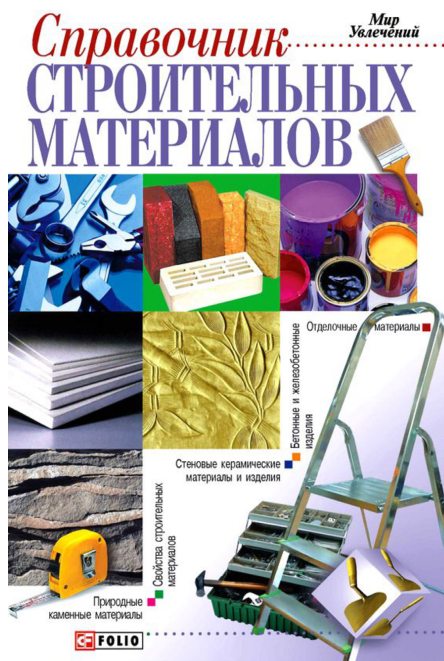


**Владимир Онищенко**

# **Справочник строительных материалов**



## **Свойства строительных материалов**

Свойства строительных материалов определяют области их применения. Только при правильной оценке качества материалов, т. е. их важнейших свойств, могут быть получены прочные и долговечные строительные конструкции зданий и сооружений высокой технико-экономической эффективности.

Все свойства строительных материалов по совокупности признаков подразделяют на физические, химические, механические и технологические.

– К *физическим свойствам* относятся весовые характеристики материала, его плотность, проницаемость для жидкостей, газов, тепла, радиоактивных излучений, а также способность материала сопротивляться агрессивному действию внешней эксплуатационной среды. Последнее характеризует стойкость материала, обуславливающую в конечном итоге сохранность строительных конструкций.

– *Химические свойства* оцениваются показателями стойкости материала при действии кислот, щелочей, растворов солей, вызывающих обменные реакции в материале и разрушение его.

– *Механические свойства* характеризуются способностью материала сопротивляться сжатию, растяжению, удару, вдавливанию в него постороннего тела и другим видам воздействий на материал с приложением силы.

– *Технологические свойства* — способность материала подвергаться обработке при изготовлении из него изделий.

Кроме этого, свойства строительного материала определяются его структурой. Для получения материала заданных свойств следует создать его внутреннюю структуру, обеспечивающую необходимые технические характеристики. В конечном итоге знание свойств материалов необходимо для наиболее эффективного его использования в конкретных условиях эксплуатации.

Структуру строительного материала изучают на трех уровнях: макроструктура – строение материала, видимое невооруженным глазом; микроструктура – строение, видимое через микроскоп; внутреннее строение вещества, изучаемое на молекулярно-ионном уровне (физико-химические методы исследования – электронная микроскопия, термография, рентгеноструктурный анализ и др.).

**Макроструктуру твердых строительных материалов** (исключая горные породы, имеющие свою геологическую классификацию) делят на следующие группы: конгломератная, ячеистая, мелкопористая, волокнистая, слоистая и рыхлозернистая (порошкообразная). Искусственные *конгломераты* представляют собой большую группу; это различного вида бетоны, керамические и другие материалы. *Ячеистая структура* материала отличается наличием макропор; она свойственна газо- и пенобетонам, газосиликатам и др. *Мелкопористая структура* характерна, например, для керамических материалов, получаемых в результате выгорания введенных органических веществ. *Волокнистая структура* присуща древесине, изделиям из минеральной ваты и др. *Слоистая структура* характерна для листовых, плитных и рулонных материалов. *Рыхлозернистые материалы* — это заполнители для бетонов, растворов, различного вида засыпка для теплозвукоизоляции и др.

**Микроструктура строительных материалов** подразделяется на кристаллическую и аморфную. Эти формы нередко являются лишь различными состояниями одного и того же вещества, например кварц и различные формы кремнезема. *Кристаллическая форма* всегда устойчива. Чтобы вызвать химическое взаимодействие между кварцевым песком и известью в производстве силикатного кирпича применяют автоклавную обработку сырца насыщенным водяным паром с температурой 175 °С и давлением 0,8 МПа, в то же время при температуре 15–25 °С трепел (аморфная форма диоксида кремния) с известью при затворении водой образует гидросиликат кальция. *Аморфная форма* вещества может перейти в более устойчивую кристаллическую. Для каменных материалов практическое значение имеет явление полиморфизма, когда одно и то же вещество способно существовать в различных кристаллических формах, называемых модификациями. Полиморфные превращения кварца сопровождаются изменением объема. Для кристаллического вещества характерны определенная температура плавления и геометрическая форма кристаллов каждой модификации.

Свойства монокристаллов в разных направлениях неодинаковы. Теплопроводность, прочность, электропроводность, скорость растворения и явления анизотропии являются следствием особенностей внутреннего строения кристаллов. В

строительстве применяют поликристаллические каменные материалы, в которых разные кристаллы ориентированы хаотично. Эти материалы по своим свойствам относятся к изотропным, исключение составляют слоистые каменные материалы (гнейсы, сланцы и др.). Внутренняя структура материала определяет его механическую прочность, твердость, теплопроводность и другие важные свойства.

Кристаллические вещества, входящие в состав строительного материала, различают по характеру связи между частицами, образующими кристаллическую решетку. Она может быть образована: нейтральными атомами (как в алмазе); ионами (разноименно заряженными, как в кальците  $\text{CaCO}_3$ , или одноименными, как в металлах); целыми молекулами (кристаллы льда). Ковалентная связь, обычно осуществляемая электронной парой, образуется в кристаллах простых веществ (алмазе, графите) или в кристаллах, состоящих из двух элементов (кварце, карборунде). Такие материалы отличаются высокой прочностью и твердостью, они весьма тугоплавки. Ионные связи образуются в кристаллах материалов, где связь имеет в основном ионный характер, например гипс, ангидрид. Они имеют невысокую прочность, не водостойки.

В относительно сложных кристаллах (кальците, полевых шпатах) имеют место и ковалентная и ионная связи. Например, в кальците внутри сложного иона связь ковалентная, но с ионами – ионная. Кальцит  $\text{CaCO}_3$  обладает высокой прочностью, но малой твердостью, полевые шпаты имеют высокие прочность и твердость.

Молекулярные связи образуются в кристаллах тех веществ, в молекулах которых связи являются ковалентными. Кристалл этих веществ построен из целых молекул, которые удерживаются друг около друга относительно слабыми ван-дер-ваальсовыми силами межмолекулярного притяжения (кристаллы льда), имеющими низкую температуру плавления.

Силикаты имеют сложную структуру. Волокнистые минералы (асбест) состоят из параллельных силикатных цепей, связанных между собой положительными ионами, расположенными между цепями. Ионные силы слабее ковалентных связей внутри каждой цепи, поэтому механические силы, недостаточные для разрыва цепей, расчленяют такой материал на волокна. Пластинчатые минералы (слюда, каолинит) состоят из силикатных групп, связанных в плоские сетки. Сложные силикатные структуры построены из тетраэдров, связанных между собой общими вершинами (атомами кислорода) и образующих объемную решетку, поэтому их рассматривают как неорганические полимеры.

