морозостойкости на марки.

## 7.2 Тяжелый бетон

Тяжелый бетон (средней плотностью 1800 – 2500 кг/м<sup>3</sup>) является одним из основных строительных материалов. Его широко применяют для изготовления сборных бетонных и железобетонных конструкций и деталей, а также для возведения монолитных сооружений различного назначения. Для приготовления тяжелых бетонов применяют обычный портландцемент и его разновидности: быстротвердеющий, пластифицированный и пуццолановый, шлакопортландцемент и др.

Заполнители занимают в бетоне до 80 % объема и существенно влияют на его прочность, долговечность и стоимость. За счет заполнителей сокращают расход цемента, повышают прочность и деформативность бетона, чем увеличивают долговечность сооружений.

Стоимость заполнителя составляет почти половину стоимости бетонных и железобетонных конструкций. Поэтому применение в качестве заполнителей местных или более дешевых материалов позволяет снизить стоимость строительства, уменьшить объем транспортных перевозок, сократить сроки строительства.

Заполнители для бетона делятся на мелкие и крупные. Мелким заполнителем может служить естественный или искусственный песок, а крупным – щебень и гравий. Зерновой состав, прочность и чистота заполнителя существенно влияют на свойства бетона.

Песок представляет собой рыхлую смесь зерен. Крупность зерен колеблется от 0,14 до 5 мм. Пески делятся на природные, образовавшиеся в результате выветривания горных пород, и искусственные, получаемые путем дробления твердых горных пород или отходов производства (доменных или топливных шлаков, керамзита, перлита и др.). Чаще всего в природе встречаются кварцевые пески с примесью полевого шпата, слюды и зерен других минералов, которые наиболее пригодны для бетонов. Наибольший эффект достигается при использовании кварцевых песков с шероховатой поверхностью зерен. Такие пески, обладая большим сцеплением с цементным камнем, повышают прочность бетона.

Гравий – рыхлый материал, образовавшийся в результате естественного разрушения (выветривания) горных пород, состоит из окатанных зерен размером 3 – 70 мм. У морского и речного гравия зерна более округлой (окатанной) формы, чем у горного. Для бетонов предпочтительнее гравий с зернами малоокатанной формы, которые улучшает их сцепление с цементным камнем.

Щебень получают дроблением горных пород (например, гранита, диабазы, прочного известняка) на камнедробилках с отделением зерен размером менее 3 мм. Форма зерен щебня остроугольная. Для изготовления бетона лучше всего подходит щебень, близкий по форме к кубу или тетраэдру. Щебень не должен содержать комков глины, суглинка и других примесей. Загрязнение заполнителя ухудшает качество бетона. Присутствие глинистых и других примесей снижает прочность и морозостойкость затвердевшего бетона. Пылеватые глинистые частицы, обволакивающие зерна заполнителя, ухудшают их сцепление с цементным камнем.

Находящиеся в заполнителе комья глины или суглинка впитывают и хорошо удерживают воду. При отрицательных температурах вода замерзает, увеличиваясь в объеме. Это приводит к возникновению дополнительных напряжений в бетоне и его разрушению, т.е. снижению морозостойкости конструкций.

Для приготовления бетонной смеси и поливки бетона используют воду, которая не содержит вредных примесей, препятствующих нормальному твердению бетона. К таким примесям относятся соли и кислоты. Болотная вода, богатая органическими примесями, а также сточные воды содержащие жир, сахар, кислоты и другие включения, для приготовления бетона не пригодны. Обычно используют водопроводную воду, а в ряде случаев – морскую, если содержание соли в ней не превышает 5000 мг/л. Нельзя применять морскую воду при бетонировании внутренних конструкций жилых и общественных зданий в жарком и сухом климате, так как морские соли могут выступить на поверхность бетона или вызвать коррозию арматуры.

Для улучшения свойств бетонов, исходя из технико-экономических показателей, применяют различные добавки. По виду и назначению добавки можно разделить на следующие группы: пено- и газообразователи; комбинированные, специальные.

*Уплотнение бетонной смеси.* После укладки бетонной смеси производят ее уплотнение. Вибрирование – наиболее эффективный метод уплотнения, основанный на использовании тиксотропных свойств бетонной смеси. При вибрировании частицам бетонной смеси передаются быстрые колебательные движения от источника колебаний – вибратора.

Применяют главным образом электромеханические вибраторы, основная часть которых – электродвигатель. На валу электродвигателя эксцентрично установлен груз – дебаланс, при вращении которого возникают колебательные импульсы.

При вибрировании жесткая бетонная смесь как бы превращается в тяжелую жидкость, которая плотно заполняет все части формы или опалубки, а воздух, содержащийся в бетонной смеси, при этом поднимается вверх и уходит. Бетонная смесь приобретает плотную структуру. При недостаточном времени вибрирования бетонная смесь уплотняется не полностью, а при слишком долгом – она может расслоиться.

В зависимости от вида, формы и размеров бетонируемой конструкции применяют вибраторы различных типов. Для укладки бетона с большими открытыми поверхностями (полы, плиты, дороги) используют поверхностные вибраторы (рис. 7.1., а), передающие колебания бетонной смеси через металлическую площадку, к которой они прикреплены. Глубина распространения колебаний в толщу бетонной смеси достигает 20-30 см, продолжительность вибрирования на одном месте – около 1 мин., после чего вибратор переставляют на смежный участок.

Глубинные вибраторы применяют при уплотнении бетонной смеси в массивных конструкциях большой глубины (толщины). В качестве глубинных вибраторов применяют: вибробулавы (рис. 7.1.,б), в нижнем корпусе которых помещен электродвигатель с эксцентриковыми грузами, возбуждающими колебания булавы; высокочастотный (до 7000 кол/мин) вибратор с гибким валом (рис. 7.1., в), заканчивающийся тонкой цилиндрической рабочей частью, внутри которой расположен эксцентрик. Часто применяют одновременно несколько вибраторов, которые собирают в пакеты. Тонкостенные бетонные конструкции, насыщенные арматурой (колонны, несущие стены), уплотняют наружными вибраторами, прикрепляемыми к поверхности опалубки (рис. 7.1.,г). в заводских условиях при изготовлении бетонных камней, крупных блоков, панелей и других изделий пользуются виброплощадками (рис. 7.1.,д), на которые устанавливают формы с бетонной смесью.

**Твердение бетона и уход за ним.** Сумма мероприятий, обеспечивающих благоприятные условия твердения уплотненной бетонной смеси, а также способы, предохраняющие бетон от повреждения его структуры в раннем возрасте, составляют уход за бетоном. Организация ухода за бетоном должна быть проведена сразу после укладки и уплотнения бетонной смеси. Для этого прежде всего нужно защитить поверхность от высыхания. С этой целью поверхность бетона покрывают песком, опилками, периодически увлажняя их. Эффективна защита поверхности бетона от испарения влаги полимерными пленками, битумными и полимерными эмульсиями.

В зимнее время твердеющий бетон предохраняют от замерзания различными методами: методом термоса, когда подогретую бетонную смесь защищают теплоизоляционными материалами, и подогревом бетона во время твердения (в том числе и электроподогрев).

На заводах сборного железобетона для ускорения твердения бетона применяют тепловлажностную обработку – подогрев при постоянном поддержании влажности бетона насыщенным паром при температуре 85-90 °С, при этом время твердения железобетонных изделий до набора ими отпускной прочности (70-80%) – 12-16 ч. (при твердении в естественных условиях для этого требуется около трех недель).

Ускоряют набор прочности бетона применением быстротвердеющих (БТЦ) и особо быстротвердеющих (ОБТЦ) цементов. Быстрее других достигает проектной прочности (за три дня) бетон на глиноземистом цементе, однако последний нельзя применять при температуре окружающей среды во время твердения выше 30-35 °С.

**Специальные виды тяжелых бетонов.** К специальным бетонам относят гидротехнические, дорожные, кислотоупорные, жаростойкие и бетоны для защиты от радиоактивных воздействий. Все перечисленные виды бетонов отличаются от обычных подбором состава вяжущих и заполнителей, а также введением добавок.

Гидротехнический бетон отличается повышенной плотностью, водонепроницаемостью, морозостойкостью, стойкостью против коррозии. Приготавливают его на сульфатостойком и пуццолановом портландцементе с применением высококачественных заполнителей и введением тонкомолотых гидравлических и инертных добавок, также пластифицирующих и гидрофобных добавок.

Дорожный бетон должен обладать теми же свойствами, что и гидротехнический, плюс повышенной износостойкостью. Для его приготовления используют пластифицированный или гидрофобный портландцемент, а в качестве крупного заполнителя – гранитный щебень.

Кислотоупорный бетон специального назначения служит для облицовки аппаратуры на предприятиях химической промышленности. Приготавливают его на кислотоупорном цементе и кислотостойких заполнителях (кварцит или андезит) и затворяют жидким стеклом.

Жаростойкий бетон отличается способностью сохранять первоначальную прочность при высоких температурах. Для его приготовления используют глиноземистый цемент, портландцемент, шлакопортландцемент и жидкое стекло с добавкой кремнефтористого натрия. Заполнителями служат металлургические шлаки, бой керамических и огнеупорных материалов, базальт, диабаз.

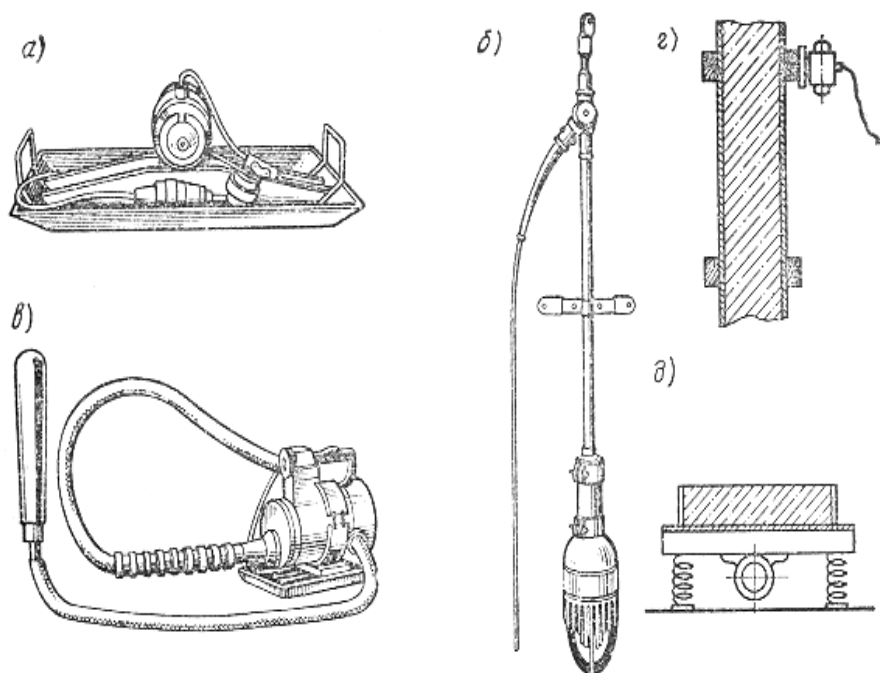


рис. 7.1. Вибраторы  
а) поверхностный; б) вибро-  
булава; в) внутренний с виброна-  
конечником; г) ста-  
ционарная виброплощадка.

### 7.3 Легкие бетоны

Бетоны со средней плотно-  
стью 500-1800 кг/м<sup>3</sup> относятся к  
группе легких бетонов, отличаю-  
щихся высокой пористостью и ма-  
лой теплопроводностью.

По способу создания искус-  
ственной пористости легкие бето-  
ны делят на: легкие бетоны на лег-  
ких пористых заполнителях; круп-  
нопористые (беспесчаные) бетоны,  
изготавливаемые с применением од-

нофракционного плотного или пористого крупного заполнителя без песка; ячеистые бетоны, структура ко-  
торых придавлена искусственно созданными ячейками, заменяющими зерна заполнителей.

По назначению легкие бетоны делят на теплоизоляционные, основное назначение которых – обеспе-  
чить необходимое термическое сопротивление ограждающей конструкции (средняя плотность их – менее  
500 кг/м<sup>3</sup>); конструктивные, предназначенные воспринимать значительные нагрузки в зданиях и сооруже-  
ниях, средняя плотность их – 1400-1800 кг/м<sup>3</sup>; конструктивно-теплоизоляционные со средней плотностью  
500-1400 кг/м<sup>3</sup>.

**Легкие бетоны на пористых заполнителях.** Природные пористые заполнители (пемзу, туф) ис-  
пользуют только в местах их добычи. Из искусственных – керамзит, шлаковая пемза, аглопорит, чаще при-  
меняют керамзит (для получения керамзитобетона). Как правило, применяют крупные пористые заполни-  
тели, мелкие (пористые керамзитовые и перлитовые пески) используют реже.

Свойства легких бетонов на пористых заполнителях определяются во многом свойствами заполните-  
лей. У пористых заполнителей низкая средняя плотность (менее 1000 кг/м<sup>3</sup>), а их прочность обычно меньше  
прочности бетона. Кроме того, они способны поглощать довольно много воды. Все это приводит к тому,  
что прочность легких бетонов не подчиняется закону водоцементного отношения, а зависит главным обра-  
зом от марки цемента и его качества.

Поглощение воды пористыми заполнителями играет положительную роль при твердении бетона, так  
как вода, содержащаяся в заполнителе, обеспечивает необходимую влажность бетона во время твердения.

При плотности ниже, чем плотность кирпича, бетоны на пористых заполнителях достаточно прочные  
и морозостойкие, поэтому при одинаковой теплопроводности толщина стен жилых зданий из легкого бето-  
на 250-280 мм (масса 1 м<sup>2</sup> стены 1000-1200 кг), вместо 380-520 мм из кирпича.

**Конструкционные легкие бетоны** применяют для несущих конструкций зданий (например, плит пе-  
рекрытия) с целью изменения массы конструкций – собственный вес бетона.

Ячеистые бетоны на 80-85 % по объему состоят из замкнутых пор (ячеек) размером 0,5 – 2 мм, иг-  
рающих роль заполнителя. Для получения пенобетона тесто из вяжущего и воды смешивают с заранее по-  
лученной при интенсивном перемешивании воды с пенообразующей добавкой. Газобетон получают, до-  
бавляя к смеси вяжущего с водой газообразователь (обычно алюминиевую пудру). В щелочной среде вя-  
жущего при взаимодействии алюминия с водой выделяется водород, вспучивающий массу.

В качестве вяжущего для ячеистых бетонов применяют цемент и известь с тонкомолотыми добавка-  
ми (песок, зола ТЭС, шлаки и т.п.), а также гипс. Ячеистые бетоны на основе извести называют пено- и  
газосиликатными. Для твердения ячеистых бетонов на цементе и извести используют тепловлажностную  
обработку в автоклаве.

Ячеистые бетоны из-за высокой пористости характеризуются повышенным водопоглощением и соот-  
ветственно низкой морозостойкостью. Однако из них изготавливают стеновые блоки и панели, поверхность  
которых защищают от действия воды (окраска, декоративно-защитное покрытие). Эффективно применять  
ячеистые бетоны в слоистых конструкциях в качестве внутреннего теплоизоляционного слоя.

Легкие бетоны ввиду универсальности свойств применимы в различных строительных элементах  
зданий и сооружений. Так, из легких бетонов на пористых заполнителях, обладающих низкой теплопро-

водностью, изготавливают панели для стен и перекрытий отапливаемых зданий; из напряженного армированного бетона выполняют пролетные строения мостов, ферм, плит для проезжей части мостов; из легких бетонов строят плавучие средства (пантоны).

#### **7.4 Строительные растворы**

*Строительным раствором* называют материал, получаемый в результате затвердевания рационально подобранной смеси вяжущего вещества (цемента, извести), мелкого заполнителя (песка) и воды, а в необходимых случаях и специальных добавок. До затвердевания этот материал называют растворной смесью.

По назначению строительные растворы бывают: кладочные – для кладки из кирпича, штучных камней и блоков; отделочные (штукатурные) – для оштукатуривания наружных и внутренних поверхностей конструкций; специальные – для омоноличивания сборных железобетонных конструкций, для устройства гидроизоляции и других специальных целей. Растворы называют по свойствам входящего в них вяжущего (гидравлические, воздушные) и его виду (цементные, известковые, цементно-глиняные, известково-гипсовые).

По средней плотности различают обыкновенные тяжелые (плотность более 1500 кг/м<sup>3</sup>), изготавливаемые на пористых заполнителях (керамзитовый песок, вспученный перлит и др.). Легкие растворы, кроме того, получают с помощью специальных пенообразующих добавок – поризованные растворы.

Растворная смесь должна обладать следующими свойствами: хорошей удобоукладываемостью и высокой водоудерживающей способностью, легко распределяться по пористому основанию и не давать ему отсасывать в себя воду, необходимую для твердения раствора. Затвердевший раствор должен иметь требуемые прочность и морозостойкость. Прочность строительных растворов характеризуется маркой, определяемой по пределу прочности при сжатии образцов – кубов размером 70,7 x 70,7 x 70,7 мм.

По прочности на сжатие строительные растворы делятся на марки: 4; 10; 25; 50; 75; 100; 150; 200 и 300. Растворы марок 4; 10; 25 изготавливают обычно на извести и местных вяжущих; растворы более высоких марок – на цементно-известковом вяжущем.

**Прочность строительных растворов**, так же как и бетонов, зависит от марки вяжущего и его количества. Однако водовяжущее отношение в данном случае не имеет существенного значения, так как пористое основание, на которое наносят раствор, отсасывает из него воду и количество воды в разных растворах становится приблизительно одинаковым.

**Морозостойкость растворов**, так же как и бетонов, определяется числом циклов «замораживания - оттаивания» до потери 15% первоначальной прочности (или 5% массы). По морозостойкости растворы подразделяют на марки: Мрз 10 ÷ Мрз 300.

С целью экономии цемента при изготовлении растворов применяют пластификаторы или в качестве вяжущих используют смесь цемента и извести (цементно-известковые растворы).

В настоящее время для пластификации растворных смесей начинают применять суперпластификаторы – высокомолекулярные поверхностно-активные вещества, вводимые в растворную смесь в количестве до 1% массы цемента.

Растворы, как правило, готовят на централизованных бетонорастворных заводах или растворных узлах, что обеспечивает получение продукции высокого качества.

### 8.1. Виды искусственных каменных материалов

В зависимости от вида вяжущего различают изделия на основе цемента, извести, гипса. Вид вяжущего и принятый способ производства определяют условия твердения безобжиговых материалов. Твердение может происходить как в естественных условиях, так и в условиях термовлажностной обработки (пропаривания или обработки в автоклавах).

В качестве заполнителей для изготовления искусственных каменных материалов применяют кварцевый песок, пемзу, шлак, золу, древесные опилки. Для повышения прочности при изгибе изделия армируют волокнистыми материалами — асбестом и древесиной.

По виду минерального вяжущего искусственные каменные изделия можно разделить на четыре группы: гипсовые и гипсобетонные; изделия на основе магнезиальных вяжущих; силикатные; асбестоцементные, изготавливаемые на основе портландцемента с добавкой асбеста.

К основным каменным безобжиговым материалам и изделиям относятся гипсобетонные и гипсовые изделия, силикатный кирпич и силикатобетонные изделия, асбестоцементные изделия. В отличие от керамических производство таких материалов осуществляют при сравнительно низких температурах. Так, температура изготовления силикатного кирпича 170–180 °С, а время термообработки 10–14 ч., в то время как керамический кирпич обжигают при 900–1100 °С в течение 24–30 ч. Таким образом, затраты топлива на производство силикатного кирпича гораздо меньшие, чем при производстве керамического. Другие виды безобжиговых каменных материалов требуют еще меньших затрат топлива. Однако, как правило, керамические материалы более долговечны и стойки к действию воды, агрессивных растворов и высоких температур.

### 8.2 Гипсовые и гипсобетонные изделия

Изделия на основе гипса можно получать как из гипсового теста, т. е. из смеси гипса и воды, так и из смеси гипса, воды и заполнителей. В первом случае изделия называют *гипсовыми*, во втором — *гипсобетонными*. Вяжущими для изготовления гипсовых и гипсобетонных изделий, в зависимости от их назначения, служат строительный и высокопрочный гипс, водостойкие гипсоцементно-пуццолановые смеси, а также ангидритовые цементы. В качестве заполнителей в гипсобетоне используют естественные материалы — песок, пемзу, туф, топливные и металлургические шлаки; легкие пористые заполнители промышленного изготовления — шлаковую пемзу, керамзитовый гравий, аглопорит, а также органические заполнители — древесные опилки, стружку, макулатуру, стебли и волокно камыша и др.

Гипс — воздушное вяжущее, поэтому гипсовые и гипсобетонные изделия (панели и плиты перегородочные, плиты для основания пола, листы обшивочные, вентиляционные короба, камни для кладки стен, архитектурные детали) применяют в основном для внутренних частей зданий, не несущих больших нагрузок. Изделия из гипса могут быть сплошными и пустотелыми, армированными и неармированными.

Гипсовые изделия имеют невысокую среднюю плотность (1100–1400 кг/м<sup>3</sup>), негоряемы, хорошо изолируют от шума, поддаются механической обработке и легко пробиваются гвоздями. Изготавливать гипсовые изделия несложно, так как гипс твердеет быстро.

Наряду с перечисленными положительными свойствами у гипсовых изделий есть и существенные недостатки: низкая водостойкость, гигроскопичность, хрупкость и малая прочность при изгибе. Изделия из гипса нельзя применять в помещениях с влажностью воздуха более 60 %. Для повышения водостойкости гипсовые изделия покрывают водонепроницаемыми красками. Достаточно водостойкие изделия получают при использовании гипсоцементно-пуццоланового вяжущего. Чтобы увеличить прочность при изгибе, гипсовые изделия армируют, применяя для этой цели деревянные рейки, стебли камыша, органические волокна. Гипсобетонные и гипсовые изделия формуют различными способами: литьем, вибрированием, прессованием, прокатом, в процессе которых изделия быстро приобретают значительную прочность.

Гипсобетонные панели для перегородок применяют во всех типах жилых, общественных и промышленных зданий. Панели размером на комнату (высотой до 4 м, длиной до 6,6 м) могут быть как сплошные, так и с проемами для дверей и фрамуг. Толщина панелей 60, 80 и 100 мм. Прочность при сжатии гипсобетона панели не менее 5 МПа. К ним предъявляются в основном требования по прочности и звукоизоляции. Этим требованиям отвечает гипсобетон состава 1:1:1 (гипс, песок, опилки) плотностью 1100–1400 кг/м<sup>3</sup>. Гипсобетонные панели для стен санитарно-технических кабин изготавливают на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем; их прочность должна быть не менее 7 МПа. Получают гипсобетонные панели методом непрерывного проката или вертикального формования в кассетах, их армируют каркасом из деревянных реек, а по контуру выполняют обвязку из деревянных брусков. Хранят и транспортируют панели в вертикальном положении. В панели с проемами при транспортировании и монтаже устанавливают укрепляющие раскосы.

*Гипсовые плиты* для перегородок выпускают сплошными и пустотелыми размером 800X400 мм и толщиной 80—100 мм. Армированные (камышом, деревянными рейками) плиты могут быть длиной до 1500 мм. Получают плиты в разборных формах; на крупных предприятиях их изготавливают на высокопроизводительных карусельных машинах.

*Гипсовые вентиляционные* блоки изготавливают на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем. По высоте блоки делают на этаж, толщина блока 180—200 мм при диаметре вентиляционных каналов 140 мм, ширина зависит от числа вентиляционных каналов. Прочность гипсобетона вентиляционных блоков не менее 7 МПа.

*Гипсокартонные листы* — листовой отделочный материал, представляющий собой тонкий слой (6—20 мм) затвердевшего гипсового вяжущего, облицованного со всех сторон (кроме торцовых) картоном. В гипсовое тесто в процессе производства вводят пенообразующие добавки для снижения плотности и органические волокна с целью армирования гипсового камня и другие добавки. Изготавливают гипсокартонные листы методом непрерывного проката, причем твердеющий гипс прочно приклеивает к себе листы картона. Назначение картона — повысить прочность материала на изгиб и придать ему гладкую поверхность.

Гипсокартонные листы выпускают длиной 2,5-4,8 м, шириной 0,6-1,2 м, толщиной 8-25 мм; плотность их не более  $950 \text{ кг/м}^3$ .

Гипсокартонные листы относятся к трудносгораемым материалам. Их применяют для отделки стен и потолков и устройства перегородок в помещениях с нормальным влажностным режимом. Существенное достоинство листов — большие размеры, что ускоряет процесс отделки и устройства перегородок. Крепят листы клеящими мастиками.

### 8.3 Изделия на основе извести

Изделия, состоящие из смеси извести, песка и воды, отформованные и прошедшие тепловлажностную автоклавную обработку, называются *силикатными*. Долгое время единственным видом силикатных строительных материалов являлся силикатный кирпич, для изготовления которого применяют кварцевый песок и воздушную известь. Если же часть кварцевого песка тонко размолоть, то прочность изделий после автоклавного твердения значительно возрастет, и в этом случае получают уже силикатный бетон, в котором вяжущим является тонкомолотая известково-кремнеземистая смесь.

Кроме извести и песка, для производства автоклавных изделий используют и другие местные строительные материалы — шлаки, золы, нефелиновый шлак и др.

К силикатным изделиям относят: силикатный кирпич, изделия из тяжелых силикатных бетонов (плиты перекрытий, внутренние стеновые панели, колонны, балки), изделия из легкого силикатного бетона на пористых заполнителях и ячеистых силикатных бетонов.

Силикатный кирпич имеет те же форму и размеры, что и керамический. В зависимости от предела прочности при сжатии силикатный кирпич подразделяют на семь марок: 300, 250, 200, 150, 125, 100 и 75. Средняя плотность силикатного кирпича 1800—1900  $\text{кг/м}^3$ . Морозостойкость лицевого кирпича Мрз 50, 35, 25, для рядового не менее Мрз 15.

Силикатный кирпич применяют для кладки наружных и внутренних стен надземных частей зданий и сооружений. Использовать его в конструкциях, подвергающихся длительному воздействию воды (фундаменты, канализационные колодцы и т. п.) и высоких температур (печи, дымовые трубы и т. п.), запрещается.

### 8.4 Асбестоцементные изделия

**Асбестоцементом** называют искусственный каменный материал, получаемый в результате затвердевания смеси, состоящей из цемента, воды и асбеста. В зависимости от вида изделий, а также от качества используемого асбеста содержание его в сырьевой смеси меняют в пределах от 10 до 20%, а портландцемента — от 80 до 90 %. Распушенные асбестовые волокна, сцепляясь с цементным камнем, армируют его и придают асбестоцементным изделиям высокую прочность. Асбестоцемент при сравнительно небольшой плотности (1600—2000  $\text{кг/м}^3$ ) обладает высокими прочностными показателями (предел прочности при изгибе до 30 МПа, а при сжатии до 90 МПа). Асбестоцементные материалы не пропускают электрический ток, не горят, морозостойки, имеют малую водо- и воздухопроницаемость, однако обладают повышенной хрупкостью и при неравномерном насыщении водой могут коробиться.

Асбестоцементные изделия можно разделить на *листовые* (листы волнистые и плоские) и *трубы*. На основе листовых материалов получают асбестоцементные конструкции. Основной вид листовых асбестоцементных изделий — *волнистые кровельные листы*. Промышленность выпускает шесть марок волнистых листов, в том числе волнистые листы обыкновенного профиля (листы ВО). Размер листов 1,2X0,68 м при толщине 5,5 мм. В последнее время расширяется производство крупноразмерных листов усиленного про-

филя (УВ-6; УВ-7,5; ВУ-К) размером до 2,5X1,13 м при толщине 6; 7,5 и 8 мм. Применяют волнистые листы для покрытий кровель жилых и промышленных зданий.

Плоские облицовочные листы выпускают естественного серого цвета, окрашенные и покрытые полимерными отделочными материалами. Длина листов до 2,8 м, ширина до 1,6 м, толщина 4—10 мм. Применяют плоские листы для внутренней отделки вспомогательных помещений жилых и промышленных зданий (санитарно-технических узлов, коридоров), в качестве ограждения балконов и лестниц и для обшивки асбестоцементных панелей.

На основе асбестоцементных плоских листов изготавливают стеновые панели, плиты покрытия, в которых наряду с асбестоцементными листами используют деревянный каркас, различного рода утеплители и пароизоляционные материалы. Для подземных коммуникаций (водоснабжения, канализации, энергоснабжения, связи, газоснабжения и т. п.) и для устройства дренажа широко используют асбестоцементные трубы и муфты для их соединения. Трубы бывают напорные и безнапорные разного диаметра. Напорные трубы изготавливают под расчетное гидравлическое давление 0,3—1,5 МПа. За последнее время в промышленном и гражданском строительстве для устройства систем вентиляции значительное применение получили асбестоцементные короба круглого, прямоугольного и квадратного сечения. Из асбестоцемента изготавливаются также различные электротехнические изделия, в частности асбестоцементные электроизоляционные доски (АЦЭИД), которые используют в электрических аппаратах.

### 9.1 Теплоизоляционные материалы

Теплоизоляционными называют материалы, предназначенные для тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий различного назначения, а также для промышленного и энергетического оборудования и трубопроводов с целью уменьшения тепловых потерь. Эти материалы имеют высокую пористость, небольшую среднюю плотность и низкий коэффициент теплопроводности. По химическому составу теплоизоляционные материалы подразделяют на минеральные и органические, по внешнему виду — на сыпучие, рулонные и штучные.

В строительстве для характеристики теплоизоляционных свойств материала обычно используют не показатель теплопроводности, определение которого довольно сложно и трудоемко, а плотность материала. По плотности теплоизоляционные материалы подразделяются на марки: особо низкой плотности — 15, 25, 35, 50, 75; низкой плотности 100, 125, 150, 175; средней плотности — 200, 225, 250, 300, 350 и плотные — 400, 450, 500, 600 кг/м<sup>3</sup>. Прочность теплоизоляционных материалов невысокая, обычно 0,2 — 2,5 МПа, лишь у отдельных материалов она достигает 10 МПа.

В зависимости от вида исходного сырья теплоизоляционные материалы классифицируют на неорганические (минеральная вата, ячеистые бетоны, пеностекло, асбестовые материалы), органические (древесно-волоконистые и древесно-стружечные плиты, камышит, торфяные плиты и газонаполненные пластмассы) и смешанные (фибrolит, перлитопластобетон и др.).

Из неорганических теплоизоляционных материалов наибольшее распространение получили: минеральная вата, стеклянная вата, ячеистое стекло, материалы на основе асбеста, вермикулит, перлит, керамзит и др.

*Минеральная вата* состоит из отдельных волокон, которые получают раздувом струй расплавов горных пород или металлургических шлаков. В зависимости от средней плотности минеральную вату подразделяют на марки: 75, 100, 125, 150. Теплостойкость минеральной ваты достигает 700 °С. Минеральная вата трудоемка в применении и склонна к слеживанию, поэтому в настоящее время из нее главным образом выпускают готовые изделия. Минераловатные изделия получают путем склеивания волокон различными связующими (синтетическими смолами, битумом, крахмалом) или реже прошивкой минеральной ваты, покрытой с двух сторон бумагой. Выпускают гибкие, жесткие и полужесткие минераловатные изделия. К гибким изделиям относят минеральный войлок, прошивные маты и теплоизоляционный шнур.

Жесткие и полужесткие теплоизоляционные минераловатные плиты получают на синтетическом связующем. Они предназначены для тепловой изоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов.

Минеральную вату и изделия из нее применяют для утепления наружных конструкций зданий, устройства звукоизолирующих слоев в перекрытиях и внутренних стенах зданий, изоляции холодильных камер, тепловых сетей (трубопроводы горячей воды, пара и т.п.), оборудования теплоэлектростанций, котельных и т. п.

При транспортировании и укладке минеральной ваты и изделий из нее необходимо принимать меры предосторожности. Не допускать попадания минерального волокна на кожу и в дыхательные пути, так как волокно минеральной ваты отличается жесткостью и легко ломается, образуя короткие, острые частицы, вызывающие зуд и воспаление кожи и дыхательных путей.

*Стеклянная вата* получается из сплава сырья, используемого для изготовления стекла (кварцевого песка, мела, соды и др.). По сравнению с волокном из минеральной ваты стеклянное волокно толще, длиннее, более гибкое. Благодаря этому стеклянную вату и изделия из нее применяют не только для теплоизоляции, но и для изоляции от ударных и вибрационных шумов. Теплостойкость стеклянной ваты ниже минеральной и не превышает 450 °С.

*Пеностекло* (ячеистое стекло) — легкий и прочный материал ячеистого строения с пористостью 80-90 %. Пеностекло получают из стеклянного боя с добавлением газообразователей (мела, угля). Пores в пеностекле замкнутые, поэтому оно практически не поглощает влагу и, следовательно, морозостойко. Пеностекло хорошо пилится, сверлится. Промышленность выпускает пеностекло в виде плит толщиной около 100 мм и размером 500X1000 мм. Применяют пеностекло для тепловой изоляции промышленных холодильников, трубопроводов, укладываемых в грунт, и металлических конструкций зданий.

В строительстве используются также вспученные теплоизоляционные материалы — перлит и вермикулит. *Вспученный перлит* используют в качестве теплоизоляционной засыпки и как материал для получения перлитобетонных изделий (плит, полуцилиндров). Особенно эффективны перлитовые бетоны с плотностью менее 500 кг/м<sup>3</sup> на полимерных связующих. *Вспученный вермикулит* — сыпучий материал, получаемый путем кратковременного обжига и измельчения природного вермикулита. Вспученные перлит и

вермикулит применяют для теплоизоляции ограждающих конструкций, трубопроводов (скорлупами), котлов, технологического оборудования и т.д.

К неорганическим относятся и материалы на основе асбеста. Из чистого асбеста изготавливают асбестовую бумагу, картон, ткань и шнуры. Но чаще асбест применяют в смеси с вяжущими материалами и другими добавками в виде обмазок. После нанесения на изолируемую поверхность такая обмазка, высыхая, твердеет и приобретает пористую структуру.

Примером такого материала может служить *совелит* — смесь асбеста с порошкообразными углекислыми солями магния и кальция. Выпускают его в виде порошка, затворяемого водой, или в виде готовых изделий (плит, скорлупы и т.п.). Совелит можно использовать до температуры 500 °С.

Органические теплоизоляционные материалы (древесно-волокнистые и древесно-стружечные плиты, фибролит, камышит, торфяные плиты и др.) в отличие от минеральных обладают существенными недостатками. Они горючи, как правило, легко поглощают воду и обладают невысокой биостойкостью, что предопределяет их недолговечность. Однако благодаря большой сырьевой базе (в основном их получают из неделовой древесины, камыша, торфа и других местных материалов) и сложности изготовления их широко применяют в строительстве малоэтажных зданий (сельское и поселковое строительство).

Сравнительно недавно появилась новая группа материалов — *газонаполненные пластмассы*. Они не поглощают воду, биостойки и долговечны, однако, как и все органические материалы, имеют низкий предел рабочих температур (100 — 150 °С) и горючи.

## 9.2 Акустические материалы и изделия

*Акустическими* называют материалы, способные поглощать звуковую энергию, а также снижать уровень силы и громкости проходящих через них звуков. По назначению акустические материалы разделяются на звукоизоляционные и звукопоглощающие.

*Звукоизоляционные материалы*, снижающие проникание звука через строительные конструкции, представляют собой упругие пористые прокладки в конструкциях перекрытий и стен. Для этого используют минераловатные и стекловатные плиты и маты и древесно-волокнистые плиты. Хорошим звукоизоляционным материалом является линолеум на войлочной или поризованной подоснове. Эффективная звукоизоляция достигается также при применении многослойных конструкций с воздушными прослойками.

*Звукопоглощающие материалы* практически не отражают падающий на них звук, а поглощают звуковую энергию благодаря развитой пористой поверхности. К звукопоглощающим материалам относятся ячеистые бетоны, минераловатные плиты, цементный фибролит, гипсовые перфорированные листы и др. Наиболее эффективными звукопоглощающими свойствами обладают специальные акустические материалы, например «Акмигран», представляющий собой плитки из минеральной ваты на крахмальном связующем. Их поверхность делают трещиноватой.

Для звукопоглощающих облицовок используют пористые древесно-волокнистые плиты с перфорацией на 1/3 толщины с круглыми отверстиями.