Важными свойствами строительных материалов являются также химический, минеральный и фазовый состав. *Химический состав* неорганических вяжущих материалов (извести, цемента и др.) и естественных каменных материалов удобно выражать содержанием в них оксидов (в %). Основные и кислотные оксиды химически связаны и образуют минералы, которые характеризуют многие свойства материала. *Минеральный состав* показывает, каких минералов и в каком количестве содержится в данном материале, например, в портландцементе содержание трехкальциевого силиката составляет 45–60 %, причем при большем содержании этого минерала ускоряется процесс твердения и повышается прочность. *Фазовый*

состав и фазовые переходы воды, находящейся в его порах, оказывают большое влияние на свойства материала. В материале выделяют твердые вещества, образующие стенки пор, т. е. каркас и поры, наполненные воздухом или водой. Изменение содержания воды и ее состояния меняет свойства материала.

**Под истинной плотностью** ( $\text{кг/м}^3$ ) понимают массу единицы объема абсолютно плотного материала.

**Под средней плотностью** понимают массу единицы объема материала (изделия) в естественном состоянии (с пустотами и порами). Средняя плотность одного и того же вида материала может быть разной в зависимости от пористости и пустотности.

Сыпучие материалы (песок, щебень, цемент и др.) характеризуются **насыпной плотностью** – отношением массы зернистых и порошкообразных материалов ко всему занимаемому ими объему, включая и пространство между частицами. От плотности материала в значительной мере зависят его технические свойства, например прочность, теплопроводность. Этими данными пользуются при определении толщины ограждающих конструкций отапливаемых зданий, размера строительных конструкций, расчетах транспортных средств, подъемно-транспортного оборудования и др. Значения средней плотности строительных материалов находятся в широких пределах. Плотность зависит от пористости и влажности материала. С увеличением влажности плотность материала увеличивается. Показатель плотности является характерным и для оценки экономичности.

**Пористостью** (%) материала называют степень заполнения его объема порами. Поры – это мелкие ячейки в материале, заполненные воздухом или водой. Поры бывают открытые и закрытые, мелкие и крупные. Мелкие поры, заполненные воздухом, придают строительным материалам теплоизоляционные свойства. По величине пористости можно приближенно судить о других важных свойствах материала: плотности, прочности, водопоглощении, долговечности и др. Для конструкций, от которых требуется высокая прочность или водонепроницаемость, применяют плотные материалы, а для стен зданий – материалы со значительной пористостью, обладающие хорошими теплоизоляционными свойствами.

Открытые поры сообщаются с окружающей средой и могут сообщаться между собой, они заполняются при погружении в ванну с водой. В звукопоглощающих материалах специально создаются открытая пористость и перфорация для большего поглощения звуковой энергии.

Закрытая пористость по размерам и распределению пор характеризуется: а) интегральной кривой распределения объема пор по их радиусам в единице объема и б) дифференциальной кривой распределения объема пор по их радиусам. Значение пористости, полученное с помощью ртутного поромера, позволяет определить размер и объем пор каждой величины и оценить их форму. Ртуть не смачивает поры большинства строительных материалов и проникает в них при повышенном давлении. При нулевом давлении несмачивающая жидкость не будет проникать в поры.



Удельную поверхность порового пространства определяют, используя средний условный радиус пор или адсорбционными методами (по адсорбции водяного пара, азота или другого инертного газа). Удельная поверхность ( $\text{см}^2/\text{г}$ ) пропорциональна массе адсорбированного водяного пара (газа), необходимой для покрытия мономолекулярным слоем всей внутренней поверхности пор (в 1 г на 1 г сухого материала).

*Пустотность* — количество пустот, образующихся между зернами рыхлонасыпанного материала (песка, щебня и т. п.) или имеющихся в некоторых изделиях, например в пустотелом кирпиче, панелях из железобетона. Пустотность песка и щебня составляет 35–45 %, пустотелого кирпича – 15–50 %.

*Водопроницаемость* – способность материала поглощать воду при увлажнении и отдавать ее при высушивании. Водопроницаемость характеризуется количеством воды, прошедшей в течение 1 ч через  $1 \text{ м}^2$  площади испытуемого материала при давлении 1 МПа. Плотные материалы (сталь, стекло, битум, большинство пластмасс) водонепроницаемы. Насыщение материала водой может происходить при действии на него воды в жидком состоянии или в виде пара. В связи с этим соответственно различают два свойства материала: гигроскопичность и водопоглощение.

*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. Одни материалы энергично притягивают своей поверхностью молекулы воды, и их называют гидрофильными, другие отталкивают воду, и их относят к гидрофобным. Отдельные гидрофильные материалы способны растворяться в воде, тогда как гидрофобные стойко сопротивляются действию водной среды. При прочих равных условиях гигроскопичность материала зависит от его природы, величины поверхности, структуры (поры и капилляры). Материалы с одинаковой пористостью, но имеющие более мелкие поры и капилляры, оказываются более гигроскопичными, чем крупнопористые материалы.

*Водопоглощение* — способность материала впитывать и удерживать воду. Характеризуется оно количеством воды, поглощаемой сухим материалом, погруженным полностью в воду, и выражается в процентах от массы. Водопоглощение всегда меньше истинной пористости, так как часть пор оказывается закрытой, не сообщаемой с окружающей средой и недоступной для воды. Объемное водопоглощение всегда меньше 100 %, а водопоглощение по массе у очень пористых материалов может быть более 100 %.

Водопоглощение строительных материалов изменяется главным образом в зависимости от объема пор, их вида и размеров. Влияют на величину водопоглощения и природа вещества, степень его гидрофильности. В результате насыщения водой свойства материалов значительно изменяются: увеличиваются плотность и теплопроводность, а в некоторых материалах (древесина, глина) увеличивается объем (они разбухают), понижается прочность вследствие нарушения связей между частицами материала проникающими молекулами воды.

Отношение предела прочности при сжатии материала, насыщенного водой, к пределу прочности при сжатии материала в сухом состоянии называется *коэффициентом размягчения* ( $K_{\text{разм}}$ ). Этот коэффициент характеризует водостойкость материала. Для легко-размокаемых материалов (глина)  $K_{\text{разм}} = 0$ , для материалов (металл, стекло), которые полностью сохраняют свою прочность при действии воды,  $K_{\text{разм}} = 1$ . Материалы с  $K_{\text{разм}} > 0,8$  относят к водостойким; материалы с  $K_{\text{разм}} < 0,8$  в местах, подверженных систематическому увлажнению, применять не разрешается.

**Влагоотдача** – способность материала отдавать влагу. Материалы, находясь на воздухе, сохраняют свою влажность только при условии определенной, так называемой равновесной относительной влажности воздуха. Если же влажность материала оказывается ниже равновесной влажности, то материал начинает отдавать влагу в окружающую среду (высушиваться). Скорость влагоотдачи зависит, во-первых, от разности между влажностью материала и относительной влажностью воздуха – чем больше разность, тем интенсивнее происходит высушивание; во-вторых, на влагоотдачу влияют свойства самого материала, характер его пористости, природа вещества. Материалы с крупными порами и гидрофобные легче отдают воду, чем мелкопористые и гидрофильные.