Звукопоглощающие изделия из пористых материалов с перфорированным покрытием выпускаются в виде плит. С внешней стороны пористый материал закрывают перфорированным экраном из слоистого пластика, дюралюминия, оцинкованной листовой стали, асбестоцементных листов, гипсовых акустических плит и др. Указанные конструкции применяют для акустической отделки потолков и стен в общественных зданиях.

Наибольший эффект звукопоглощения достигается при расположении звукопоглотителя в непосредственной близости от источника звука. В этом случае часть звуковой энергии гасится до того, как она проникает в помещение. Штучные звукопоглотители в виде отдельных щитов, кубов, призм, конусов, шаров подвешиваются к потолкам шумных помещений или устанавливают на полу вблизи источника звука. Стенки штучных звукопоглотителей имеют перфорацию, а полости между ними заполнены или облицованы изнутри пористыми материалами.

Звукопоглощающие материалы применяют для внутренней облицовки стен и потолков помещений с повышенными акустическими требованиями, а также для создания нормальных условий для работающих.

## Глава 10. Органические вяжущие материалы и изделия на их основе

### 10.1 Битумные и дегтевые вяжущие

Строительные конструкции от воздействия воды защищают гидроизоляционными материалами, обладающими водонепроницаемостью и водостойкостью. Гидроизоляция должна быть эластичной и гибкой,

чтобы не давать трещин во время эксплуатации, быть легкой и не занимать большого объема. Всем этим требованиям в достаточной степени удовлетворяют материалы на основе битума и дегтя. В последнее время в качестве гидроизоляции начали применять материалы на основе полимеров.

*Битумы* — органические вяжущие черного цвета, состоящие из высокомолекулярных углеводородов и их кислородных и сернистых производных. Битумы встречаются в природе в виде асфальтных пород и битумных озер, но в основном используют нефтяные битумы, получаемые при переработке нефти.

В зависимости от физического состояния (консистенции) при температуре 18 °С битумы делятся на *твердые* (хрупкие), *полутвердые* (пластичные) и *жидкие* (вязкие вещества, содержащие летучие углеводороды). По назначению различают строительные, кровельные и дорожные битумы.

Для битумов характерны следующие свойства. При нагревании (до 80-160°С) или добавлении растворителей (керосин, уайт-спирит и др.) битумы переходят в жидкое состояние и в таком виде хорошо смачивают и пропитывают другие материалы. При охлаждении (до 20-25 °С) и испарении растворителя битумы затвердевают, прочно склеиваясь с другими материалами. Материалы, покрытые или пропитанные битумом, приобретают гидрофобные (водоотталкивающие) свойства, так как сам битум водонепроницаем и водостоек.

Недостатки битума — горючесть, а при понижении температуры до -10 — -20 °С битумы становятся хрупкими, а при температурах выше 50 — 60 °С начинают течь. Чтобы увеличить интервал рабочих температур, к битуму добавляют резину, синтетический каучук и полимеры, а для повышения теплостойкости — минеральные порошки (наполнители).

Строительные битумы выпускают трех марок: БН50/50, БН70/30 и БН90/10 (буквы БН обозначают — битум нефтяной, первая цифра — температура размягчения битума, которая находится в пределах 50—100 °С, вторая — вязкость в условных единицах). Строительные битумы при комнатной температуре являются твердыми веществами, но они постепенно размягчаются при нагревании.

*Дегти* — органические вяжущие вещества черного или темно-бурого цвета полутвердой и жидкой консистенции, получаемые при сухой перегонке твердых топлив (угля, торфа, древесины). Дегти в отличие от битумов обладают сильным характерным запахом, обусловленным присутствием в них фенола и его производных. Эти вещества являются антисептиками, поэтому деготь и материалы на его основе применяют не только для гидроизоляции, но и для защиты от гниения деревянных конструкций.

Кроме дегтя, в строительстве применяют каменноугольный пек — остаточный продукт перегонки каменноугольных смол, представляющий собой черную хрупкую массу. Используют пек как добавку к жидким дегтям для получения дорожных и строительных дегтей, лаков и пропиточных составов. Пековая пыль раздражает слизистую оболочку и кожу, поэтому при работе с пеком принимают меры к снижению пылеобразования, а также обеспечивают работающих средствами защиты глаз, органов дыхания и кожи.

Недостаток дегтя и дегтевых материалов — меньшая долговечность чем битумов. Так, срок службы кровельного покрытия из толя-картона, пропитанного и покрытого слоем дегтя, не более 3—5 лет, а рубероида — аналогичного ему материала на битуме — 6—10 лет.

## **10.2 Масличные гидроизоляционные и кровельные материалы**

Для создания слоя гидроизоляции на изолируемой поверхности или для приклейки рулонных материалов к основанию применяют битумные и дегтевые мастики, эмульсии, пасты, растворы и бетоны.

*Мастики* представляют собой пластичные вещества, получаемые смешением органических вяжущих веществ (битумов, дегтей, синтетических каучуков и полимеров) с наполнителями и пластификаторами. Наполнители снижают текучесть мастик при высоких температурах и придают им тиксотропные свойства. Пластификаторы повышают их эластичность при низких температурах. По исходному сырью мастики бывают битумные, резинобитумные, дегтевые, гидрокамовые, битумно-полимерные и др. Так называемые горячие мастики перед употреблением разогревают до плавления, а холодные имеют рабочую консистенцию при комнатной температуре.

*Битумные кровельные горячие мастики* производят пяти марок: от МБК-Г-55 до МБК-Г-90 (цифрами в обозначении марки указана теплостойкость мастики в градусах). Марку мастики подбирают в соответствии с температурными условиями, в которых будет находиться кровля или гидроизоляция. Если температура размягчения мастики ниже той, которая может быть в данной конструкции, мастика может вытекать, а гидроизоляция сползать. Слишком тугоплавкая мастика в зимнее время становится хрупкой.

Горячие битумные мастики поставляют на стройку или в готовом разогретом виде (температура 160—180 °С) в специальных битумовозах, или в твердом состоянии в бумажных мешках. Твердую мастику перед употреблением разогревают.

Необходимо помнить, что горячие мастики из-за высокой температуры и липкости при попадании на открытые участки тела вызывают сильные ожоги.

Кроме чисто битумных горячих мастик выпускают мастики на основе резинобитумного вяжущего (мастики изол) и битумные мастики, в которых наполнителем служит резиновая крошка, получаемая дроблением использованных автопокрышек. Эти мастики более эластичны и морозостойки, чем битумные.

*Холодные битумные мастики* представляют собой растворы битума в органических растворителях (соляровое масло, керосин) с добавками (портландцемент, асбест, латексы), которые придают мастике тиксотропные свойства, т. е. мастика под влиянием механических воздействий при нанесении ее на основание разжижается, а далее, находясь в покое, становится снова вязкой. Благодаря этому мастику можно наносить тонким слоем, после нанесения она не стекает с поверхности. Твердеет холодная мастика в результате испарения растворителя и впитывания его в поверхность подложки.

Холодную мастику поставляют на стройку в готовом виде и применяют при температуре не ниже 5° С. При более низких температурах мастику подогревают до 60—70 °С в водяной бане. Хранят ее в плотно закрытой таре. Так как мастика приготовлена на летучих растворителях, при работе с нею соблюдают правила противопожарной безопасности. Нельзя забывать также, что пары растворителя в большой концентрации токсичны. Все большее применение находят горячие и холодные полимербитумные и полимерные мастики. Добавка полимера в мастики повышает их теплостойкость и эластичность.

*Битумные эмульсии* готовят путем тонкого диспергирования (измельчения) расплавленного битума в воде. Чтобы капельки битума не слипались друг с другом и эмульсия была устойчива, вводят эмульгаторы — водорастворимые высокомолекулярные органические соединения (мыла, сульфитно-спиртовую барду и т.п.). Эти вещества, концентрируясь у поверхности капелек битума, предохраняют их от слипания. Приблизительный состав эмульсий (%): битум — 40—60, вода — 60—40, эмульгатор — 0,2—2. При нанесении битумной эмульсии на поверхность и испарении воды защитные оболочки эмульгатора разрушаются и капли битума сливаются в сплошную массу.

Применяют битумные эмульсии для устройства гидроизоляционных и пароизоляционных покрытий, грунтовки оснований под гидроизоляцию и гидрофобизацию бетона. Наносить эмульсии в отличие от мастик можно как на сухое, так и на влажное основание. Положительные качества битумных эмульсий — негорючесть и отсутствие токсичных веществ. Хранить эмульсии и работать с ними можно лишь при положительных температурах.

*Битумные пасты* — разновидность битумных эмульсий, в которых роль эмульгатора играют мельчайшие частицы какого-либо неорганического вещества, например глины, извести, трепела. Примерный состав битумных паст (%): битум — 40—50, вода — 35—45, неорганический эмульгатор — 10—15. Битумные пасты по сравнению с эмульсиями более вязкие. Применяют их для тех же целей, что и эмульсии. В строительстве получили широкое применение также асфальтовые бетоны и растворы. В асфальтовом бетоне в качестве вяжущего использована смесь битума с тонкодисперсным наполнителем. Остальные его компоненты те же, что и в обычном бетоне: песок и крупный заполнитель. Асфальтовые растворы получают без крупного заполнителя. Воды в составе таких растворов и бетонов нет. Готовят асфальтовые бетоны и растворы централизованно — на асфальтобетонных заводах.

Различают горячие, теплые и холодные асфальтобетоны. Горячие асфальтобетоны готовят из тугоплавкого битума и укладывают при температуре не ниже 130 °С, теплые — на битумах пониженной вязкости; их температура при укладке 40—100 °С. Отвердевают такие асфальтобетоны в результате охлаждения битума. Холодные асфальтобетоны готовят с применением органических растворителей или на битумных эмульсиях.

Асфальтобетон водонепроницаем, стоек к механическим воздействиям (истиранию, ударам) и воде, но не стоек к органическим растворителям и размягчается при нагревании.

Применяют асфальтобетон для устройства полов промышленных и общественных зданий, а также оснований под полы и гидроизоляционных прослоек. Основное назначение — покрытие автомобильных дорог.

Для герметизации стыков наружных стеновых панелей и блоков, осадочных и температурных швов в строительных конструкциях применяют *герметизирующие материалы* (герметики). Герметизирующие материалы должны быть влаго-, паро- и газонепроницаемыми, "тепло- и морозостойкими и не должны изменять своих свойств в течение всего времени эксплуатации зданий.

Таким требованиям могут удовлетворять как специальные мастики, так и эластичные прокладки, изготавливаемые на основе стойких полимеров, таких как полиизобутилен, полихлоропреновый и полисульфидный каучук и др. Рассмотрим герметики, изготовленные с применением битумов.

В номенклатуре герметизирующих материалов различают три группы: вулканизирующиеся пасты, пастоэластичные мастики и профильные эластичные прокладки. Герметики, изготавливаемые на основе битумов и широко применяемые в строительстве, выпускают в виде мастики «изол Г-М» и эластичных прокладок — пороизол. Мастику «изол Г-М» изготавливают на основе резинобитумного вяжущего с добавлением высокомолекулярного полиизобутилена, обеспечивающего эластичность даже при отрицательных температурах. Мастику применяют как в горячем виде (80—100 °С), так и в холодном состоянии с добавкой

разбавителя (бензина, лигроина, зеленого масла и др.), вводя ее в стыки методом шприцевания с помощью сжатого воздуха.

Пороизол выпускают в виде эластичных пористых полос прямоугольного сечения 30X30 и 40X40 мм — для герметизации горизонтальных стыков панелей, и в виде жгутов диаметром 10—60 мм — для герметизации вертикальных стыков. Пороизол сохраняет эластичность в широком температурном диапазоне от 80 до —50°C.

### 10.3 Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы

Битумные и дегтевые рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы представляют собой тонколистовой (не более 5 мм толщины) материал, поставляемый на стройку в рулонах. Преимущество рулонных материалов — простота устройства из них кровельных или гидроизоляционных покрытий любой сложной конфигурации. Тонкое легкое и эластичное покрытие из рулонных материалов обладает водонепроницаемостью, атмосферостойкостью и химической стойкостью.

В зависимости от назначения рулонные материалы делятся на: кровельные, которые должны обладать стойкостью к воздействию воды, солнечной радиации, замораживания и оттаивания; гидроизоляционные, которые помимо требований, предъявляемых к кровельным материалам, должны обладать повышенной водонепроницаемостью при гидростатическом напоре, гнилостойкостью и стойкостью к действию жидких коррозионных сред; светостойкость для них необязательна.

По строению рулонные материалы бывают на основе и безосновные. В качестве основы используют обычный и асбестовый картон, стеклянную ткань, фольгу. Основные кровельные материалы — пергамин и рубероид, реже применяют толь.

*Пергамин* получают пропиткой кровельного картона расплавленным битумом. Используют пергамин для устройства подкладочных слоев кровли, а также пароизоляции ограждающих конструкций зданий. Пергамин выпускают марок П-300 и П-350 (цифра показывает массу 1 м<sup>2</sup> кровельного картона в граммах) в рулонах площадью 20 и 40 м<sup>2</sup>; ширина пергамина в рулоне 1000; 1025 и 1050 мм.

*Рубероид* отличается от пергамина тем, что обе стороны пропитанного битумом картона покрыты слоем тугоплавкого битума с наполнителями. С целью защиты от действия солнечных лучей лицевую сторону рубероида покрывают бронирующей посыпкой (песком, слюдой, молотым известняком и т.п.). Основное назначение рубероида — устройство верхнего слоя кровельного ковра; его используют также для нижних слоев кровельного ковра и реже для гидроизоляции строительных конструкций.

В зависимости от назначения, массы 1 м<sup>2</sup> картона и вида посыпки лицевой поверхности рубероид подразделяют на: *кровельный* для верхнего слоя кровельного ковра с крупнозернистой (РКК-420, РКК-350), чешуйчатой (РКЧ-350) и пылевидной (РКП-350) посыпкой; *подкладочный* для нижних слоев кровельного ковра с пылевидной посыпкой (РПП-300) и эластичный с пылевидной посыпкой (РПЭ-300), рекомендуемый для районов Крайнего Севера.

Рубероид выпускается различных марок рулонами площадью 10—20 м<sup>2</sup> и массой 25—33 кг.

Для повышения долговечности и улучшения физико-механических свойств материала, а также для упрощения кровельных работ выпускают специальные виды рубероида: наплавляемый и стеклорубероид.

*Наплавляемый рубероид* отличается от обычного большей (в 2,5—3 раза) толщиной покровного слоя битума на обеих сторонах полотна. Битум на склеиваемых поверхностях размягчают пламенем специальных горелок или с помощью растворителя (уйт-спирита, керосина и т.п.). Модификацией наплавляемого рубероида является экарбит, в котором покровные слои выполнены из полимербитумного связующего (битум+бутилкаучук). Экарбит отличается повышенной эластичностью и теплостойкостью.

Стеклорубероид получают путем двустороннего нанесения на стекловолоконный холст битумного связующего. Он прочнее и долговечнее обычного. Выпускают стеклорубероид с чешуйчатой (марка С-РЧ) и крупнозернистой песчаной (С-РК) посыпкой, предназначенной для верхнего слоя кровельного ковра, и с мелкозернистой посыпкой (С-РМ) — для нижних слоев кровельного ковра и гидроизоляции.

Для кровельных покрытий выпускают толь кровельный с песочной посыпкой (ТКП-350 и ТКП-420), предназначенный как для верхнего, так и для нижнего слоев кровельного ковра. И толь кровельный с крупнозернистой посыпкой (ТКК-350 и ТКК-420), отличающийся тем, что на обеих сторонах пропитанного картона нанесен покровный слой тугоплавких дегтевых продуктов, поверх которого на лицевой стороне напрессован слой крупнозернистой минеральной посыпки, а на нижней — мелкозернистой или пылевой; он предназначен для верхнего слоя кровельного ковра.

*Толь* получают пропиткой кровельного картона дегтевыми продуктами таким образом, что на обеих сторонах картона образуется покровная пленка пропиточного состава. На поверхность толя наносят минеральную посыпку.

Толь быстро (за 3—5 лет) стареет под действием солнечных лучей, поэтому его используют для устройства кровель временных сооружений. В то же время в качестве материала для гидро- и пароизоляции благодаря антисептическим свойствам дегтя толь предпочтительнее пергамина. Выпускают две марки гид-

роизоляционного толя: ТГМ-300 и ТГМ-350 с мелкозернистой посыпкой по слою пропиточного состава, нанесенного на обе стороны кровельного картона.

Для устройства гидроизоляции, кроме кровельных битумных и дегтевых материалов, применяют специальные гидроизоляционные материалы — гидроизол, изол, фольгоизол и др.

*Гидроизол* — материал, аналогичный пергамину, но отличающийся от него тем, что в качестве основы в нем используется асбестовая бумага, благодаря чему повышается гнилостойкость материала. Гидроизол применяют для гидроизоляции подземных сооружений, антикоррозионной защиты трубопроводов (за исключением теплопроводов).

*Изол* — рулонный безосновный резинобитумный материал. Для повышения прочности в массу, из которой получают изол, вводят асбестовое волокно. Изол характеризуется повышенной эластичностью, морозостойкостью и долговечностью.

*Фольгоизол* — рулонный материал, состоящий из тонкой рифленой алюминиевой фольги, покрытой с нижней стороны слоем битумно-резинового или битумно-полимерного вяжущего. В состав вяжущего входят нефтяной битум, дробленая утильная резина, синтетические каучуки, инден-кумароновые смолы, минеральный наполнитель и антисептики. Чтобы предохранить фольгоизол во время хранения от слипания, его нижнюю поверхность покрывают полиэтиленовой пленкой или другими прокладочными материалами, которые перед наклеиванием снимают. Выпускают фольгоизол гидроизоляционный (марки ФГ) и кровельный (ФК).

## Глава 11. Пластмассы, материалы лакокрасочные

### 11.1 Классификация пластмасс и их свойства

Пластмассы (пластические массы) — материалы, содержащие в качестве основной составной части полимер, который в период формования изделий находится в вязкотекучем (пластическом) состоянии, а при эксплуатации изделий — в твердом состоянии. Пластмассы — относительно новый вид материалов, так как в качестве полимерного компонента в них используют, как правило, синтетические полимеры, производство которых началось лишь в XX в. Основные виды пластмасс (полиэтилен, поливинилхлорид, полистирол) начали производить в больших масштабах только в 40—50-х годах. Наличие целого комплекса ценных свойств (малой объемной массы при значительной прочности, стойкости к различным агрессивным воздействиям, низкой теплопроводности, хорошей декоративности) предопределило их широкое применение в строительстве. Важным положительным свойством пластмасс является легкость их технологической переработки — возможность придания им разнообразной формы литьем, прессованием, экструзией (выдавливанием) и высокая заводская готовность изделий. Причем процесс их изготовления поддается полной механизации и автоматизации. Пластмассы хорошо свариваются и склеиваются как между собой, так и с другими строительными материалами (древесиной, металлом и др.). Вместе с тем пластмассы не лишены недостатков. Большинство пластмасс горючи и обладают невысокой теплостойкостью (предельные рабочие температуры для многих от 100 до 150 °С, а некоторые начинают размягчаться уже при температуре 60—80 °С). Длительное воздействие солнечных лучей, повышенной температуры в сочетании с кислородом воздуха может вызвать «старение» пластмасс, т. е. изменение их эксплуатационных свойств (прочности, цвета и др.).

Основным компонентом всех пластмасс является связующее вещество, от которого главным образом и зависят свойства пластмасс. По количеству компонентов, входящих в пластические массы, их можно подразделить на простые и сложные.

*Простой называется пластмасса*, состоящая из чистого полимера (органическое стекло). Полимерами называют вещества, молекулы которых представляют собой цепь или пространственную сетку последовательно соединенных групп атомов, повторяющихся большое число раз. Молекулярная масса полимеров очень велика (от нескольких тысяч до миллионов). Полимеры существуют в природе (например, крахмал, целлюлоза, белки). Однако большая часть полимеров, используемых для получения пластмасс, — синтетические. В большинстве случаев применяют *сложные пластмассы*, состоящие из полимера, наполнителя и других компонентов. *Наполнители* (порошкообразные, волокнистые или листовые) повышают прочность и теплостойкость пластмасс и снижают ее стоимость. *Пластификаторы* повышают пластичность и эластичность. *Стабилизаторы* способствуют сохранению свойств пластмасс в течение длительного времени. *Красителями* служат органические и минеральные пигменты. Они придают пластмассам определенный цвет.

### 11.2. Конструкционно-отделочные и отделочные материалы

Полимерные материалы этой группы выпускают в виде крупноразмерных плит и листов, рулонных пленочных материалов, плиток, самотвердеющих отделочных составов, а также погонажных изделий (плинтусов, поручней, всевозможных накладок). Высокая заводская готовность полимерных отделочных материалов позволяет свести к минимуму отделочные работы непосредственно на стройке и получить большой экономический эффект.

В качестве конструкционно-отделочных материалов применяют главным образом стеклопластики, древесно-слоистые пластики и древесно-стружечные плиты.

*Стеклопластики* — это пластмассы, состоящие из синтетического полимерного связующего и наполнителя, армирующего материала — стеклянного волокна. Основными видами стеклопластиков являются стекловолокнистый анизотропный материал СВАМ и стеклотекстолит.

*СВАМ* — слоистый стеклопластик, полученный горячим прессованием пакета листов стеклошпона. Стеклошпон — тонкие полотнища однонаправленных стеклянных нитей, склеенных полимером. Склеивание стеклянных нитей производят в момент их получения — при вытягивании из расплавленной стеклянной массы. СВАО характеризуется высокой прочностью и анизотропностью. Стеклопластики применяют для устройства светопрозрачных ограждений и перегородок, а также в качестве наружных слоев панелей цехов с агрессивной средой и кровельного материала.

*Стеклотекстолит* — непрозрачный листовой слоистый материал, получаемый горячим прессованием полотнищ стеклоткани, пропитанной синтетической фенолформальдегидной смолой. Стеклотекстолиты вырабатывают нескольких марок, различающихся толщиной листа, видом ткани, характером и количеством полимера.

*Древесно-слоистые пластики* — листовой материал, получаемый горячим прессованием древесного шпона, пропитанного термореактивными полимерами (главным образом, фенолформальдегидами). Древесно-слоистые пластики значительно более прочный и водостойкий материал, чем древесно-стружечные плиты. Их целесообразно использовать для каркасных перегородок, клееных деревянных конструкций и других целей (например, для изготовления особо точной опалубки для бетонных работ). В качестве отделочных материалов используют бумажно-слоистые пластики, декоративные пленочные материалы, погонажные изделия.

*Бумажно-слоистые пластики* — листовой отделочный материал, получаемый горячим прессованием листов бумаги, пропитанной термореактивными полимерами. Для получения одного листа декоративного бумажно-слоистого пластика используют 20—30 листов пропитанной фенолоформальдегидными полимерами крафт-бумаги, образующих основу пластика, и 1—3 листа кроющей декоративной бумаги, пропитанной прозрачными карбамидными полимерами. Листы выпускают размером 3000 x 600 мм при толщине 1—2,5 мм. Лицевая поверхность может быть любого цвета, однотонной или с рисунком (под дерево, ткань и т. п.). Бумажно-слоистый пластик обладает большой для пластмасс поверхностной твердостью, износостойкостью и теплостойкостью. В основном его применяют для облицовки мебели для кухонь, встроенной мебели и столярных строительных изделий (двери и т. п.); для отделки стен помещений с большой интенсивностью эксплуатации (вестибюлей, коридоров), а также (благодаря гигиеничности) помещений ванных, лабораторий и т. п.

*Декоративный пленочный материал* является одним из наиболее перспективных видов пластмасс для внутренней отделки. Различают отделочные пленки бесподосновные и с подосновой (бумажной, тканевой).

*Бесподосновные пленочные материалы* представляют собой тонкие полимерные (главным образом, поливинилхлоридные) пленки, окрашенные по всей толщине и имеющие с лицевой стороны рисунок или тиснение, которые имитируют древесину, ткань, керамическую плитку и т. п. Пленку выпускают в рулонах длиной 10—12 м, шириной 500—750 мм. С тыльной стороны пленка может иметь слой из так называемого неумирающего клея, прикрытый специальной защитной бумагой. Бесподосновные пленки используют для отделки древесины, асбестоцементных листов и др.

*Пленки на подоснове* — это рулонный отделочный материал, в котором цветная, обычно поливинилхлоридная, пленка нанесена на бумажную или тканевую основу.

В нашей стране наибольшее распространение получил материал «Изоплен», получаемый нанесением цветной поливинилхлоридной пасты на бумажную основу, с последующим тиснением полимерного слоя. Толщина образующейся полимерной пленки 0,1—0,5 мм. Такие пленки применяют для отделки стен, как и обычные обои, но с учетом их повышенной влагостойкости и прочности к механическим воздействиям. Разновидностью рулонных отделочных материалов являются влагостойкие (моющиеся) обои — это обычные обои, лицевая сторона которых покрыта тонким слоем поливинилацетатной эмульсии. Такие обои можно протирать влажной тряпкой и периодически мыть теплой водой.

*Погонажными изделиями* называются длинномерные изделия разнообразных профилей: плинтусы, рейки, поручни для лестничных перил, раскладки для крепления листовых материалов, нащельники и т. п. Использование полимерных погонажных изделий является одной из сторон малой индустриализации строительства. Например, применение поручней из пластифицированного поливинилхлорида существенно ускоряет отделку лестниц. Поручни, поступающие на стройку в виде бухт, нагревают в воде до температуры 60—70 °С. В размягченном виде они легко надеваются на металлические перила, а после остывания плотно охватывают их. При этом никаких дополнительных операций по креплению или окраске не требуется. Без раскладок и нащельников невозможно эффективное использование листовых отделочных материалов. Применение полимерных погонажных изделий экономит большое количество древесины, так как большинство этих изделий раньше изготавливали из древесины, более 50 % которой, из-за сложной конфигурации изделий, превращалось в стружку.

### **11.3 Материалы для полов**

Среди различных видов материалов полимерные в наибольшей степени отвечают всем требованиям, предъявляемым к покрытиям полов. Они износостойки, красивы, гигиеничны и технологичны, затраты времени и труда на устройство покрытия пола из полимерных материалов значительно (в 5—10 раз) ниже, чем из традиционных материалов (паркет, доски).

Для полов применяют полимерные материалы (рулонные и плиточные), а также мастики для устройства бесшовных покрытий полов. В жилищном строительстве широко распространены рулонные и плиточные материалы. Мастичные покрытия предназначены в основном для устройства полов в условиях коррозионных воздействий (предприятия химической и пищевой промышленности, животноводческие помещения) или интенсивного износа (металлообрабатывающие предприятия, магазины, спортивные залы).

В качестве рулонных материалов для полов используются разнообразные *виды линолеума*. Впервые линолеум появился в конце XIX в. и представлял собой грубую ткань, покрытую слоем пластической массы на основе высыхающих растительных масел (например, льняного) и пробковой муки. Эти сырьевые материалы и дали название линолеум (Ипит — льняная ткань, ole-ит—масло). В настоящее время подобный линолеум, называемый алкидным, или глифталевым, выпускают в ограниченном количестве.

В современном строительстве наибольшее применение находят различные виды поливинилхлоридного линолеума: *безосновный* (одно- и многослойный) и на *тканевой* тепло- и звукоизолирующей подоснове. Последний вид линолеума наиболее эффективен, так как позволяет настилать полы непосредственно на поверхность бетонного перекрытия без устройства специальных тепло- и звукоизоляционных прослоек. Линолеум выпускают в рулонах шириной 1200—2000 мм, длиной не менее 12 м. Толщина в зависимости от вида линолеума 1,2—6 мм.

К основанию пола линолеум крепят на специальных мастиках. От ровности поверхности во многом зависит его долговечность. Это относится и ко всем остальным полимерным материалам — только при строгом соблюдении правил технологии укладки и эксплуатации пластмассы в полной мере проявляют свои положительные свойства.

При массовом строительстве типовых зданий наиболее эффективный метод применения линолеума — изготовление на заводе полотнищ размером «на комнату» (с помощью сварки).

Наряду с линолеумом в строительстве применяют и релин, который представляет собой многослойный материал, лицевой слой которого изготовлен из цветной резины на синтетических каучуках, а нижние — с использованием старой дробленой резины. Часто средний слой делают пористым. Релин настилают в помещениях с повышенной влажностью, к которым предъявляются высокие гигиенические требования (кухни, санитарно-технические узлы, раздевалки).

Для полов различных помещений применяют также *мастичные бесшовные покрытия*. В мастичные составы входят жидкий полимер, наполнители и пигменты. Составы должны иметь консистенцию сметаны. Наносят их на основание пола слоем 0,5—1 см. После затвердевания (обычно 1—3 сут.) образуется сплошное бесшовное покрытие. Такие покрытия отличаются достаточной химической стойкостью, износостойкостью и хорошим сопротивлением к ударным нагрузкам.

В зависимости от вида полимерного компонента различают составы на водных дисперсиях полимеров (например, из поливинилацетатной дисперсии или латексах синтетических каучуков) и на жидких терморезактивных олигомерах (на полиэфирных и эпоксидных смолах). Второй тип мастичных составов дает более прочное и химически стойкое покрытие.

#### **11.4 Санитарно-технические изделия, клеи и мастики**

**Санитарно-технические изделия.** Коррозионная стойкость и небольшая объемная масса пластмасс открывают широкие перспективы для изготовления из них санитарно-технических изделий, а также труб для водоснабжения, канализации и транспортирования агрессивных жидкостей. Санитарно-технические изделия из пластмасс (смывные бачки, смесители, раковины, ванны) изготавливают прессованием из фенолоформальдегидных, карбамидных и других полимеров, а менее мелкие изделия (вентиляционные детали, крючки и т. п.) получают методом литья под давлением или штампованием в основном из полистирола.

Санитарно-технические изделия из пластмасс отличаются легкостью, высокой механической прочностью, стойкостью к коррозии растворов кислот, щелочей, красивым внешним видом.

Пластмассовые трубы легче металлических в 4—5 раз при той же пропускной способности. Соединение труб может быть осуществлено различными способами: сваркой, склеиванием или на резьбе. Для производства труб применяют главным образом пластмассы на основе полиэтилена, поливинилхлорида и полипропилена. Прозрачные трубы получают из полиметилметакрилата, а трубы повышенной прочности — из стеклопластика.

Напорные пластмассовые трубы используют для холодного водоснабжения, некоторые — для канализации, водосточков, скрытой проводки, дренажа, а трубы-шланги — в сельском хозяйстве. Все виды пластмассовых труб снабжают фасонными деталями. Использование пластмассовых труб и санитарно-технических изделий дает существенную экономию черных и цветных металлов, потребляемых строительством. Однако недостатком пластмассовых труб является их низкая теплостойкость (для большинства из них 60—80 °С).

**Клеи на основе полимеров.** Клеевое соединение элементов строительных конструкций представляет один из самых прогрессивных методов строительной технологии и производства строительных изделий. Подавляющее количество клеев, используемых для этих целей, — клеи на основе полимеров. Они выгодно отличаются от традиционных натуральных (казеинового, столярного и т. п.) клеев и клея на основе жидкого стекла (силикатный клей) большим разнообразием свойств и долговечностью. Полимерные клеи обла-

дают высокой клеящей способностью к самым разнообразным материалам, биостойки, многие из них водостойки. Полимерные клеи можно разделить на три типа:

1. На основе водных растворов и водных дисперсий полимеров — это так называемые водоразбавляемые клеи. Например, клей ПВА (на основе поливинилацетатной дисперсии) или клей «Бустилат» (на основе латекса бутадиенстирольного каучука).

2. На основе растворов термопластичных полимеров в органических растворителях (нитроклей — раствор нитроцеллюлозы в ацетоне и амилацетате, резиновый клей — раствор каучука в бензине, перхлорвиниловый клей). Недостаток этих клеев — пожароопасность, обусловленная наличием летучих растворителей.

3. На основе отвердевающих жидких олигомеров (эпоксидные, полиуретановые или мочевиноформальдегидные), обладающие относительно большой прочностью и теплостойкостью.

*Полимерные гидроизоляционные материалы.* К ним относятся, в первую очередь, пленки на основе полиэтилена, поливинилхлорида, полиизобутилена и других полимеров. Эти пленки можно склеивать и сваривать в большие полотна для устройства сплошной гидроизоляции бассейнов, резервуаров, подземных сооружений. Пленочная гидроизоляция нуждается в защите от механических повреждений, например в покрытии керамической плиткой на цементном растворе. В таких условиях пленочные материалы создают надежную и долговечную гидроизоляцию, кроме того, они отличаются простотой применения при невысокой стоимости.

Из прозрачных полимерных пленок устраивают также ограждающие конструкции, парники, теплицы и другие подобные сооружения. Кроме того, ими покрывают во время твердения бетон, чтобы предохранить его от пересыхания.

Полимерные герметизирующие материалы (герметики) выпускают в виде *паст* (мастик), эластичных прокладок и лент. Пастообразные герметики получают на основе полиизобутилена, тиоколовых и силиконовых каучуков. Они имеют хорошую адгезию к бетону, водостойки и сохраняют эластичность при температуре от -50 до -100 °С. К наиболее употребительным герметикам этой группы относятся полиизобутиленовые и тиоколовые мастики.

Пастообразные герметики используют для герметизации вертикальных и горизонтальных стыков в стеновых панелях, а также заделки швов между деталями из бетона, металла, керамики, стекла и т. д.

*Эластичные прокладки* в виде пористых или плотных полос и жгутов закладывают в стыки в сжатом состоянии и тем самым обеспечивают герметизацию стыка. Возможно совместное применение пастообразных герметиков и прокладок. В качестве полимерных эластичных прокладок применяют гернит, пенополиуретановые прокладки, каучуковые уплотнительные ленты и др.

### 11.5 Лакокрасочные материалы

Лакокрасочными называют материалы, наносимые в жидком виде на отделываемую поверхность, которые при высыхании образуют пленку, хорошо сцепляющуюся с окрашиваемой поверхностью. К лакокрасочным материалам относят пигменты, связующие вещества, растворители и окрасочные составы — масляные, клеевые, эмалевые, известковые, силикатные, синтетические и цементные краски, лаки и политуры.

Пигментами называют цветные порошкообразные вещества, нерастворимые в воде и органических растворителях, однако способные равномерно смешиваться с ними, образуя окрасочные составы. О качестве пигментов судят по красящей способности, тонкости помола, укрывистости (расходу пигмента на 1 м<sup>2</sup> окрашиваемой поверхности); свето- и огнестойкости, стойкости к агрессивной среде и атмосфере. По цвету пигменты классифицируют на белые, желтые, синие, зеленые, красные, черные и коричневые.

Для связывания частиц пигмента между собой и с окрашиваемой поверхностью применяются *связующие вещества*, которые подразделяют на олифы, лаки, водно-клеевые и водоземлюльсионные.

*Олифы.* Их подразделяют на натуральные, полунатуральные и искусственные. Олифы натуральные получают нагреванием до 200 °С высыхающих растительных масел. В строительстве их используют редко вследствие высокой стоимости. Олифы полунатуральные получают окислением растительных масел с последующим разбавлением полученного продукта растворителями (до 45 %). Существуют четыре вида полунатуральных олиф — олифа-оксоль, олифа-оксоль-смесь, олифа-сульфооксоль и олифа полимеризационная, которые очень широко используются в строительстве. Искусственные олифы в своем составе не содержат растительных масел или содержат в количестве до 35 %. Их классифицируют на олифу синтоль, олифу глифталевую, олифу сланцевую и олифу карбональ. Искусственные олифы применяют для внутренней окраски металлических и деревянных конструкций неответственных объектов. Их запрещается применять для окраски наружных поверхностей, а также полов и изделий бытового назначения.

*Клеи.* Для получения водно-клеевых составов в качестве связующего вещества применяют животные, растительные и полимерные клеи. Животные клеи делятся на мездровый, костный и казеиновый. Растительные клеи применяют в основном в виде декстринов, которые образуются в результате обработки крах-

мала кислотой или нагреванием при 100—200 °С. Из полимерных клеев наиболее распространены клеи на основе поливинилацетатной смолы.

*Лаки.* Масляные лаки представляют собой растворы природных и искусственных смол в высыхающих растительных маслах, содержащих сиккативы и растворители. В зависимости от вида смолы, используемой для производства лака, различают глифталевые, полихлорвиниловые, нитроцеллюлозные, полиэфирные, полиуретановые и др.