В естественных условиях влагоотдача строительных материалов характеризуется интенсивностью потери влаги при относительной влажности воздуха 60 % и температуре 20 °С. В воздухе в естественных условиях всегда содержится влага. Поэтому влажный материал высушивается при этих условиях не полностью, а только до равновесной влажности. Состояние материала при этом является воздушно-сухим. Древесина в комнатных условиях, где относительная влажность не превышает 60 %, имеет влажность 8—10 %, наружные стены зданий – 4–6 %. С изменением относительной влажности воздуха изменяется и влажность материалов (если последние гидрофильные).

**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: разбухают при увлажнении, дают усадку при последующем высыхании, иногда возникает и коробление материала.

Систематическое увлажнение и высушивание вызывают знакопеременные напряжения в материале строительных конструкций и со временем приводят к потере ими несущей способности (разрушению). Бетон в таких условиях склонен к разрушению, так как при высыхании цементный камень сжимается, а заполнитель практически не реагирует; в результате в цементном камне возникают растягивающие напряжения, он сжимается и отрывается от заполнителя. Древесина при изменении влажности подвергается знакопеременным деформациям. Повысить воздухостойкость материалов можно путем введения гидрофобных добавок, придающих материалу водоотталкивающие свойства.

**Морозостойкость** — способность насыщенного водой материала выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без признаков

разрушения и значительного снижения прочности. Систематические наблюдения показали, что многие материалы в условиях попеременного насыщения водой и замораживания постепенно разрушаются. Разрушение происходит в связи с тем, что вода, находящаяся в порах материала, при замерзании увеличивается в объеме примерно до 9 %. Наибольшее расширение воды при переходе в лед наблюдается при температуре  $-4^{\circ}\text{C}$ ; дальнейшее понижение температуры не вызывает увеличения объема льда. При заполнении пор водой и ее замерзании стенки пор начинают испытывать значительные напряжения и могут разрушаться.

Определение степени морозостойкости материала производят путем замораживания насыщенных водой образцов при температуре от  $-15$  до  $-17^{\circ}\text{C}$  и последующего их оттаивания. Такую низкую температуру опыта принимают по той причине, что вода в тонких капиллярах замерзает только при  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Морозостойкость материала зависит от плотности и степени насыщения водой их пор. Плотные материалы морозостойки. Из пористых материалов морозостойкостью обладают только такие, у которых имеются в основном закрытые поры или вода занимает менее 90 % объема пор. Материал считают морозостойким, если после установленного числа циклов замораживания и оттаивания в насыщенном водой состоянии прочность его снизилась не более чем на 15 %, а потери в массе в результате выкрашивания не превышали 5 %. Если образцы после замораживания не имеют следов разрушения, то степень морозостойкости устанавливают по коэффициенту морозостойкости ( $K_f$ ).

Для морозостойких материалов  $K_f$  не должен быть менее 0,75. По числу выдерживаемых циклов попеременного замораживания и оттаивания (степени морозостойкости) материалы имеют марки F10, 15, 25, 35, 50, 100, 150, 200 и более. В лабораторных условиях замораживание образцов производят в холодильных камерах. Один-два цикла замораживания в камере дают эффект, близкий к трех-пятилетнему действию атмосферы. Существует также ускоренный метод испытания, по которому образцы погружают в насыщенный раствор сернокислого натрия и затем высушивают при температуре  $100\text{--}110^{\circ}\text{C}$ . Образующиеся при этом в порах камня кристаллы десятиводного сульфата натрия (со значительным увеличением объема) давят на стенки пор еще сильнее, чем вода при замерзании. Такое испытание является особо жестким. Один цикл испытания в растворе сернокислого натрия приравнивается к 5—10 и даже 20 циклам прямых испытаний замораживанием.

**Теплопроводность** – свойство материала пропускать тепло через свою толщину. Теплопроводность материала оценивают количеством тепла, проходящим через образец материала толщиной 1 м и площадью  $1\text{ м}^2$  за 1 ч при разности температур на противоположных плоскопараллельных поверхностях образца в  $1^{\circ}\text{C}$ . Теплопроводность материала зависит от многих факторов: природы материала, его структуры, степени пористости, характера пор, влажности и средней температуры, при которой происходит передача тепла. Материалы с закрытыми порами менее теплопроводны, нежели материалы с сообщающимися порами. Мелкопористые материалы имеют меньшую теплопроводность, чем крупнопористые. Это объясняется тем, что в крупных и сообщающихся порах возникает движение

воздуха, сопровождающееся переносом тепла. Теплопроводность однородного материала зависит от плотности. Так, с уменьшением плотности материала теплопроводность уменьшается, и наоборот. Общей зависимости между плотностью материала и теплопроводностью не установлено, однако для некоторых материалов, имеющих влажность 1–7 % по объему, такая зависимость наблюдается.

На теплопроводность значительное влияние оказывает влажность. Влажные материалы более теплопроводны, нежели сухие. Объясняется это тем, что теплопроводность воды в 25 раз выше теплопроводности воздуха.

Теплопроводность характеризует теплофизические свойства материалов, определяя их принадлежность к классу теплоизоляционных (А – до 0,082; Б – 0,082—0,116 и т. д.), конструкционно-теплоизоляционных и конструкционных (более 0,210).

Теплопроводность материала можно также характеризовать термическим сопротивлением, величиной, обратной теплопроводности.

*Термическое сопротивление* – важная характеристика наружных ограждающих конструкций; от нее зависят толщина наружных стен и затраты на отопление зданий.

Теплопроводность имеет очень важное значение для материалов, используемых в качестве стен и перекрытий отапливаемых зданий, для изоляции холодильников и различных тепловых агрегатов (котлов, теплосетей и т. п.). От величины теплопроводности непосредственно зависят затраты на отопление зданий, что особенно важно при оценке экономической эффективности ограждающих конструкций жилых домов и др.

**Теплоемкость** – свойство материала поглощать при нагревании тепло.

Показателем, характеризующим теплоемкость, является *удельная теплоемкость*. Удельная теплоемкость стали составляет 460, каменных материалов – 755–925, тяжелого бетона – 800–900, лесных материалов – 2380–2720. Знание значения теплоемкости материала требуется в тех случаях, когда необходимо учитывать аккумуляцию тепла, например при расчете теплоустойчивости стен и перекрытий отапливаемых зданий, с целью сохранения температуры в помещении без резких колебаний при изменении теплового режима, при расчете подогрева материала для зимних бетонных работ, при расчете печей и т. д.

**Огнестойкость** – способность материала выдерживать действие высокой температуры без потери несущей способности (большого снижения прочности и значительных деформаций). Это свойство важно при пожарах, а так как в процессе тушения пожаров применяют воду, то при оценке степени огнестойкости материала действие высокой температуры сочетают с действием воды.