*Растворители.* Они представляют собой жидкости, применяемые для доведения малярных составов до рабочей консистенции. В зависимости от назначения существуют три вида растворителей для лаков и красок — для масляных, глифталевых, пентафталевых и битумных, нитроцеллюлозных, эпоксидных и перхлорвиниловых. В качестве растворителей применяют скипидар, сольвент каменноугольный, уайт-спирит и др.

*Окрасочные составы* — смесь пигментов, наполнителей и связующих, переработанных на краскотерочных машинах. Их делят на масляные, эмалевые и водоразбавленные краски.

*Масляные краски.* Масляные краски готовят из смеси олифы, пигментов и наполнителей. Выпускают их в виде густотертых красок, которые при использовании разводят до нормальной малярной консистенции, и в виде готовых к употреблению красок. Применяют для внутренней и наружной окраски деревянных, металлических и других изделий.

*Эмалевые краски.* В отличие от масляных красок, их изготавливают на специальных лаках с применением эпоксидных и карбамидных полимеров. Их применяют там же, где и масляные краски. К эмалевым краскам относятся нитроэмали, отличающиеся высоким качеством.

*Водно-известковые краски.* В состав этих красок входит известковое тесто, поваренная соль, пигменты, вода. Помимо краски на основе извести в последние годы начали применять краски на основе жидкого калийного стекла и цемента. Используют их для окраски кирпичных, оштукатуренных и бетонных наружных поверхностей.

*Водно-клеевые краски.* В этих красках в качестве связующего применяют коллоидный раствор клея, чаще всего малярного или казеинового. Используют их для внутренней отделки оштукатуренных поверхностей жилых и общественных помещений. Их наносят на предварительно огрунтованные поверхности.

*Латексные (эмульсионные) краски.* Эмульсионные краски — это суспензии пигментов, приготовляемые перетиранием пигментов на водных эмульсиях различных пленкообразователей. Применение эмульсионных красок позволяет заменить часть или весь растворитель в красках водой. В качестве эмульгаторов для приготовления эмульсионных красок используют калиевые, натриевые и аммониевые масла, а также гидрофобные эмульгаторы металлических мыл магния, цинка и др. Латексные краски хорошо окрашивают поверхности и защищают материал. Они значительно дешевле масляных.

## Раздел II. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

### Глава 12. Железобетонные конструкции

#### 12.1 Железобетон

Железобетон представляет собой строительный материал, в котором соединены в единое целое затвердевший бетон и стальная арматура, совместно работающие в конструкции. Основой совместной работы бетона и стальной арматуры является правильный подбор свойств этих материалов. Бетон хорошо сопротивляется сжатию, а арматура обладает значительной прочностью на растяжение. Бетон при твердении прочно сцепляется со стальной арматурой и оба материала деформируются совместно. Плотный бетон защищает арматуру от коррозии и предохраняет ее от непосредственного действия огня.

Основную цель армирования можно пояснить на элементах, работающих на изгиб (балках, ригелях). В таких элементах часть поперечного сечения элемента подвергается сжатию, а другая растяжению. Если балку изготовить из неармированного бетона, то вследствие его прочности на растяжение (1-4 МПа) уже под небольшой нагрузкой бетон в растянутой зоне растрескивается (рис. 12.1, а), и балка разрушится. Если же в растянутую зону ввести стальную арматуру, то она примет на себя растягивающие напряжения (прочность стали при растяжении более 200 МПа) и балка, хотя на ней могут появиться трещины, не разрушится даже при больших нагрузках (рис. 12.1, б). В ряде случаев армируют элементы, работающие и на сжатие (колонны, сваи), так как и на сжатие сталь в 5-10 раз прочнее бетона.

Несмотря на свою сравнительно короткую историю (патент на изобретение железобетона был выдан французу Ж. Монье в 1867 г., хотя железобетон использовался и до него в 1845 г. инженером Г.Е. Паукером в России и в 1849 г. Уилкинсоном в Англии), железобетон получил исключительно широкое применение во всех отраслях строительства. Этому способствовали его существенные технико-экономические преимущества: возможность использования дешевых местных строительных материалов – песка, щебня и гравия, составляющих до 70-80% массы железобетона; исключительная долговечность (прочность бетона не снижается во времени и может даже расти); высокая огнестойкость и др. Железобетон имеет один недостаток – сравнительно большую массу. Для снижения массы конструкций рекомендуется использовать тонкостенные и пустотные конструкции, применять облегченные и легкие бетоны на пористых заполнителях.

Железобетонные конструкции по способу выполнения могут быть сборными, сборно-монолитными и монолитными. Сборные конструкции изготавливаются на специальных заводах железобетонных конструкций в многократно используемых формах и средствами транспорта доставляются к месту строительства, где из них монтируются здания и сооружения. Сборно-монолитные конструкции собираются из элементов заводского изготовления с заполнением отдельных участков монолитным бетоном на месте строительства. Конструкции из монолитного железобетона изготавливаются непосредственно на месте, в качестве форм используются различного вида опалубки. В этом случае к месту строительства подвозится раздельно бетон и арматура. Монолитный железобетон в основном применяют в гидротехническом строительстве. В промышленном и гражданском строительстве используется сборный железобетон, позволяющий превращать строительную площадку в площадку монтажа сооружений из готовых деталей, тем самым облегчить и улучшить условия работы строителей, особенно в зимнее время, ускорять, а весьма часто и удешевлять, строительство.

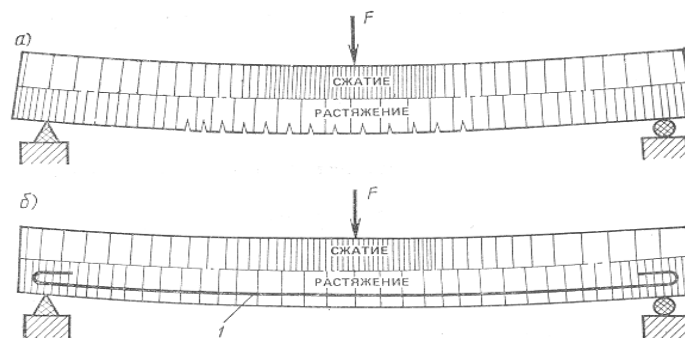


Рис. 12.1. Неармированная бетонная (а) и армированная железобетонная (б) балки;  
1 – арматура.

#### 12.2 Предварительно напряженный железобетон

Предварительно напряженными называются такие железобетонные конструкции, в которых бетон в процессе изготовления подвергается искусственному сжатию, сущность которого заключается в следующем.

До загрузки железобетонной конструкции полезной нагрузкой ее арматуру растягивают наподобие резинового жгута; упором при этом служит бетон. Естественно, что чем сильнее растянута арматура, тем больше будет сжат бетон. Когда же к конструкции приложена полезная нагрузка, напряжение от нее, возникающее в растянутой зоне бетона, частично компенсируется предварительно созданными сжимающими напряжениями. Поэтому в растянутой зоне бетона не возникнут трещины, а предварительно напряженная арматура получит от нагрузки дополнительное напряжение и ее высокая прочность будет использована в большей степени.

При изготовлении предварительно напряженных железобетонных конструкций используют два основных метода напряжения арматуры: на упоры и на бетон.

**Натяжение на упоры** (рис. 12.2, а) применяют при изготовлении сборного железобетона. Напрягаемую арматуру при этом натягивают и фиксируют на силовом поле форм или специальных упорах, вынесенных за пределы форм.

Натяжение производят механическим (с применением гидравлических домкратов) или электротермическим способом. При электротермическом способе арматурные стержни нагревают путем пропускания тока, в результате чего стержни удлиняются. В процессе остывания стержни укорачиваются (натягиваются). Закрепляют стержневую напрягаемую арматуру концевыми анкерами в виде инвентарных зажимов, опрессованных в холодном состоянии шайб, приваренных коротышей. В качестве анкерных устройств для канатов используют опрессованные стальные гильзы и специальные зажимы (рис. 12.3).

После того, как конструкция забетонирована и бетон достиг проектной прочности, арматуру освобождают от зажимов и сжимающие усилия передаются непосредственно на бетон.

**Натяжение на бетон** (см. рис. 12.2, б) применяют при изготовлении конструкций в построечных условиях. Первоначально бетонируют конструкцию, а затем на бетон, набравший проектную прочность, производят натяжение арматуры.

В блочных конструкциях пролетных строений мостов, плитах перекрытий, монолитных поясах и стенах для пропуска напрягаемой арматуры устраивают специальные каналы. С этой целью перед бетонированием в опалубках устанавливают каналобразователи в виде резиновых или стальных шлангов с проводочным сердечником. Во избежание сцепления с бетоном каналобразователи при длине канала до 6 м через каждые 20-30 мин. после бетонирования поворачивают вокруг оси, а через 3-4 ч. извлекают. В крупно-размерных конструкциях каналобразователи выполняют в виде гофрированных металлических трубок, которые оставляют в бетоне.

После достижения бетоном проектной прочности в каналы пропускают арматуру в виде пучков высокопрочной проволоки, канатов или стержней. Затем один конец арматуры с помощью цангового зажима закрепляют в торце канала, а другой запрессовывают в стаканый анкер и муфтой соединяют с гидравлическим домкратом, при помощи которого осуществляют натяжение арматуры. При длине более 10 м напрягаемую арматуру натягивают одновременно с двух концов двумя домкратами.

Для обеспечения монолитности конструкции и защиты напряженной арматуры от коррозии в каналы с помощью специальных инъекторов нагнетают раствор безусадочных или расширяющихся цементов, которые улучшают сцепление арматуры со стенами каналов.

В предварительно напряженных железобетонных конструкциях более полно используется прочность стали и бетона, поэтому уменьшается масса изделий.

Кроме того, предварительное обжатие бетона препятствует образованию трещин, повышает его долговечность.

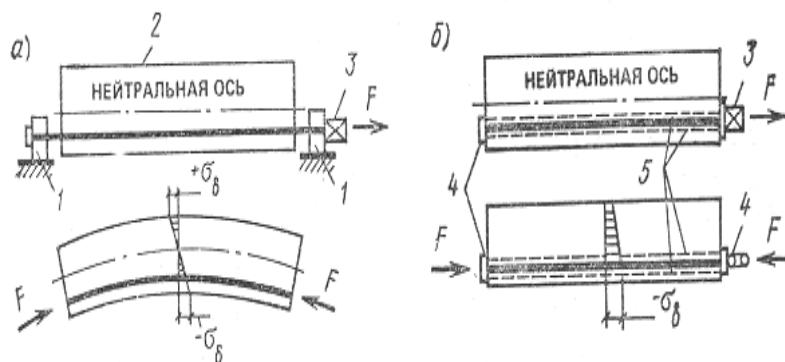


Рис. 12.2 Схемы предварительного натяжения арматуры железобетонных конструкций.

а - натяжение на упоры; б - натяжение на бетон; 1 - упор; 2 - форма; 3 - натяжное устройство; 4 - анкерное устройство; 5 - стенки канала

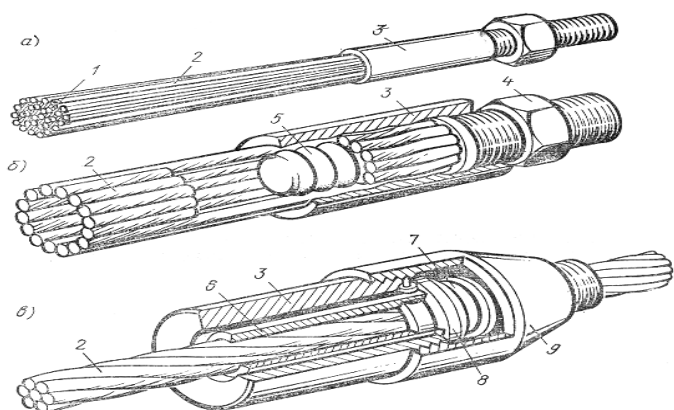


Рис. 12.3 Анкерные устройства для арматурных канатов

а - гильзовый анкер; б - гильзостержневой анкер; в - полуавтоматический зажим; 1 - шаблон для образования пучка; 2 - арматурная прядь; 3 - гильза; 4 - гайка; 5 - анкерный стержень; 6 - зажимные губки; 7 - пружина; 8 - шайба; 9 - хвостовик

### 12.3 Арматура

**Арматура** – это стальные стержни, проволока, канаты или прокатные профили, закладываемые в бетон для получения железобетонных конструкций необходимой прочности, жесткости, трещиностойкости. По своему назначению в бетоне арматура подразделяется на рабочую и монтажную. Рабочая арматура воспринимает нагрузки, монтажная – необходима для обеспечения правильного расположения рабочей арматуры. Для улучшения свойств арматуры ее иногда подвергают упрочнению. Упрочнение может достигаться вытяжкой, протяжкой, обжатием, посредством нагревания и охлаждения (термически упрочненная арматура).

Стержневая арматурная сталь представляет собой горячекатаные стержни диаметром 6-80 мм. В зависимости от марки стали и ее физико-механических показателей стержневая арматура делится на шесть классов (А-I, А-II, А-III, А-IV, А-V, А-VI). С повышением класса увеличивается предел прочности и снижается относительное удлинение при разрыве арматурной стали.

Арматурные стержни класса А-I – гладкие, А-II – А-V – периодического профиля (рис. 12.4, а), что улучшает их сцепление с бетоном. Стержневую арматуру диаметром более 10 мм поставляют в виде прутков длиной от 6 до 18 м; а диаметром 6-9 мм (называемую катанкой) – в бухтах и выпрямляют в стержни на месте применения.

Стальную арматурную проволоку изготавливают двух классов: В-I – из низкоуглеродистой стали и В-II – из высокоуглеродистой или легированной стали. Проволоку получают из стальных прутьев путем вытяжки; при этом она упрочняется в результате изменения структуры металла (явление наклепа). Проволока класса В-I предназначена для армирования бетона без предварительного напряжения, В-II – для предварительно напряженного армирования. Если на проволоке делают рифления для улучшения сцепления с бетоном (рис. 12.4, б), то в обозначение добавляют букву «р» (например, Вр-I или Вр-II).

Для предварительно напряженных конструкций применяют арматурные канаты (рис. 12.4, в) - семипроволочные класса К-7 и девятипроволочные класса К-19.

**Арматурные изделия (сварные каркасы и сетки).** Для изготовления конструкций используются арматурные изделия в виде сварных каркасов и сеток (рис. 12.4, г, д). Эти изделия изготавливаются обычно заводским способом при помощи контактной точечной электросварки.

Сварные рулонные сетки изготавливают из арматуры классов Вр-I и А-III при диаметре продольных стержней не более 6 мм. Максимальная ширина рулонных сеток составляет 3,5 м. Сварные плоские сетки имеют размеры до 2,5 x 9 м. Сортамент плоских сварных сеток довольно обширен, однако для унификации

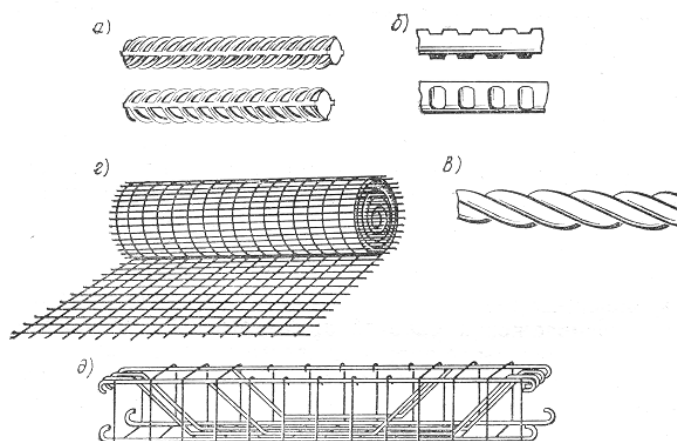
и типизации рекомендованы четыре сварные сетки с шагом продольных и поперечных стержней 200 x 600, 200 x 300, 200 x 200 и 100 x 300 мм. Сетки 200 x 600, 200 x 300 и 100 x 300 мм рекомендуются с рабочей арматурой 10-32 мм в продольном направлении, а 200 x 200 мм – в двух взаимно перпендикулярных направлениях, причем в продольном направлении рекомендуется арматура диаметром от 10 до 25 мм, а в поперечном – от 6 до 14 мм.

Установлено, что наиболее экономичны сетки 200 x 600 мм. Они предназначены в основном для армирования монолитных железобетонных конструкций, а также сборных, преимущественно плитных конструкций нулевого цикла (фундаментальные плиты и т.д.). Сетки 100 x 300 мм рекомендуется применять для армирования сборных железобетонных конструкций. Сетки 200 x 300 мм находят применение в сборном и монолитном железобетоне. Сетки 200 x 200 мм с рабочей арматурой в двух направлениях следует применять только в подошвах монолитных фундаментов под колонны при площади армирования до 15 м<sup>2</sup> и шириной до 3 м. В этом случае подошву фундамента целесообразно армировать одной сеткой.

Сварные каркасы изготовляют плоскими, они состоят из продольных и поперечных стержней, причем продольные стержни могут располагаться с одной или двух сторон в один ряд или два ряда по высоте. С целью удобства транспортировки и установки плоские каркасы обычно соединяют в пространственный каркас путем приваривания дополнительных поперечных стержней.

Закладные детали предназначены для соединения железобетонных элементов между собой. Изготавливают их из стали в виде пластин с приваренными к ним анкерами из стержневой стали периодического профиля. Пластины располагаются на поверхности железобетонного элемента, а анкера – в его теле. В некоторых случаях для более прочной связи анкера соединяют с арматурой изделия.

Рис. 12.4 Стальная арматура  
а) горячекатаные  
профиля; б) холоднокатаная  
профилированная проволока;  
в) арматурный каркас;  
г) арматурный каркас



арматура для железобетона  
стержни периодического  
профиля; г) арматурная сетка

## 12.4 Пути снижения материалоемкости железобетонных конструкций

### А. Повышение качества бетона:

- существенное увеличение производства конструкций из эффективных бетонов, к которым относятся высокопрочные, легкие, ячеистые, полимерные, а также бетоны на напрягающем цементе.