Строительные материалы по огнестойкости делят на негорючие, трудногорючие и горючие. *Негорючие материалы* под воздействием высокой температуры или огня не тлеют и не обугливаются (природные и искусственные неорганические материалы, металлы). Однако если одни из этих материалов под воздействием высокой температуры не растрескиваются и не деформируются, например керамический кирпич, то другие, в частности сталь, подвержены

значительным деформациям. Поэтому стальные конструкции не могут быть отнесены к огнестойким. *Трудносгораемые материалы* под воздействием огня или высоких температур обугливаются, тлеют или с трудом воспламеняются, но продолжают гореть или тлеть только при наличии огня (древесина, пропитанная огнезащитными составами). *Сгораемые материалы* горят и тлеют под воздействием огня или высоких температур и продолжают гореть после устранения огня (все органические материалы, не подвергнутые пропитке огнезащитными составами).

*Огнеупорность* — свойство материала противостоять длительному воздействию высоких температур, не деформируясь и не расплавляясь. Материалы по степени огнеупорности подразделяют на огнеупорные, тугоплавкие и легкоплавкие.

К *огнеупорным* относят материалы, выдерживающие продолжительное воздействие температуры от 1580 °C и выше. *Тугоплавкие* выдерживают температуру 1350–1580 °C, а *легкоплавкие* имеют огнеупорность ниже 1350 °C.

*Термическая стойкость* материала характеризуется его способностью выдерживать определенное количество циклов резких тепловых изменений без разрушения. Термическая стойкость зависит от степени однородности материала, температурного коэффициента расширения составляющих его частей. Чем меньше коэффициент температурного расширения, тем выше термическая стойкость материала.

*Радиационная стойкость* – свойство материала сохранять свою структуру и физико-механические характеристики после воздействия ионизирующих излучений. Развитие атомной энергетики и широкое использование источников ионизирующих излучений в различных отраслях народного хозяйства вызывают необходимость оценки радиационной стойкости и защитных свойств материалов. Уровни радиации вокруг современных источников ионизирующих излучений настолько велики, что может произойти глубокое изменение структуры материала. Поток радиоактивного излучения при встрече с конструкциями из данного материала 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  $\gamma$ -излучений – материалы с большой плотностью (свинец, особо тяжелый бетон). Уменьшить интенсивность проникания нейтронного излучения через бетон можно путем введения в него специальных добавок (бора, кадмия, лития).

*Химическая стойкость* — способность материала сопротивляться воздействию кислот, щелочей, растворов солей и газов. Наиболее часто подвергаются действию агрессивных жидкостей и газов санитарно-технические сооружения, канализационные трубы, животноводческие помещения, гидротехнические сооружения (находящиеся в морской воде, имеющей большое количество растворенных солей). Неспособны сопротивляться действию даже слабых кислот карбонатные природные каменные материалы – известняк, мрамор и доломит; не стойки к действию концентрированных растворов щелочей битум. Наиболее

стойкими материалами по отношению к действию кислот и щелочей являются керамические материалы и изделия, а также многие изделия на основе пластмасс.

*Долговечность* — способность материала сопротивляться комплексному действию атмосферных и других факторов в условиях эксплуатации. Такими факторами могут быть: изменение температуры и влажности, действие различных газов, находящихся в воздухе, или растворов солей, находящихся в воде, совместное действие воды и мороза, солнечных лучей. При этом потеря материалом механических свойств может происходить из-за нарушения структуры (образования трещин), обменных реакций с веществами внешней среды, а также в результате изменения состояний вещества (изменения кристаллической решетки, перекристаллизации, перехода из аморфного в кристаллическое состояние). Процесс постепенного изменения (ухудшения) свойств материалов в эксплуатационных условиях иногда называют *старением*.

Долговечность и химическая стойкость материалов непосредственно связаны с величиной затрат на эксплуатацию зданий и сооружений. Повышение долговечности и химической стойкости строительных материалов является одной из наиболее актуальных задач в техническом и экономическом отношениях.

Механические свойства, как уже отмечалось, характеризуются способностью материала сопротивляться всем видам внешних воздействий с приложением силы. По совокупности признаков различают прочность материала при сжатии, изгибе, ударе, кручении и т. д., твердость, пластичность, упругость, истираемость.

*Прочность* — свойство материала сопротивляться разрушению под действием напряжений, возникающих от нагрузки. Изучением этого свойства материалов занимается специальная наука – сопротивление материалов. Ниже излагаются общие понятия о прочности материалов, необходимые для изучения основных свойств строительных материалов.

Материалы, находясь в сооружении, могут испытывать различные нагрузки. Наиболее характерными для строительных конструкций являются сжатие, растяжение, изгиб и удар. Каменные материалы (гранит, бетон) хорошо сопротивляются сжатию и намного хуже (в 5—50 раз) – растяжению, изгибу, удару, поэтому их используют главным образом в конструкциях, работающих на сжатие. Такие материалы, как металл и древесина, хорошо работают на сжатие, изгиб и растяжение, поэтому они используются в конструкциях, испытывающих такого рода нагрузки.

Прочность строительных материалов характеризуется пределом прочности. *Пределом прочности* называют напряжение, соответствующее нагрузке, вызывающей разрушение образца материала. Прочность на сжатие определяют испытанием образцов на механических или гидравлических прессах. Для этой цели применяют специально изготовленные образцы в форме куба со стороной 20–30 см. Из более однородных материалов образцы делают меньших, а из менее однородных – больших размеров. Иногда на сжатие испытывают образцы, имеющие форму цилиндров или призм. При испытании на растяжение металлов применяют образцы

в виде круглых стержней или полос; при испытании на растяжение вяжущих веществ используют образцы в виде восьмерок.

Для определения предела прочности образцы изготавливают в соответствии с ГОСТами. Размеры и форму образцов строго выдерживают, так как они существенно влияют на результат испытания. Так, призмы и цилиндры меньше сопротивляются сжатию, чем кубы того же поперечного сечения; наоборот, низкие призмы (высота меньше стороны) больше сопротивляются сжатию, чем кубы. Это объясняется тем, что при сжатии образца плиты пресса плотно прижимаются к опорным плоскостям его и возникающие силы трения удерживают от расширения прилегающие поверхности образца, а боковые центральные части образца испытывают поперечное расширение, которое удерживается только силами сцепления между частицами. Поэтому чем дальше находится сечение образца от плит пресса, тем легче происходит разрушение в этом сечении и образца в целом. По этой же причине при испытании хрупких материалов (камня, бетона, кирпича и т. п.) образуется характерная форма разрушения – образец превращается в две усеченные пирамиды, сложенные вершинами.

На прочность материала оказывают влияние не только форма и размер образца, но и характер его поверхности, и скорость приложения нагрузки. Поэтому для получения сравнимых результатов нужно придерживаться стандартных методов испытания, установленных для данного материала. Прочность зависит также от структуры материала, его плотности (пористости), влажности, направления приложения нагрузки. На изгиб испытывают образцы в виде балочек, расположенных на двух опорах и нагруженных одним или двумя сосредоточенными грузами, увеличиваемыми до тех пор, пока балочки не разрушатся. В материалах конструкций допускаются напряжения, составляющие только часть предела прочности, таким образом, создается *запас прочности*. При установлении величины запаса прочности учитывают неоднородность материала – чем менее однороден материал, тем выше должен быть запас прочности.

При установлении коэффициента запаса прочности важными являются агрессивность эксплуатационной среды и характер приложения нагрузки. Агрессивная среда и знакопеременные нагрузки, вызывающие усталость материала, требуют более высокого коэффициента запаса прочности. Запас прочности, обеспечивающий сохранность и долговечность конструкций зданий и сооружений, устанавливается нормами проектирования и определяют видом и качеством материала, условиями работы и классом здания по долговечности, а также специальными технико-экономическими расчетами.

За последние годы в практику строительства внедряются новые методы контроля прочности, позволяющие испытывать без разрушения образцы или отдельные элементы конструкций. Этими методами можно испытывать изделия и конструкции при их изготовлении на заводах и строительных объектах, а также после установки их в зданиях и сооружениях. Известны акустические методы, из которых наибольшее распространение получили импульсный и резонансный. Указанным методам присуще общее основное положение, а именно: физические свойства

материала или изделия оцениваются по косвенным показателям – скорости распространения ультразвука или времени распространения волны удара, а также частотой собственных колебаний материала и характеристикой их затухания.

**Твердость** – способность материала сопротивляться проникновению в него другого более твердого тела. Твердость не всегда соответствует прочности материала. Для определения твердости существует несколько методов. Твердость каменных материалов оценивают по шкале Мооса, состоящей из десяти минералов, расположенных по степени возрастания их твердости. Показатель твердости испытуемого материала находится между показателями твердости двух соседних минералов, из которых один чертит, а другой чертится этим материалом. Твердость металлов и пластмасс определяют вдавливанием стального шарика.

От твердости материалов зависит их *истираемость*. Это свойство материала важно при обработке, а также при использовании его для полов, дорожных покрытий. Истираемость материала характеризуется потерей первоначальной массы, отнесенной к 1 м<sup>2</sup> площади истирания. Сопротивление истиранию определяют для материалов, предназначенных для полов, дорожных покрытий, лестничных ступеней и др.

**Износом** называют разрушение материала при совместном действии истирания и удара. Прочность при износе оценивается потерей в массе, выраженной в процентах. Износу подвергают материалы для дорожных покрытий и балласта железных дорог. Сопротивление удару имеет большое значение для материалов, применяемых в полах и дорожных покрытиях. Предел прочности материала при ударе (Дж/м<sup>3</sup>) характеризуется количеством работы, затраченной на разрушение образца, отнесенной к единице объема материала. Испытание материалов на удар производят на специальном приборе – копре.

**Деформация** – изменение размеров и формы материалов под нагрузкой. Если после снятия нагрузки образец материала восстанавливает свои размеры и форму, то деформацию называют упругой, если же он частично или полностью сохраняет изменение формы после снятия нагрузки, то такую деформацию называют пластической.

**Упругость** – свойство материала восстанавливать после снятия нагрузки свою первоначальную форму и размеры. Пределом упругости считают напряжение, при котором остаточные деформации впервые достигают некоторой очень малой величины (устанавливаемой техническими условиями на данный материал).

**Пластичность** – свойство материала изменять свою форму под нагрузкой без появления трещин (без нарушения цельности) и сохранять эту форму после снятия нагрузки. Все материалы делятся на пластичные и хрупкие. К *пластичным материалам* относят сталь, медь, глиняное тесто, нагретый битум и т. п. *Хрупкие материалы* разрушаются внезапно без значительной деформации. К ним относят каменные материалы. Хрупкие материалы хорошо сопротивляются только сжатию и плохо – растяжению, изгибу, удару.



Древесина как строительный материал обладает рядом положительных свойств: относительно высокой прочностью, небольшой плотностью, малой теплопроводностью, легко поддается механической обработке. Вместе с тем древесина имеет и ряд недостатков: анизотропность древесины обуславливает различные показатели прочности и теплопроводности вдоль и поперек волокон; гигроскопичность приводит к изменению свойств; древесина подвержена загниванию и легко воспламеняется. Современная технология обработки древесины позволяет в значительной мере снизить указанные недостатки.

В настоящее время эффективно используются и отходы древесины: из опилок и стружек наряду с фибролитовыми и ксилолитовыми изделиями изготавливают с применением различных органических клеев прессованные плиты, доски и т. д. На передовых деревообрабатывающих комбинатах коэффициент использования древесного сырья достигает 0,98. Кроме того, древесину используют для производства целлюлозы, этилового и бутилового спиртов, бумаги, картона, органических кислот, канифоли и других продуктов. Поэтому экономное расходование древесины в строительстве является очень важной задачей.

### **Строение дерева**

Дерево состоит из ствола, кроны и корней. Корни предназначены для укрепления дерева в грунте, для всасывания влаги и растворенных в ней минеральных веществ и подачи их к стволу. Ствол удерживает крону и служит для перемещения воды и питательных веществ от корней через ветви к листьям, а от листьев обратно к корням. Строение древесины, видимое невооруженным глазом или при небольшом увеличении, называется макроструктурой, а видимое под сильным увеличением (микроскопом) – микроструктурой.

*Макроструктуру древесины* изучают по трем разрезам ствола дерева: поперечному, радиальному продольному (по диаметру или радиусу) и тангентальному продольному (по хорде). В поперечном и радиальном разрезах ствола различают следующие основные части: кору, луб, камбий, древесину и сердцевину.

*Кора* защищает дерево от механических повреждений. Она состоит из наружного слоя – корки и внутреннего луба.

*Луб* — тонкий внутренний слой коры, он предназначен для передачи питательных веществ из кроны дерева вниз; в нем откладываются запасы этих веществ.

*Камбий* — тонкий жизнедеятельный слой ткани, располагающийся за лубом. В слое камбия к центру дерева откалываются клетки древесины, а в сторону луба – лубяные клетки. Каждая клетка камбия при размножении делится на две, одна из которых, более тонкостенная, откладывается к внешней стороне ствола, другая, толстостенная, одревесневшая клетка располагается по направлению к сердцевине. Весной камбий образует широкие клетки с тонкой оболочкой, так называемую весеннюю древесину. Во второй половине вегетационного периода, когда дерево нагружено развивающимися побегами и листьями, камбий образует толстостенные сплюснутые клетки, которые выполняют механические функции и составляют главную часть летней древесины. Образовавшиеся в течение вегетационного

периода слои называют годичными. У некоторых пород, например дуба, они хорошо видны на торцовом разрезе. Находящийся за камбием толстый слой древесины состоит из ряда тонких концентрических слоев.

*Древесина* обычно имеет светлую окраску, но у некоторых пород непосредственно к сердцевинной трубке прилегает более темная древесина, называемая ядром, или мертвой древесиной. От ядра к внешней части ствола располагается светлоокрашенная древесина – заболонь (или оболонь). Древесные породы с темной центральной частью называют ядровыми (дуб, кедр, сосна), а породы, у которых центральная часть имеет свойства ядра, но по цвету не отличается от периферийной части, именуют спелодревесными (ель, пихта, бук). У растущего дерева заболонь состоит преимущественно из живых клеток.