При повышении класса бетона с В 35-В 40 до В 55-В 60 для таких конструкций, как колонны многоэтажных зданий, сильнозагруженные колонны одноэтажных зданий, предварительно напряженные большие пролетные балки, фермы, плиты перекрытий, можно добиться уменьшения расхода бетона до 30% и, соответственно, снижения стоимости конструкций.

Применению высокопрочных бетонов будет способствовать расширение производства высококачественного портландцемента, а также специальных цементов.

Изготовление железобетонных плит из легких бетонов на пористых заполнителях дает снижение их массы на 30%.

Практика показала, что конструкции наружных стеновых панелей, изготовленные из ячеистых и легких бетонов на качественных пористых заполнителях местного производства, в большинстве случаев оказываются эффективнее, чем слоистые конструкции из тяжелого бетона.

Повышению качества бетонов способствует:

- совершенствование изготовления бетонов с учетом достижений передовой науки и техники, проведение более широкой интенсификации процессов приготовления и транспортирования бетонов с использованием высокопроизводительного оборудования, обеспечивающего получение бетонов высокого качества;
- создание новых эффективных химических добавок и пластификаторов для легких и тяжелых бетонов.

#### **Б. Повышение качества арматуры:**

Основным способом достижения этого является улучшение прочностных характеристик стали, используемой в качестве рабочей арматуры.

Снижение расхода стали будет достигнуто за счет более широкого применения новых видов высокопрочных сталей с повышенными расчетными сопротивлениями, улучшения их качества при снижении стоимости. Для этого было необходимо:

- разработать арматурные стали с пониженным содержанием дорогостоящих легирующих добавок для ненапряженных железобетонных конструкций (термически упрочненные свариваемые стали);
- создать высокопрочную проволоку диаметром 25-32 мм;
- использовать высокопрочную проволоку диаметром до 8-10 мм, а также семи- и девятнадцатипроволочные канаты;
- внедрить автоматизированные линии для производства арматурных изделий.

#### **В. Более широкое применение предварительно напряженных конструкций**

Предстоит перейти к массовому производству и применению таких изделий, которые пока выполняют без предварительного напряжения. Это прежде всего многпустотные и плоские плиты перекрытий, ребристые плиты покрытий длиной 6 м, стропильные балки пролетом 6 и 9 м. Будет расширено применение предварительно напряженных конструкций: колонн одноэтажных зданий, колонн высотой на несколько этажей. Расширится применение предварительного напряжения в резервуарах, бункерах, силосах.

#### **Г. Применение конструкций с рациональным поперечным сечением**

Получат распространение плиты «на пролет» с размерами 3 х 18 м, 3 х 24 м (типа КЖС, П-образного сечения, типа 2Т), а также коробчатых настилов. Должны получить распространение в зданиях колонны из высокопрочных бетонов эффективных двутавровых и кольцевых сечений. Переход от широко распространенного прямоугольного сечения к двутавровому или кольцевому позволит снизить расход бетона не менее чем в 1,5 раза.

#### **Д. Дальнейшее развитие теории железобетона**

Задача теории железобетона состоит в разработке методов расчета и норм проектирования надежных, наиболее экономичных железобетонных конструкций.

## Глава 13. Металлические конструкции

### 13.1 Материалы для металлических конструкций

Для изготовления металлических конструкций применяют стали и алюминиевые сплавы.

Используемые в строительстве стали, в зависимости от прочности, разделяют на три группы: обычной, повышенной и высокой прочности.

К сталям обычной прочности относятся малоуглеродистые стали, механические свойства которых в основном определяются содержанием углерода (до 0,22 %). Основными добавками в малоуглеродистой стали являются марганец (до 0,7 %) и кремний (до 0,3 %), которые несколько увеличивают прочность. Вредными примесями являются сера, делающая сталь ломкой (при температуре 800-1000 °С возникают трещины), фосфор, приводящий к хладноломкости (трещины возникают при отрицательных температурах); кислород, азот и водород, повышающие хрупкость стали.

В зависимости от режима твердения стали изготавливают кипящими (кп), спокойными (сп) и полуспокойными (пс).

Кипящую сталь сразу разливают из ковша в формы – изложницы, она содержит значительное количество растворенных газовых пузырьков, остающихся в затвердевшем металле и ухудшающих его качество.

Спокойную сталь выдерживают перед разливкой в ковшах, при этом для поглощения из стали кислорода (раскиснения стали) в ковш вводят кремний, алюминий. Такая сталь имеет однородный состав, но она дороже кипящей на 10-15 %.

Полуспокойная сталь по качеству занимает промежуточное положение между кипящей и спокойной.

В зависимости от назначения и гарантируемых характеристик углеродистые стали подразделяют на три группы:

- группа А – гарантируются механические свойства;
- группа Б – гарантируется химический состав;
- группа В – гарантируются механические свойства и химический состав одновременно.

В строительных конструкциях преимущественно применяется сталь группы В, так как для обеспечения прочности необходима гарантия механических свойств, а для свариваемости – соблюдение норм по химическому составу. В зависимости от нормируемых показателей (химического состава, механических свойств и ударной вязкости) сталь делят на категории: 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Маркировку малоуглеродистой стали производят в зависимости от ее химического состава и свойств. Например, марка В Ст3сп5 – спокойная сталь группы В, марки Ст3; 5 категории.

К сталям повышенной прочности относят низколегированные стали с содержанием легирующих элементов до 2,5 %. Основными легирующими элементами являются марганец (Г), медь (Д), кремний (С), хром (Х), никель (Н), титан (Т). Маркировку низколегированной стали производят в зависимости от ее химического состава. Первые цифры указывают содержание углерода в сотых долях процента, буквы обозначают легирующую добавку, цифра после буквы указывает содержание легирующего элемента в целых процентах (цифра 1 не проставляется). Например: марка 10ХСНД указывает на содержание в стали углерода 0,10 %, хрома (Х), кремния (С), никеля (Н), меди (Д) до 1 %.

К сталям высокой прочности относят углеродистые качественные, низколегированные и среднелегированные конструкционные стали (содержание легирующих элементов 2,5-10 %).

Выбор марки стали для строительной конструкции зависит от степени ответственности сооружений, величины и характера действующих нагрузок, условий эксплуатации, района строительства и выполняется в соответствии с требованиями СНиП. Наиболее распространены стали ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3Гпс, 09Г2С. Часто применяются стали 09Г2, 14Г2, 10Г2С1.

Кроме сталей для строительных конструкций, применяют сплавы алюминия с магнием (магналии), с медью и магнием (дюралюминий), с магнием и кремнием (авиали) и др.

Чистый алюминий обладает высокой пластичностью и малой прочностью и поэтому в конструкциях не применяется.

Из профильного проката широкое применение находят двутавры, швеллеры, уголки, тавры и трубы.

На выбор стали для строительной конструкции влияют ее механические характеристики: прочность, упругость, пластичность, определяемые путем лабораторных испытаний стандартных образцов.

Прочность – способность металла сопротивляться внешним силовым воздействиям.

### 13.2 Виды металлических конструкций и область их применения

Наиболее распространенными металлическими конструкциями являются балки, фермы и колонны, которые применяются в зданиях и сооружениях или в виде отдельных элементов, или являются основной частью каркаса здания.

Благодаря простоте и малой стоимости изготовления, удобной конструктивной форме, небольшой строительной высоте, балки находят широкое применение в строительных конструкциях. Их используют при устройстве перекрытий промышленных зданий, при строительстве мостов, эстакад и других сооружений.

По типу сечения стальные балки разделяются на прокатные балки и балки составного сечения.

Наиболее просты и дешевы прокатные балки (рис. 13.1, а), выполняемые из двутавров и швеллеров. Ими перекрывают пролеты до 12-15 метров. Но максимальная высота сечения ( $H$ ) прокатной балки равна 120 см, поэтому балки большей высоты выполняют составного сечения.

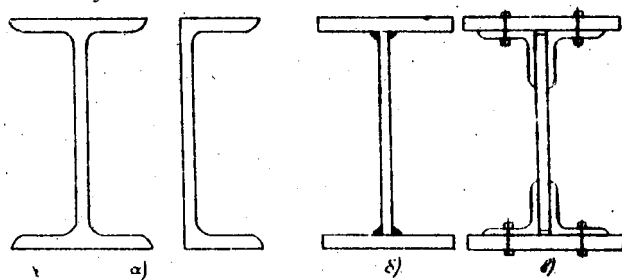


Рис. 13.1 Типы балок: а) прокатные; б) составные сечения – сварные; в) клепаные.

Балки составного сечения могут быть сварными и клепаными (рис. 13.1 б, в). Наибольшее распространение получили сварные балки. Они более экономичны по затрате металла и менее трудоемки при изготовлении. Клепанные балки применяются только для конструкций под тяжелые динамические и вибрационные нагрузки. Балками составного сечения в промышленных зданиях перекрывают пролеты от 18 до 36 м.

При больших пролетах и малых нагрузках наиболее рационально применение ферм. Фермы состоят из отдельных стержней, которые соединяются в узлах. Металл в фермах используется более рационально, чем в балках. Фермы экономичнее по массе, но более трудоемки в изготовлении.

Фермы применяют для устройства покрытий промышленных зданий при пролетах от 18 до 36 м и большепролетных покрытий зданий общественного назначения, в мостостроении.

Колонны представляют собой вертикально расположенные стержневые элементы, по которым нагрузка от вышележащих конструкций передается на фундамент. Конструктивно различают: оголовок, на который опираются вышележащие конструкции; стержень – основная часть колонны; база – нижняя часть колонны, которая передает нагрузку от стержня на фундамент (рис. 13.2).

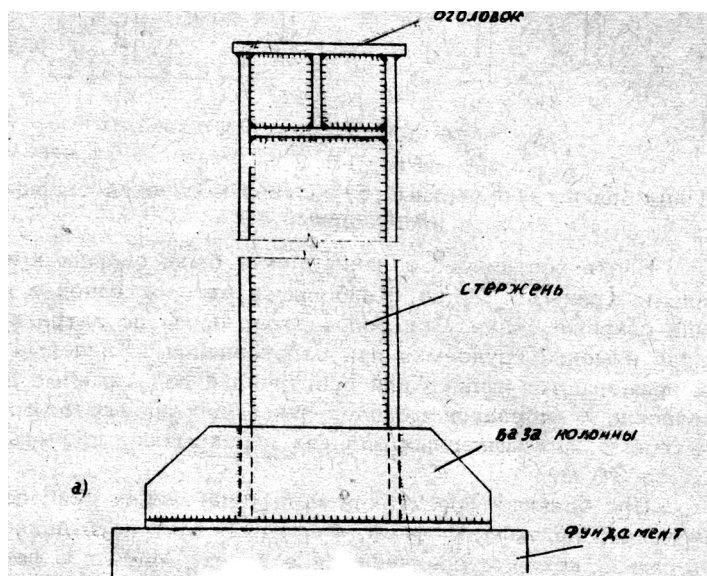


Рис.13.2

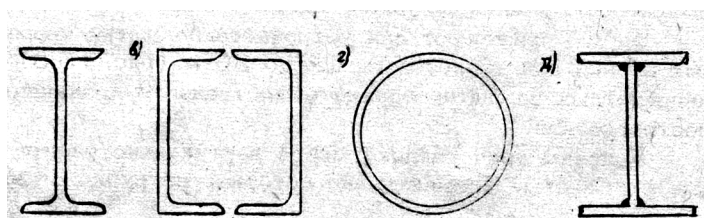


Рис. 13.3 Сплошные колонны

Поперечное сечение стержня колонны может быть сплошным (рис. 13.3) или сквозным (решетчатым), состоящим из отдельных ветвей, соединенных раскосами или планками (рис. 13.4). Типы сечений сквозных колонн:

- а) из уголков;
- б) из швеллеров.

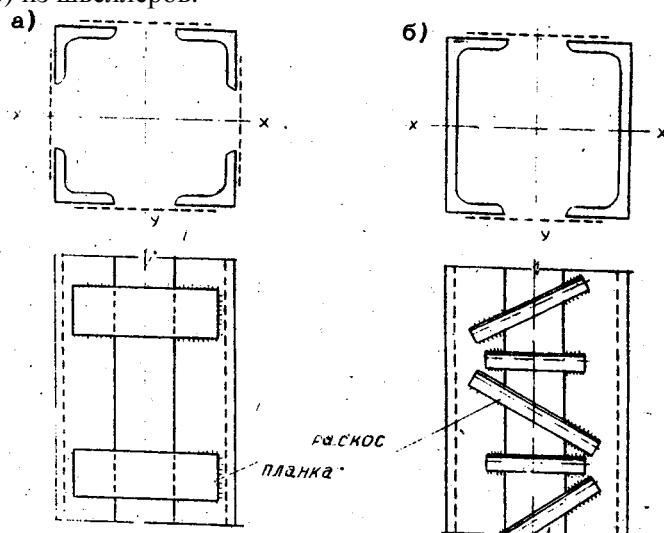


Рис. 13.4

Сплошные колонны применяют при больших нагрузках и небольших высотах, сквозные, наоборот, - при меньших нагрузках и больших высотах.

Наиболее простая колонна получается из одного прокатного двутавра (рис. 13.3, д). Самыми распространенными являются колонны простые в изготовлении и рациональны по расходу металла. Наиболее экономичны колонны трубчатого сечения (рис. 13.3, г).

Колонны, балки, фермы образуют каркасы промышленных зданий. Чаще всего основой каркаса промышленного здания является одноэтажная одно- или многопролетная рама, образованная колоннами и фермами покрытия (рис. 13.5).

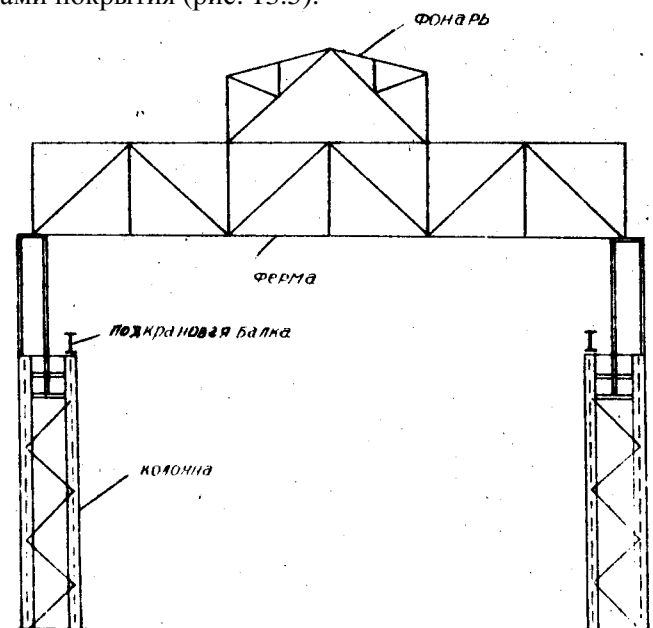


Рис 13.5 Одноэтажная однопролетная рама промышленного здания

Одной из разновидностей металлических конструкций являются листовые конструкции типа оболочек. Их основой являются плоские или изогнутые металлические листы (пластины и оболочки).

Из листовых металлических конструкций выполняют:

- резервуары для хранения жидкостей (нефти, нефтепродуктов, спирта, кислот, сжиженных газов);
- газгольдеры для хранения газов;
- бункеры и силосы для хранения и перегрузки сыпучих тел (руды, угля, известняка, цемента, песка и т.д.);
- конструкции специальных технологических установок химических и нефтеперерабатывающих заводов;
- трубопроводы большого диаметра для транспортирования воды, нефти, газа.

Листовые конструкции весьма металлоемки – на них расходуется около 20 % строительных металлоконструкций. Металл в таких конструкциях служит и несущим и герметизирующим материалом.

Для перекрытия больших пролетов в зданиях промышленного и общественного назначения применяют металлические арки, купола, висячие конструкции, мембраны (рис 13.6).

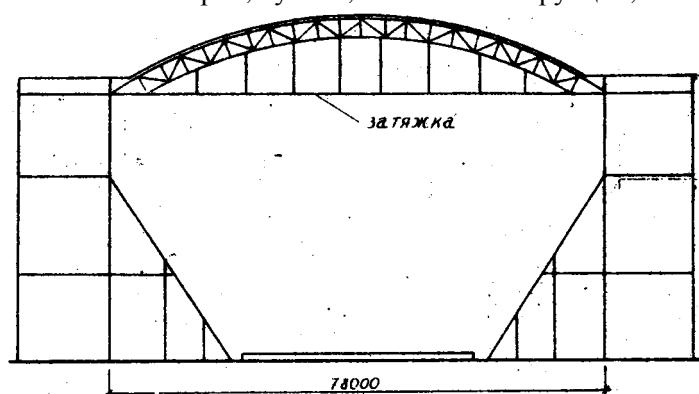


Рис. 13.6 Арка с затяжкой покрытия дворца спорта.

Примером висячей конструкции может служить покрытие из гибких нитей.

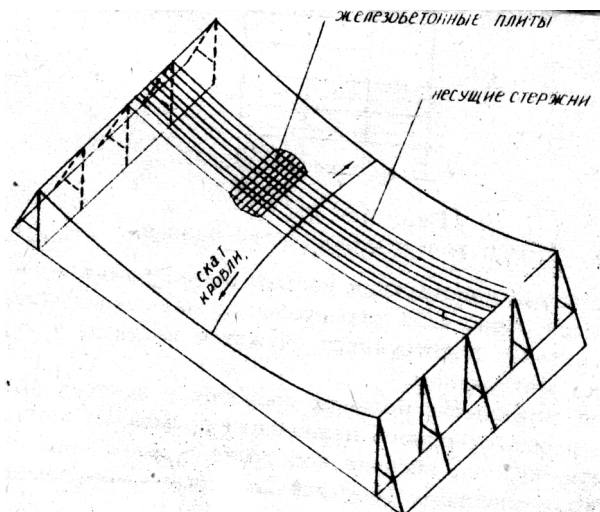


Рис. 13.7 Схема висячего покрытия из гибких нитей

Основными несущими элементами таких конструкций являются гибкие нити (тросы, ванты), работающие только на растяжение. Положительными качествами висячих конструкций являются:

- небольшой собственный вес;
- возможность перекрытия больших пролетов;
- архитектурная выразительность.

Применяются вантовые конструкции и в мостостроении. Проезжая часть моста (1) с помощью подвесок (2) (рис. 13.8).