*Сердцевина* расположена вдоль всего ствола в его центральной части. Она состоит из клеток с тонкими стенками. Сердцевина и образовавшиеся в первый год роста побеги образуют сердцевинную трубку. Эта часть ствола является наиболее слабой, она плохо противостоит загниванию. Питательные вещества в поперечном направлении – от коры к сердцевине – проходят по сердцевинным лучам.

В зависимости от условий роста годовые слои бывают различной ширины даже у деревьев одной и той же породы. Однако ширина годового слоя не так существенно отражается на свойствах древесины, как процентное содержание в ней поздней древесины; с его увеличением прочность древесины возрастает.

Перемещение влаги в древесине лиственных пород происходит по сосудам, расположенным вдоль ствола. В некоторых лиственных породах (дуб, ясень, вяз) имеются крупные и мелкие сосуды: крупные сосуды располагаются в ранней части годового слоя, а мелкие собраны в группы или распределены равномерно по всей площади поздней древесины. Такие породы называют *кольце-сосудистыми*. В некоторых лиственных породах (береза, осина, липа) крупных сосудов нет и различия между ранней и поздней частями годового слоя не наблюдаются. Эти породы называют *рассеянно-сосудистыми*. Деревья хвойных пород сосудов не имеют, они состоят из замкнутых удлинённых клеток – трахеид. У большинства хвойных пород между трахеидами в поздней части годового слоя находятся смоляные ходы – межклеточные пространства, заполненные смолой. Кроме годовых колец на поперечном разрезе видны узкие полосы, направленные по радиусам и называемые сердцевидными лучами. На радиальном разрезе дуба они имеют вид относительно широких лент.

*Микроструктура древесины* состоит из большого количества живых и отмерших клеток различных размеров и форм.

Живая клетка имеет протоплазму, ядро, оболочку и клеточный сок.

Протоплазма представляет собой зернистую, прозрачную, тягучую слизь (растительный белок), состоящую из углерода, водорода, кислорода, азота и серы. Ядро от протоплазмы отличается лишь наличием фосфора, оно обычно имеет овальную форму. Оболочка клетки состоит в основном из целлюлозы или клетчатки. По мере роста клетки оболочка претерпевает различные изменения в строении и

составе, в результате чего происходит ее одревенение, опробование или ослизнение. При *одревенении* в оболочке клетки образуется вещество лигнин, в результате чего увеличиваются твердость и прочность клетки. При *опробовании* в оболочке клетки образуются вещества с меньшим содержанием кислорода, чем лигнин, в связи с чем клетка хорошо противостоит гниению и становится непроницаемой для воды и газов. *Ослизнение* сопровождается превращением всей оболочки или ее части в слизь, которая растворяется в воде. Если ослизнется часть оболочки, то создаются отверстия, которыми клетки соединяются между собой, образуя сосуды.

По назначению различают клетки проводящие, механические и запасающие. Проводящие клетки служат в основном для передачи питательных веществ от корней к ветвям и листьям. Механические клетки имеют вытянутую форму, толстые стенки и узкие внутренние полости, которые плотно соединены между собой. Эти клетки в основном придают древесине высокую прочность. Запасающие клетки находятся большей частью в сердцевинных лучах и служат для хранения и передачи питательных веществ живым клеткам в горизонтальном направлении.

### **Свойства древесины**

Древесина обладает весьма разнообразными свойствами. Наиболее полно они раскрываются при изучении физических и механических свойств древесины.

**Физические свойства древесины.** На свойства древесины большое влияние оказывает *влажность*. Воду, находящуюся в древесине, делят на три вида: капиллярную (или свободную), гигроскопическую и химически связанную. Капиллярная вода заполняет в древесине полости клеток, межклеточные пространства и сосуды. Гигроскопическая вода находится в стенках клеток. Химически связанная вода входит в химический состав веществ, образующих древесину. Основную массу воды в растущем дереве составляет капиллярная и гигроскопическая или только гигроскопическая вода. Состояние древесины, в которой отсутствует капиллярная вода и содержится только гигроскопическая, называется точкой насыщения волокон. В древесине разных пород она составляет 23–35 %. При высыхании древесины влага постепенно испаряется с поверхности наружных слоев, а влага, оставшаяся в древесине, передвигается от внутренних слоев к наружным. По степени влажности различают древесину: мокрую, свежесрубленную (влажность 35 % и выше), воздушно-сухую (влажность 15–20 %) и комнатно-сухую (влажность 8–12 %).

*Гигроскопичность* древесины называют свойство ее поглощать из воздуха парообразную воду. Степень поглощения зависит от температуры воздуха и его относительной влажности.

Равновесной называют влажность, которую имеет древесина при продолжительном нахождении на воздухе с постоянной относительной влажностью и температурой. Равновесная влажность комнатно-сухой древесины составляет 8–12 %, поэтому до такой влажности высушивают паркетную клепку и древесину, используемую в помещениях. Влажная древесина отдает влагу окружающему воздуху, а сухая поглощает ее. Поскольку влажность воздуха не постоянна, влажность древесины

также меняется – изменение влажности древесины от нуля до точки насыщения волокон вызывает изменение объема древесины. Последнее приводит к разбуханию и усушке, короблению древесины, появлению трещин. Для уменьшения гигроскопичности и водопоглощения древесину покрывают лакокрасочными материалами или пропитывают различными веществами. Плотность древесины зависит от объема пор и влажности и характеризует ее физико-механические свойства (прочность, теплопроводность, водопоглощение). Показатель плотности используют при определении *коэффициента качества*, который находят отношением предела прочности при сжатии к плотности. У сосны он равен 0,6, а у дуба – 0,57. Пористость древесины хвойных пород колеблется от 46 до 85 %, лиственных – от 32 до 80 %.

*Усушкой* древесины называют уменьшение ее линейных размеров и объема при высыхании. Испарение капиллярной воды не сопровождается усушкой, она происходит только при испарении гигроскопической влаги. При этом уменьшается толщина водных оболочек, мицеллы сближаются друг с другом и уменьшаются размеры древесины. Ввиду неоднородности строения древесина усыхает или разбухает в различных направлениях не одинаково. Линейная усушка вдоль волокон составляет 0,1–0,3 %, в радиальном направлении – 3–6 %, а в тангентальном – 7–12 %.

***Свойство неравномерного изменения линейных размеров*** в различных направлениях является одним из отрицательных свойств дерева как строительного материала. Медленное высыхание древесины обеспечивает более равномерную усушку и дает меньше трещин. Неравномерная усушка древесины в различных направлениях вызывает различные напряжения, в связи с чем древесина коробится и покрывается трещинами. В круглом бревне трещины располагаются радиально. Доски, вырезанные ближе к сердцевине ствола, коробятся меньше, чем доски, выпиленные ближе к поверхности бревна.

***Набуханием*** называют способность древесины увеличивать свои размеры и объем при поглощении воды, пропитывающей оболочки клеток. Древесина разбухает при поглощении влаги до точки насыщения волокон. Набухание, как и усушка, не одинаково в разных направлениях. Вдоль волокон оно составляет 0,1–0,8 %, тогда как в радиальном направлении – 3–5 %, а в тангентальном – 6–12 %.

***Водопроницаемость*** древесины зависит от породы дерева, первоначальной влажности, характера разреза (торцевого, радиального, тангентального), местоположения древесины в стволе (ядро, заболонь), ширины годичных слоев, возраста древесины. Водопроницаемость вдоль волокон больше, чем через радиальную и тангентальную поверхности. Характеризуется водопроницаемость древесины количеством воды, профильтровавшейся через поверхность образца (г/см<sup>2</sup>).

***Теплопроводность*** древесины невелика, она зависит от характера пористости, влажности, направления волокон, породы и плотности дерева, а также от температуры. Теплопроводность древесины вдоль волокон примерно в 1,8 раза больше, чем поперек волокон. В среднем она составляет 0,16–0,30 Вт/(м °С). С

увеличением плотности и влажности уменьшается количество воздуха, находящегося в пустотах, в связи с чем теплопроводность древесины увеличивается.

**Электропроводность** древесины зависит от ее влажности. Электрическое сопротивление сухой древесины в среднем составляет 75—107 Ом см, а сырой – в 10 раз меньше. Древесину используют при электропроводке в качестве досок, розеток и т. д.

**Стойкость древесины к действию кислот, щелочей и воды.** Длительное действие кислот и щелочей разрушает древесину, и чем выше концентрация, тем сильнее их разрушающее действие. Слабощелочные растворы не разрушают древесину. В кислой среде древесина начинает разрушаться при  $\text{pH} < 2$ , тогда как разрушение бетона и стали начинается при  $\text{pH} < 4$ . Хвойные породы считаются более стойкими к действию серной, азотной, соляной и уксусной кислот и едкого натра, чем лиственные, а из хвойных пород наибольшей стойкостью обладает лиственница. В морской воде древесина сохраняется хуже, чем в речной. В воде большой бактериологической агрессивности стойкость древесины низка, поэтому ее не применяют в сетях канализации.

**Механические свойства** древесины как анизотропного материала не одинаковы в различных направлениях. Они зависят от многих факторов: с увеличением влажности прочность древесины снижается; древесина большей плотности имеет более высокую прочность; на прочность древесины влияют процент поздней древесины, наличие пороков, гнили, старение.

**Прочность древесины при сжатии.** Усилия к конструктивному элементу могут быть приложены с учетом строения древесины вдоль или поперек волокон, поэтому соответствующим образом различают и сжатие древесины. Для испытания на сжатие вдоль волокон берут образцы древесины без сучков в виде прямоугольной призмы размером 20х20х30 мм при размере древесины не менее 30 мм вдоль волокон и испытывают на прессе.

Предел прочности древесины при сжатии вдоль волокон с влажностью 12 % в зависимости от породы дерева меняется в широких пределах – от 30 до 80 МПа. Предел прочности древесины при сжатии поперек волокон значительно меньше, чем при сжатии вдоль волокон, и составляет: в радиальном направлении для пихты – 4,1 МПа, граба – 25,6 МПа, а в тангентальном для ели – 7,1 МПа, граба – 15,6 МПа.

**Прочность древесины на растяжение.** Древесина имеет высокий показатель прочности на растяжение вдоль волокон. Для основных пород эта величина меняется от 80 до 190 МПа. Однако трудность передачи усилий, заключающаяся в том, что в закрепленных концах деревянной детали возникают напряжения смятия и скалывания, которым древесина сопротивляется плохо, не позволяет широко использовать древесину в конструкциях, работающих на растяжение.

**Прочность древесины на статический изгиб** достаточно высока, благодаря чему ее часто применяют для элементов зданий и сооружений, работающих на изгиб (балки, бруски, стропила, фермы и т. д.). Предел прочности древесины на изгиб должен быть приведен к влажности 12 %. У лиственных пород прочность при изгибе

в радиальном и тангентальном направлениях практически одинакова, а у хвойных прочность в тангентальном направлении немного больше, чем в радиальном. Прочность на статический изгиб зависит от тех же факторов, что и прочность при сжатии.

**Прочность древесины на скалывание** вдоль волокон невысокая – 6,5—14,5 МПа. Сопротивление перерезыванию древесины поперек волокон в 3–4 раза выше сопротивления скалыванию вдоль волокон, но чистый срез обычно не имеет места, так как одновременно происходит смятие и изгиб волокон. В строительных конструкциях древесина часто работает на скалывание вдоль волокон, например в стропильных фермах и других элементах конструкций.

### **Пороки древесины**

Пороками древесины называют отклонения от нормального строения, а также повреждения, которые оказывают влияние на ее технические свойства. Пороки появляются как при росте дерева, так и при хранении на складах и во время эксплуатации. В зависимости от причин их появления пороки делят на следующие группы: пороки, зависящие от неправильного строения, образовавшиеся от механического повреждения; от грибковых заболеваний; от повреждений насекомыми.

**Пороки, зависящие от неправильного роста** древесины, следующие:

- косослой древесины выражается в винтообразном направлении волокон, что значительно ухудшает физико-механические свойства древесины. Косослойная древесина имеет повышенную усушку, продольное коробление и понижает прочность древесины при изгибе;
- крень однобокая и местная встречается у хвойных пород и представляет собой утолщение поздней части годовых слоев; кривизна, представляющая собой искривление ствола по длине, бывает односторонней и разносторонней, причем ствол может быть искривлен в одной или разных плоскостях. Кривизна уменьшает полезный выход продукции и является причиной искусственного косослоя;
- сбежистость представляет собой уменьшение диаметра ствола от корня к вершине, превышающее норму; сбежистость является причиной искусственного слоя и уменьшает полезный выход продукции; двойная сердцевина, характеризующаяся наличием двух сердцевин в торцовом сечении ствола, снижает качество древесины;
- сучковатость выражается количеством сучков на 1 м, а также величиной и видами самих сучков; сучки бывают заросшие, выпадающие, рыхлые, роговые, табачные и др., а также здоровые и загнившие (например, табачные являются очагами загнивания здоровой древесины).

**Трещины** образуются не только при высыхании срубленного дерева, но и при жизни. Причинами появления трещин могут быть усыхание ядра, раскачивание ветром, мороз и т. д. Трещины бывают следующих видов: метик, отлуп, морозобоина и трещины усушки. *Метик* представляет собой одну или несколько внутренних радиально-продольных трещин, проходящих через сердцевину, но не доходящих до

луба. Различают метик простой и крестовый. Простой метик состоит из одной или двух трещин на торце, расположенных по одному диаметру; крестовый метик образуется двумя или несколькими трещинами, на торце, расположенными под углом одна к другой. Метик именуется согласным, если трещина идет по стволу в одной плоскости, и несогласным, если трещина идет винтообразно. *Отлупом* называют внутреннюю трещину, идущую по годовому слою вдоль ствола. Отлуп может быть дугообразный или кольцеобразный. *Морозобоина* — это наружная открытая продольная трещина, более широкая с внешней стороны ствола и сужающаяся к центру ствола. *Трещины усушки* встречаются очень часто в древесине почти всех пород. Они образуются при высыхании древесины ниже точки насыщения волокон и распространяются от поверхности вглубь. Трещины снижают качество древесины, уменьшают количество полезной древесины и способствуют ее загниванию.