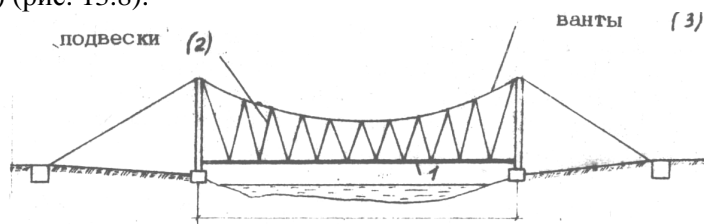


Рис. 13.8 Схема металлического моста вантовой конструкции.

Большую группу металлических сооружений составляют сооружения башенной и мачтовой конструкции, представляющие собой высокие опоры различного назначения, например, антенные сооружения для радио, телевидения, ретрансляции; вышки для бурения, освещения; опоры для линий электропередач, канатных дорог и т.п.

Башни жестко связаны с основанием (рис. 13.9 а, б) и в отличие от мачт, удерживаемых в вертикальном положении оттяжками, требуют большего расхода стали. Мачты экономичнее башен по расходу стали, но для установки требуется большая площадь (рис. 13.9).

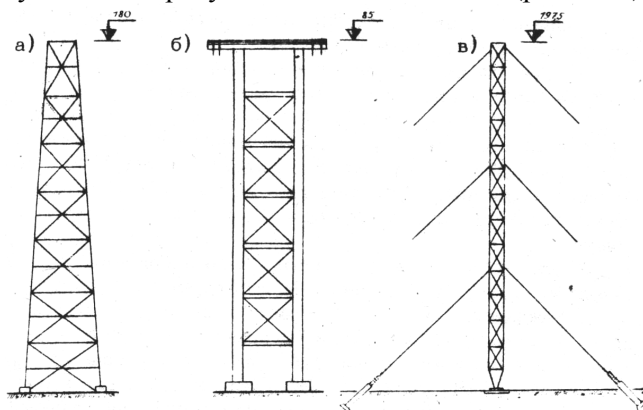


Рис. 13.9 Башни и мачты: а) башни сквозного сечения; б) опоры линии электропередач; в) мачты.

Широкое применение стальных конструкций в строительстве обусловлено их достоинствами, к которым относятся:

- высокая несущая способность - способность воспринимать значительные нагрузки при относительно небольших сечениях, вследствие большой прочности металла;

- высокая надежность, которая обеспечивается однородностью структуры металла и его упругими свойствами;
- легкость и транспортабельность по сравнению с конструкциями из железобетона, камня;
- сплошность материала и соединений, позволяющая изготавливать водонепроницаемые и газонепроницаемые конструкции;
- индустриальность, возможность комплексной механизации изготовления и монтажа;
- возможность усиления при реконструкции.

Однако, наряду с достоинствами, металлические конструкции имеют следующие недостатки:

- подверженность стальных конструкций коррозии, что требует специальных мероприятий по их защите;
- слабая огнестойкость, при температуре свыше  $400^{\circ}\text{C}$  для сталей и выше  $200^{\circ}\text{C}$  для алюминиевых сплавов начинается ползучесть металла, что приводит к потере устойчивости конструкции. При открытом воздействии огня обрушение стальных конструкций происходит примерно через 15 минут.

Конструкции из алюминиевых сплавов применяются в качестве ограждающих и несущих в промышленном, гражданском и сельскохозяйственном строительстве.

Из алюминиевых сплавов изготавливают кровельные панели и кровли, конструкции, работающие в агрессивной среде, несущие конструкции для строительства в труднодоступных районах (для снижения транспортных расходов).

Алюминиевые конструкции обладают, по сравнению со стальными, следующими преимуществами:

- плотность алюминиевых сплавов почти в три раза меньше плотности стали ( $\rho_0 = 267 \text{ г/см}^3$ ), а прочность у некоторых марок превосходит прочность стали Ст3;
- высокая стойкость против коррозии. Окисленная пленка плотно схватывается с основным материалом, предотвращая его дальнейшее окисление;
- способ прессования, применяемый для получения алюминиевых профилей проще и дешевле способа прокатки стальных профилей;
- хорошая работа при низких температурах – хладостойкость.

Существенным недостатком конструкций из алюминиевых сплавов является их большая деформативность, т.к. модуль упругости алюминия в три раза меньше модуля упругости стали.

Ограничением для массового внедрения конструкций из алюминиевых сплавов в строительстве является высокая стоимость и дефицитность алюминия. Тонна конструкций из алюминиевых сплавов пока еще в 5-8 раз дороже тонны стальных конструкций.

### ***13.3 Пути снижения материалоемкости металлических конструкций***

Основным направлением в снижении материалоемкости металлических конструкций является снижение их массы. Можно выделить следующие пути снижения массы металлоконструкций:

- совершенствование методов расчета и норм проектирования, применение ЭВМ на всех проектных стадиях, разработка и введение в действие новых строительных норм (ДБН);
- использование при изготовлении металлических конструкций высокопрочных сталей;
- применение металла в легких ограждающих конструкциях.

Для изготовления стеновых панелей применяются:

- профилированный стальной лист толщиной около 1 мм с антикоррозийной защитой в виде оцинковки или окраски, а также алюминиевый профилированный лист толщиной 0,8 мм;
- применение эффективных профилей проката – широкопотолочных двутавров, экономичных тонкостенных двутавров и швеллеров, холодногнутых открытых и замкнутых сварных профилей, электросварных тонкостенных труб;
- эффективные металлические конструкции, такие, например, как мембранные покрытия, фермы-структуры, преднапряженные конструкции, башеннопролетные тонкостенные балки, балки составного сечения и пояса из различных марок сталей и др.

Тонкостенные гнутые профили изготавливают холодным гнутьем из листов толщиной от 2 до 10 мм, применяют для изготовления несущих элементов легких конструкций.

Коробчатые и трубчатые поперечные сечения обеспечивают высокую устойчивость сжатых элементов стержневых конструкций, существенно уменьшают их массу (до 35%).

Металлические конструкции целесообразно применять в сооружениях с большими высотами, пролетами и нагрузкой, где стали или алюминиевые сплавы не могут быть заменены никакими другими материа-

лами. В горячих цехах применение металлических конструкций более целесообразно, так как срок службы железобетонных конструкций в 2-2,5 раза меньше, чем стальных в результате пересушивания бетона.

Снижение массы металлических конструкций уменьшает их стоимость, трудоемкость изготовления и монтажа.

## Глава 14. Деревянные конструкции

### 14.1 Древесина как материал для изготовления деревянных конструкций

Несущие деревянные конструкции изготавливают из древесины хвойных пород 1, 2 и 3 сортов (сосны, ели, лиственницы, пихты, кедра).

Твердые лиственные породы (дуб и др.) используют для изготовления опалубок, лесов, подмостей.

Используемые в строительстве лесоматериалы бывают круглые (бревна) и пиленые. Строительные бревна применяют диаметром от 14 см с градацией через 2 см; длиной от 4 до 6,5 м с градацией через 0,5 м. Длина пиломатериалов, применяемых для изготовления деревянных конструкций, не должна превышать 6,5 м.

Сортамент лесоматериалов, применяемых в строительстве, приведен на рис. 14.1.

Древесина как материал для изготовления строительных конструкций имеет следующие достоинства:

- высокую прочность, которая у твердых хвойных пород достигает  $400 \text{ кгс/см}^2$  при сжатии вдоль волокон и  $500 \text{ кгс/см}^2$  при изгибе;
- невысокую среднюю плотность, колеблющуюся от  $\rho_0 = 500 \text{ кг/м}^3$  до  $900 \text{ кг/м}^3$ , в зависимости от породы и влажности;
- малую теплопроводность; деревянная стена толщиной 11 см эквивалентна по теплозащите кирпичной стене в два кирпича (51 см);
- легкость обработки;
- устойчивость к агрессивным средам;
- возможность индустриального изготовления и монтажа деревянных конструкций, что обуславливает применение древесины в сборно-разборных сооружениях.

К недостаткам древесины, ограничивающим ее использование, следует отнести:

- легкую возгораемость;
- загниваемость;
- неоднородность (анизотропность) строения;
- наличие пороков (косослой, сучки, трещины и др.);
- гигроскопичность и ее следствия – коробление, растрескивание и т.д.

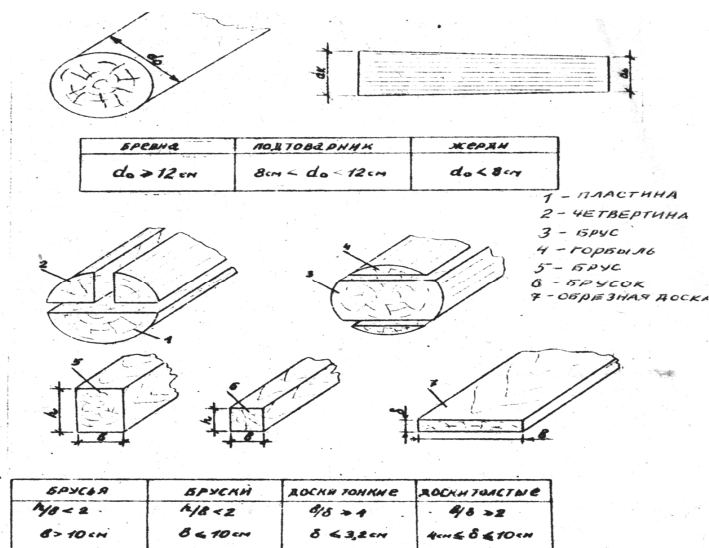


Рис. 14.1

Многие из указанных недостатков устраняются с применением деревянных клееных конструкций. Для их изготовления применяют остроганные доски хвойных пород, влажностью не более 8 %. Склеивание производят водо- и биостойкими синтетическими клеями под давлением  $3-5 \text{ кг/см}^2$  с длительной запрессовкой (4-24 час.). Создание высокопрочных клеев для деревянных конструкций позволило получить принципиально новый строительный материал – клееную древесину, конструктивные свойства которой намного превосходят свойства природной древесины.

В клеевых конструкциях могут быть использованы не только маломерные доски, но и низкосортная древесина с сучками и продольными трещинами.

Высокая прочность клееной древесины при малом весе позволяет ей успешно конструировать с конструкциями из стали и бетона. При равных нагрузках и пролетах масса несущих конструкций из клееной

древесины почти в 5 раз меньше, чем из железобетона. Особенно эффективным становится ее применение в большепролетных зданиях и сооружениях. Чем больше перекрываемый пролет, тем полнее выявляется преимущество деревянных клееных конструкций.

Деревянные клееные конструкции имеют следующие преимущества:

- повышенную, по сравнению с природной древесиной, прочность;
- постоянство механических характеристик (прочности, деформативности);
- отсутствие сдвигов и ослаблений в соединениях;
- легкость образования наиболее выгодных в работе форм поперечных сечений и возможность придания элементам криволинейного очертания;
- возможность использования короткомерного материала, что резко сокращает отходы, увеличивает процент использования деловой древесины и позволяет получить из отдельных маломерных досок и брусев крупные монолитные элементы требуемых размеров поперечного сечения и длины;
- повышенную огнестойкость в связи с монолитностью и компактностью сечений клееных элементов, а также в результате пропитки растворами огнезащитных солей ( $80-100 \text{ кг/м}^3$ );
- возможность использования пиломатериалов лиственных пород, распределенных по высоте сечения клееного пакета, в соответствии с их качеством;
- индустриальность изготовления и монтажа, высокую степень заводской готовности.

Существенным недостатком деревянных клееных конструкций является их высокая стоимость.

Физико-механические свойства древесины зависят в основном от породы дерева и влажности.

Прочность древесины определяют на основании лабораторных испытаний образцов чистой древесины на сжатие, растяжение и скалывание вдоль волокон и на поперечный изгиб при 12% влажности. Для деревянных конструкций влажность древесины не должна превышать 25%. При уменьшении влажности прочность древесины увеличивается и уменьшается ее деформативность.

Механическая прочность древесины зависит от длительности приложения нагрузки, неоднородности строения древесины, от породы, влажности, температуры и характеризуется ее расчетным сопротивлением.

Модуль упругости воздушно-сухой древесины, независимо от ее породы, принимается вдоль волокон  $E = 10^5 \text{ кг/см}^2$ , поперек волокон  $E = 4 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^2$ . С увеличением влажности модуль упругости уменьшается.

#### **14.2 Виды деревянных конструкций и область их применения**

Деревянные конструкции могут быть выполнены в виде бревенчатых или брусчатых срубов (рис. 14.2, б, в), каркасных стен из стоек, обшитых досками (рис. 14.2, а), клефанерных утепленных панелей.

Несущие деревянные конструкции в строительстве применяются в основном в виде:

- балок и стоек цельного сечения из бревен и брусев (рис. 14.3);
- составных балок (дощато-клееных пролетом 6-15 м и на пластинчатых нагелях пролетом до 6,5 м);
- подкосных систем;
- стропильных ферм пролетом до 24 м;
- клееных деревянных арок.

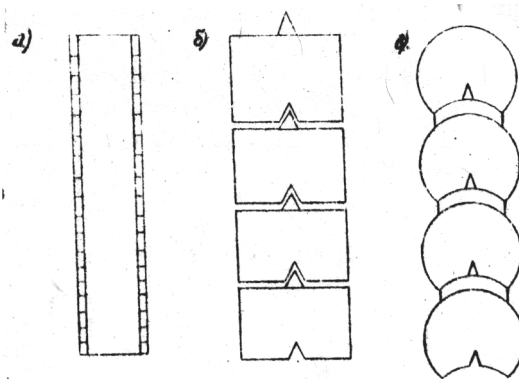


Рис. 14.2

Деревянные конструкции могут быть использованы при возведении сводов, куполов, складок, водонапорных башен, надшахтных копров.

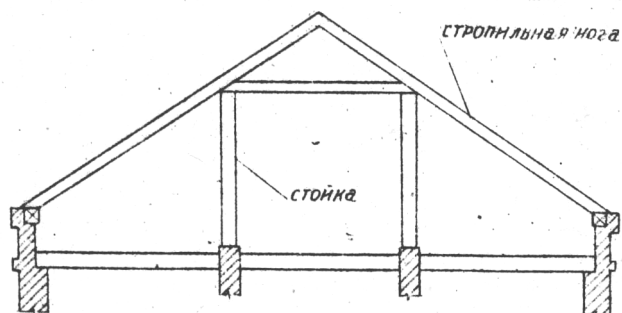


Рис. 14.3

К числу объектов, где деревянные конструкции могут быть использованы с наибольшим эффектом, следует отнести:

- здания и сооружения лесозаготовительных и лесопильно-деревообрабатывающих предприятий и домостроительных комбинатов;
- производственные здания предприятий химической промышленности, где клееные и другие виды безметалло-деревянных конструкций в ряде случаев оказываются более устойчивыми к коррозии, чем металл и железобетон; деревянные конструкции в цехах по производству серной кислоты, свинца, меди, цинка и других служат 30-50 лет, в то время, как железобетонные - 7-10;
- склады и другие подсобно-вспомогательные здания и сооружения разных отраслей народного хозяйства;
- здания общественного назначения: летние театры, рестораны, кафе, выставочные павильоны, спортивные сооружения и др.;
- сельскохозяйственные здания и сооружения: животноводческие постройки, складские помещения (особенно склады химических удобрений, где конструкции из других материалов быстро разрушаются), здания технического обслуживания сельскохозяйственной техники, культурно-бытовое строительство и др.;
- крыши жилых и гражданских зданий вне зависимости от этажности, междуэтажные и чердачные перекрытия тех же зданий высотой до двух этажей;
- подсобные сооружения, при производстве строительно-монтажных работ (леса, подмости, эстакады, бункеры и инвентарные сборно-разборные здания строительных площадок).

### **14.3 Перспективы развития деревянных конструкций**

Древесина – единственный конструкционный материал, который непрерывно восстанавливается природой.

Леса и запасы древесины в них являются составной частью экономического потенциала страны, частью ее национального богатства.

К настоящему времени внедрены современные методы обработки древесины, имеются химические средства для ее защиты от гниения и возгорания, организовано производство синтетических клеев, позволяющих повысить капитальность и надежность зданий и сооружений с эффективным использованием древесины.

Основными задачами развития деревянных клееных конструкций (ДКК) являются:

- изменение породы и сорта древесины для изготовления ДКК. Сейчас для ДКК применяется древесина только хвойных пород: сосны, ели. Последние исследования показали возможность частичной замены ели и сосны древесиной лиственных пород, прежде всего осины. Для изготовления клееных конструкций можно применять низкосортную древесину, например, в несущих конструкциях допустимо 70-75 % древесины сорта III и 25-30 % - II сорта. Намечается переход к конструкциям с использованием древесно-стружечных, волокнистых и цементно-стружечных плит;
- сокращение удельного расхода древесины на изготовление ДКК. Сейчас на изготовление 1 м<sup>3</sup> ДКК расходуется около 5 м<sup>3</sup> круглого леса, что существенно увеличивает их стоимость;
- переход на изготовление ДКК из унифицированных элементов, что позволит значительно упростить проектирование конструкций, повысить их качество, сократить типоразмеры, поставлять комплекты элементов или конструкций на здания и сооружения;
- выбор рациональных поперечных сечений ДКК. Склеиванием образуется прямоугольные, двутавровые, коробчатые поперечные сечения;

- применение эффективных конструкций. разработаны типовые ДКК для производственных и общественных зданий различных назначений, в том числе гнутоклееные рамы пролетом до 24 м, балки пролетом 24 м, трехшарнирные арки пролетом до 18 м;
- обоснование наиболее рациональной области применения ДКК. Областью применения ДКК могут быть здания и сооружения лесопильно-деревообрабатывающей промышленности, домостроительных комбинатов, химической промышленности, где древесина более устойчива к коррозии, чем железобетон и металл.

Эти конструкции эффективны в подсобных, производственных и вспомогательных зданиях сельского строительства, зданиях летних театров, сельских клубов, крытых рынков, спортивных сооружений, пролетных строений автодорожных мостов и др.

Рассмотренные перспективы развития деревянных клееных конструкций позволят повысить эффективность использования древесины, увеличить объем применения ДКК, снизить их материалоемкость.

## Глава 15. Каменные конструкции

### 15.1 Материалы для каменных и армокаменных конструкций

Каменные конструкции выполняют из камня и раствора, в армированной кладке в швы закладывают стальную арматуру.

Каменные материалы разделяют на природные, добываемые в карьерах, и искусственные, изготавливаемые из минерального сырья.

Для возведения каменных конструкций применяют следующие природные каменные материалы:

- неправильной формы – рваный и постелистый бутовый камень, булыжник;
- пиленные камни легких пород – туф, известняк-ракушечник;
- штучный каменный материал, допускающий при высоте камня более 14 см его ручную укладку (вес до 40 кг);
- крупные блоки – камни большого объема и веса, укладка которых невозможна вручную (вес от 0,5 до 5 тонн). Чаще всего их изготавливают из известняка плотностью  $2200 \text{ кг/м}^3$ .

Искусственные каменные материалы разделяют на:

- кирпич – глиняный обыкновенный (обожженный), силикатный, шлаковый, глиняный пустотелый, сырцовый (необожженный). Плотность кирпича  $1700\text{--}2000 \text{ кг/м}^3$ , легкого  $700\text{--}1500 \text{ кг/м}^3$ ;
- штучные камни – из тяжелого бетона, из легкого бетона на пористых заполнителях, из ячеистого бетона, керамические камни;
- крупные блоки – бетонные, силикатные.

Каменные материалы должны быть прочными, долговечными и обладать теплозащитными свойствами. Прочность камней характеризуется их марками.

Марка камней определяется по пределу прочности при сжатии образцов установленной формы и размеров (кубов с ребром 5, 7, 10, 15 или 20 см), а для кирпича – в зависимости от предела прочности его при сжатии и изгибе.

Каменные материалы подразделяют по прочности на следующие группы:

- малой прочности – марок 4-50;
- средней прочности – марок 75-200;
- высокой прочности – марок 250-1000.

Строительные растворы обеспечивают сцепление камней друг с другом и их совместную работу в каменной кладке. В зависимости от вида вяжущих используют цементные, известняковые и смешанные растворы.

Цементные растворы имеют высокую прочность, но требуют большого расхода цемента и поэтому дороги. Применяются главным образом для кладки фундаментов и других каменных сооружений, расположенных ниже уровня грунтовых вод.

Наиболее распространены смешанные кладочные растворы – цементно-известковые и цементно-глиняные. Они обладают достаточной прочностью, хорошей пластичностью при атмосферных воздействиях, их применение сокращает расход цемента.

Глиняные растворы имеют малую прочность, их применение поэтому ограничено.

Прочность раствора характеризуется его маркой, которая соответствует пределу прочности при сжатии растворных кубов с ребром 7,07 см в возрасте 28 дней.

Для каменных кладок применяют растворы марок 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150 и 200.

Для армирования каменных конструкций применяют сталь горячекатаную круглую гладкую класса А–1, периодического профиля класса А–П диаметрами 6-40 мм и холоднотянутую арматурную проволоку периодического профиля класса Вр–1 диаметром 3-8 мм.

### 15.2 Виды каменных конструкций

Каменные конструкции применяют при возведении промышленных, гражданских зданий высотой до пяти этажей. Поэтому, несмотря на мощную индустрию сборного железобетона, около 60 % стен выполняют из каменных материалов и 40 % – из железобетона.

Из камня выполняют фундаментные наружные и внутренние стены, несущие столбы, тонкостенные сводчатые покрытия, а также некоторые инженерные сооружения, например, фабрично-заводские трубы, трубы крупных котельных, водонапорные башни, канализационные коллекторы и колодцы, а иногда и резервуары для хранения жидкостей, отстойники.

Широкое применение каменных конструкций обусловлено повсеместным распространением запасов камня и сырья для искусственных каменных материалов, высокой прочностью, долговечностью и огнестойкостью каменных конструкций.

Для повышения прочности и устойчивости каменных конструкций их армируют стальными стержнями. Такие конструкции называют армокаменными. наибольшее распространение имеют конструкции стен и столбов с поперечным (сетчатым) армированием (рис. 15.1) с укладкой арматурных сеток в горизонтальные швы.

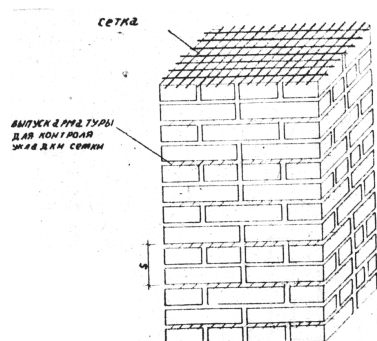


Рис. 15.1. Сетчатое армирование.

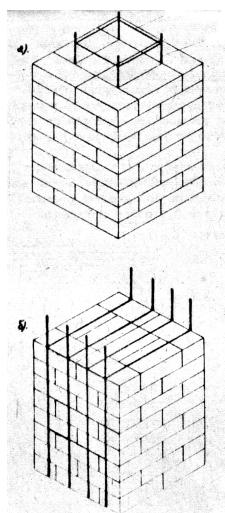


Рис. 15.2. Армирование каменных конструкций.

Сетчатая арматура значительно повышает прочность кладки (при достаточно большом количестве арматуры – примерно в 1,5-2 раза).

Наименьший диаметр арматуры – 3 мм. Сетки укладываются не реже чем через 5 рядов кладки из обычного кирпича или через 40 см – для кладки из других видов камней. Укладку сеток контролируют по выпускам арматуры, выступающей на 5 мм за поверхность серки. Марка раствора для армокаменных конструкций – не ниже 50.

В районах, подверженных землетрясениям, усиление каменных конструкций производят с помощью продольного армирования (рис. 15.2), что увеличивает сопротивление кладки изгибу. Продольную арматуру устанавливают внутри кладки или снаружи, в слое раствора, наносимого на поверхность кладки, или снаружи - в слое раствора, наносимого на поверхность кладки с целью защиты арматуры от коррозии.

При необходимости еще большего повышения прочностных свойств каменной кладки применяют комплексные конструкции. При этом каменную кладку усиливают железобетонными элементами (сердечниками), бетонируемыми одновременно с возведением кладки (рис. 15.3).

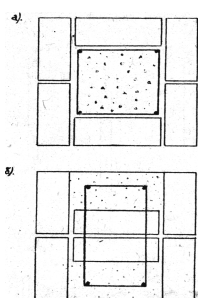


Рис. 15.3. Усиление

каменной кладки сердечниками из железобетона.

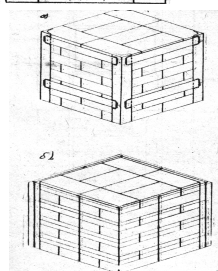


Рис. 15.4. Усиление кладки стальными обоймами.

Применение комплексных и армокаменных конструкций позволило значительно расширить область применения каменных кладок и уменьшить размеры сечений элементов конструкций. В тех случаях, когда требуется усилить столбы или простенки, применяется армирование стальными или железобетонными обоймами. Необходимость в этом возникает при надстройке верхних этажей над ранее построенными зданиями, при увеличении нагрузки на перекрытия. Массовое усиление поврежденных каменных конструкций производилось в восстановительном строительстве после войны.

Стальные обоймы состоят из вертикальных уголков, установленных на растворе по углам столбов или простенков и соединенных друг с другом приваренными стальными планками. (рис. 15.4 а)

Железобетонная обойма выполняется толщиной 6-10 см и армируется продольной арматурой и хомутами по расчету. (рис. 15.4 б)

### 15.3 Пути снижения материалоемкости каменных конструкций

Каменные конструкции фундаментов несущих наружных и внутренних стен составляют около 70 % от массы каменных зданий, поэтому вопросы снижения материалоемкости каменных конструкций занимают одно из главных мест в вопросах снижения материалоемкости строительства.

Главным направлением в снижении материалоемкости каменных конструкций является снижение их массы, т.е. сокращение расхода основных материалов: камня, раствора и арматуры на возведение здания или сооружения.

Можно выделить следующие пути снижения массы каменных конструкций:

- совершенствование методов расчета, внедрение в практику строительства прогрессивных строительных норм и правил;
- использование материалов повышенной прочности. Увеличить прочность каменной кладки и уменьшить сечения конструктивных элементов можно путем применения как камней повышенной прочности, так и раствора повышенной прочности. Применение камня повышенной прочности более выгодно, так как не влечет за собой увеличения расхода цемента.;
- применение легких стеновых материалов: дырчатого кирпича, пустотелых керамических камней и камней из легкого бетона, блоков и панелей из легкого бетона;
- применение эффективных каменных конструкций, таких как стены с эффективными утеплителями, воздушными прослойками, а также армокаменных и комплексных конструкций;
- использование рациональных схем зданий и сооружений, к которым можно отнести, например, здания с поперечными несущими стенами.

Экономический эффект от проведения мероприятий по снижению массы каменных конструкций при строительстве 30 млн.м<sup>2</sup> каменных зданий экономит труд около 30 тыс. человек.

## **Литература**

- Строительные материалы. Справочник. – М., 1989. – 568с.  
Комар А.Г. Строительные материалы и изделия. – М., 1983. – 487с.  
Попов Л.Н. Строительные материалы и детали. – М., 1984. – 328с.  
Пособие к практическим работам по строительным материалам. – Симферополь, 1991. – 137с.  
Тараненко А.С. и др. Технология строительных процессов. – Симферополь, УЭУ, 2003. - 420с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
Раздел I. Строительные материалы и изделия .....	6
Глава 1. Общие сведения о строительных материалах .....	6
1.1. Основные свойства строительных материалов.....	6
1.2. Физические свойства строительных материалов.....	8
1.3. Механические свойства строительных материалов .....	11
Глава 2. Лесные строительные материалы.....	14
2.1. Виды и сортамент лесных материалов .....	14
2.2. Строительные детали и конструкции из древесины .....	16
Глава 3. Металлы в строительстве .....	17
3.1. Свойства металлов.....	17
3.2. Классификация и сортамент металлов .....	19
3.3. Применение стали в строительстве .....	21
Глава 4. Природные каменные материалы.....	22
4.1. Классификация, свойства и добыча каменных материалов .....	22
4.2. Горные породы и материалы .....	23
4.3. Строительные материалы и изделия из природного камня.....	25
Глава 5. Керамические материалы и изделия .....	26
5.1. Свойства и сырье для изготовления .....	26
5.2. Стеновые керамические материалы.....	28
5.3. Облицовочные керамические материалы.....	31
5.4. Керамические изделия и материалы различного назначения .....	32
Глава 6. Минеральные вяжущие вещества.....	33
6.1. Классификация минеральных вяжущих веществ.....	33
6.2. Воздушные вяжущие вещества .....	34
6.3. Гидравлические вяжущие вещества .....	36
6.4. Портландцемент и специальные виды цемента.....	37
Глава 7. Бетоны и строительные растворы .....	39
7.1. Классификация и свойства бетонов.....	39
7.2. Тяжелый бетон.....	41
7.3. Легкие бетоны.....	46
7.4. Строительные растворы .....	48
Глава 8. Искусственные каменные материалы на основе минеральных вяжущих веществ .....	49
8.1. Виды искусственных каменных материалов .....	49
8.2. Гипсовые и гипсобетонные изделия .....	50
8.3. Изделия на основе извести .....	52
8.4. Асбестоцементные изделия .....	53
Глава 9. Теплоизоляционные и акустические материалы .....	55
9.1. Теплоизоляционные материалы .....	55
9.2. Акустические материалы и изделия .....	57
Глава 10. Органические вяжущие материалы и изделия на их основе.....	59
10.1. Битумные и дегтевые вяжущие .....	59
10.2. Мастичные гидроизоляционные и кровельные материалы .....	60
10.3. Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы.....	64
Глава 11. Пластмассы, материалы лакокрасочные.....	66
11.1. Классификация пластмасс и их свойства .....	66
11.2. Конструктивно-отделочные и отделочные материалы .....	68
11.3. Материалы для полов.....	70
11.4. Санитарно-технические изделия, клеи и мастики .....	72
11.5. Лакокрасочные материалы .....	74
Раздел II. Строительные конструкции.....	77
Глава 12. Железобетонные конструкции.....	77
12.1. Железобетон.....	77
12.2. Предварительно напряженный железобетон .....	78
12.3. Арматура .....	81
12.4. Пути снижения материалоемкости железобетонных конструкций ..	84

Глава 13. Металлические конструкции .....	86
13.1. Материалы для металлических конструкций .....	86
13.2. Виды металлических конструкций и область их применения .....	88
13.3. Пути снижения материалоемкости металлических конструкций.....	95
Глава 14. Деревянные конструкции .....	96
14.1. Древесина как материал для изготовления деревянных конструкций	96
14.2. Виды деревянных конструкций и область их применения.....	99
14.3. Перспективы развития деревянных конструкций .....	101
Глава 15. Каменные конструкции .....	103
15.1. Материалы для каменных и армокаменных конструкций.....	103
15.2. Виды каменных конструкций.....	104
15.3. Пути снижения материалоемкости каменных конструкций .....	107

Учебное издание

**Петренко Валентин Валентинович, Гречаников Григорий Семенович.**

**Строительные материалы и конструкции. Курс лекций.**

**Под общей редакцией Узунова Владимира Николаевича, доктора экономических наук, профессора**

Редактор - Соляникова Г.Г.

Корректор - Гавриловская Г.С.

Верстка - Кожушко С.В.

Подписано к печати 29.09.2004 г.

Формат: 84х108-1/32

Усл. печ.л. - 5,1

Тираж - 1000 экз.

Печать УЭУ

г. Симферополь, ул. Крымской Правды, 4



Ректор – Узунов В.Н.  
доктор экономических наук, профессор

Осуществляет обучение по специальностям:

- с присвоением квалификации **магистр** (обучение 1 год после получения образовательно - квалификационного уровня «бакалавр» по избранной специальности)

✓ **Финансы**

✓ **Экономика предприятий**

✓ **Маркетинг**

- с присвоением квалификаций **бакалавр** (обучение 4 года для очного отделения и 4 года 6 месяцев для заочного на базе полного общего среднего образования) и **специалист** (обучение 1 год после получения образовательно-квалификационного уровня «бакалавр»)

✓ **Финансы**

✓ **Экономика предприятий**

✓ **Управление трудовыми ресурсами**

✓ **Учет и аудит**

✓ **Маркетинг**

✓ **Банковское дело**

✓ **Экономическая кибернетика**

✓ **Экономическая теория**

✓ **Менеджмент организаций**

✓ **Коммерческая деятельность**

✓ **Налогообложение**

- с присвоением квалификации **специалист** (обучение на факультете последипломной подготовки 2 года 6 месяцев на базе полного высшего образования неэкономического профиля) и 1 год 6 месяцев на базе полного высшего экономического образования по специальностям: Финансы, Банковское дело, Экономика предприятий, Экономическая кибернетика, Учет и аудит. Форма обучения – вечерняя. Оплата – по стоимости обучения на заочном факультете.

Начало занятий с 1 сентября.

- с присвоением квалификации **младший специалист** (обучение 3 года для дневной формы обучения после 9 класса, 2 года для дневной формы обучения на основе полного общего среднего образования)

✓ **Финансы**

✓ **Банковское дело**

✓ **Биржевая деятельность**

✓ **Бухгалтерский учет**

✓ **Экономика предприятий**

✓ **Коммерческая деятельность**

Выпускники – **младшие специалисты** – имеют право зачисления на

3 курс университета по избранной специальности без экзаменов.

Вуз аккредитован по III уровню по всем специальностям и имеет лицензию IV уровня аккредитации по специальностям: «Финансы», «Экономика предприятий», «Маркетинг» с правом выдачи диплома государственного образца в соответствии с образовательно-квалификационным уровнем.

Учебная база – 12-этажный учебный корпус, два трехэтажных учебных здания, учебно-лабораторный комплекс, оснащенные современной компьютерной техникой, специализированной библиотекой, читальными залами. Студенты получают возможность пользоваться интернетом, электронной почтой.

**Плата за обучение доступная.**

Для поступления абитуриент представляет следующие документы:

1. Документ о среднем образовании и его ксерокопию.
2. Автобиографию.
3. 6 фотографий размером 3х4 см.
4. Паспорт, его ксерокопию (1-я, 2-я, 11-я страницы).
5. Ксерокопию идентификационного кода.
6. Медицинскую справку формы 86-У.
7. Приписное удостоверение для юношей дневной формы обучения.
8. Справку с места работы или копию трудовой книжки для заочного отделения.

**Прием документов на все факультеты с 15 мая ежедневно с 9-00 до 16-30, кроме воскресенья.**

Студентам дневного отделения на время обучения предоставляется отсрочка от призыва на военную службу.

**При университете функционируют:**

• **Открытый таврический колледж.**

Осуществляет обучение с присвоением квалификации **младший специалист** по специальностям (с углубленным изучением приемов работы на компьютере):

✓ **Банковское дело**

✓ **Коммерческая деятельность**

✓ **Финансы**

✓ **Биржевая деятельность**

✓ **Бухгалтерский учет**

Обучение 3 года для дневной формы обучения после 9 класса, 2 года для дневной формы обучения на основе полного общего среднего образования.

Также проводит профессиональную подготовку всех желающих по профессиям

✓ **Оператор компьютерного набора,**

**Оператор компьютерной верстки (обучение 1 год и 2 года),**

• **Финансово-экономический лицей.**

Проводит обучение школьников 8–11 классов по программе общеобразовательной средней школы, с углубленным изучением компьютерной техники, иностранных языков, математики и экономики.

• **Малая математическая академия.**

Проводит обучение школьников 10-11 классов школ г. Симферополя и Крыма по предметам: математика, информатика (обучение 5 месяцев).

Занятия проводятся 1 раз в неделю по субботам с 10-00 до 13-00.

Начало занятий с 1 октября 2004 года.

Прошедшие обучение в ММА, зачисляются в Университет экономики и управления без экзаменов. Научный руководитель: Павлов Е.А., доктор физико-математических наук, профессор, академик МАН.

**Адрес университета:** 95021, г. Симферополь, ул. Крымской правды, 4  
(проезд троллейбусами 5, 10, 11, остановка “Телезавод”)

**Телефоны:** (0652) 49-49-49 (секретарь),  
49-49-17, 49-49-19 (**приемная комиссия**),  
49-49-27 (**лицей**), 49-49-20 (отдел кадров)  
49-49-39, 49-49-29 (деканаты дневного и заочного отделения),  
51-02-22, 51-02-20 (**Открытый таврический колледж**)