**Повреждения древесины грибами** весьма многочисленны. Ненормальные окраски и гнили древесины вызываются главным образом поселившимися в ней грибами, являющимися простейшими растительными организмами и питающимися за счет клеток древесины, а иногда вызываются физико-химическими факторами. Грибки развиваются при наличии кислорода, влаги и благоприятной температуры. Древесина с влажностью 20 % и менее, а также древесина, помещенная в воду или на мороз, не загнивает. Некоторые грибки могут развиваться лишь на растущем дереве, другие – только на срубленном, а некоторые развиваются как на растущем, так и на срубленном дереве. Одни грибки только изменяют окраску древесины и почти не влияют на физико-механические свойства, другие могут влиять на физико-механические свойства древесины, разрушают ее, образуя гнили. К группе грибов, поражающих растущее дерево и продолжающих разрушать его в конструкциях, относятся: гниль дуба белая или бурая, гниль лиственных пород белая и т. п. Грибки, развивающиеся на древесине в зданиях и сооружениях, называют домовыми грибами. Наиболее опасными, быстро разрушающими древесину, являются грибы белый домовый и домовый пленчатый. К группе грибов, медленно разрушающих древесину, относятся плесени, цветные окраски и синева. Процесс гниения древесины при ее высыхании прекращается, и все грибки погибают.

**Повреждение древесины насекомыми** может происходить как на растущем, так и на срубленном дереве. Насекомые расселяются преимущественно на свежесрубленных, а также на сухостойких и ослабленных деревьях на корню. Растущему дереву наибольший вред приносят короед, усачи и другие насекомые. При использовании древесины, пораженной короедом, для распиловки на доски и тес поврежденные места срезают, что не оказывает вредного влияния на материал, однако при использовании таких бревен возможно быстрое их загнивание, так как жуки часто заносят споры грибов, вызывающих гниение.

Червоточина – это глубокое повреждение древесины насекомыми и их личинками. Древесина, пораженная глубокой червоточиной, имеет низкие механические свойства и сортность вплоть до перехода в разряд дровяных. Глубокая червоточина встречается на всех древесных породах.

## **Предохранение древесины от разрушения и возгорания**

Древесина, находящаяся в сооружении и на складе, может подвергаться разрушению, вызываемому грибами и насекомыми. Неодинаковые древесные породы оказывают различную сопротивляемость разрушающей деятельности грибов и насекомых. Более стойкой является плотная древесина с большим содержанием летней древесины с дубильными веществами. Сухая окоренная (без луба) древесина сохраняется довольно долго в сухих, проветриваемых помещениях. Некоторые древесные породы, находящиеся в воде, не только не разрушаются, но и увеличивают свою прочность, например дуб.

Предохранить древесину от загнивания и увеличить срок службы в сооружении можно путем защиты ее от увлажнения, а также конструктивными мерами. Срок службы древесины увеличивается при сплошном покрытии ее в сухом состоянии масляной краской, лаком или олифой. Значительно увеличивается срок службы сухой древесины, обмазанной смолой. В этом случае смола выполняет функции не только красителя, но и антисептика, хотя и слабого. Выщелачиванием древесины в холодной воде либо в процессе сплава леса можно удалить растительные соки. Выщелачивание производят также в горячей воде путем вываривания.

**Антисептики.** Одним из самых действенных способов увеличения срока службы древесины является обработка ее антисептиками – веществами, которые отравляют грибы, вызывающие гниение древесины. Антисептики должны обладать высокой токсичностью по отношению к грибам, быть стойкими, не должны поглощать влагу и вымываться водой. В то же время они должны быть безвредны для человека и домашних животных, хорошо проникать в древесину и не должны разрушать ее и металл и иметь неприятный запах. Антисептики бывают водорастворимые, маслянистые и в виде пасты.

**Водорастворимые антисептики** используют для обработки древесины, которая в процессе эксплуатации не будет подвергаться воздействию влаги. Из водорастворимых антисептиков наиболее широко применяют фтористый и кремнефтористый натрий, медный купорос, динитрофенолят натрия.

*Фтористый натрий  $\text{NaF}$*  — белый порошок, мало растворимый в воде, не имеет запаха, не разрушает древесину и железо. Применяют фтористый натрий для пропитки и обмазки древесины в виде 3 %-ного раствора при температуре 15 °С. Фтористый натрий нельзя использовать в смеси с известью, мелом и гипсом.

*Кремнефтористый натрий  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$*  – порошок, плохо растворимый в воде, по антисептическим свойствам близок к фтористому натрию. Применяют его в виде горячего раствора в смеси с фтористым натрием в соотношении 1:3, а также в качестве компонента в силикатных пастах или после обработки щелочью.

*Динитрофенолят натрия* производят из динитрофенола под действием углекислой соды. Динитрофенолят натрия не летуч, не гигроскопичен, не разрушает металлов, в сухом порошке взрывоопасен. Используют его в водных растворах для поверхностной обработки изделий из дерева, которые не будут находиться вблизи нагреваемых поверхностей.



*Масляные антисептики* вследствие горючести и резкого запаха применяют ограниченно, только для пропитки или обмазки древесины, находящейся на открытом воздухе, в грунте или воде. К ним относятся каменноугольное креозотовое и антраценовое масла, торфяной креозот, каменноугольный деготь и сланцевое масло.

*Креозотовое масло* — черная или коричневая жидкость – является одним из лучших антисептиков, слабо вымывается водой, не гигроскопично, не летуче, не разрушает древесину и металл; однако оно обладает горючестью, малой проницаемостью, имеет неприятный запах, на поверхности древесины образует плотный слой, затрудняющий ее высыхание. Креозотовое масло применяют подогретым до 50–60 °С. Оно окрашивает древесину в темный цвет, в связи с чем ее нельзя красить. Креозотовое масло не следует применять для внутренней окраски жилых зданий и складов пищевых продуктов, подземных сооружений и поверхностей, расположенных около горючих мест.

*Антраценовое масло* — зеленовато-желтая жидкость, обладающая сильным антисептическим действием, медленно улетучивается, слабо выщелачивается водой и не разрушает дерева и металлов. Антраценовое масло получают из каменноугольного дегтя. Оно обладает такими же свойствами, что и креозотовое масло, и применяется в тех же случаях.

*Антисептические пасты* по виду вяжущих веществ бывают битумные, силикатные и др.

*Битумные антисептические пасты* содержат 30–50 % фтористого натрия, 5–7 % торфяного порошка, до 30 % нефтебитума марки III или IV и до 30 % зеленого нефтяного масла. Эти пасты огнеопасны во время приготовления, обладают резким запахом, водоустойчивы. Применяют их для покрытия элементов, находящихся в условиях увлажнения, соприкасающихся с землей и открытых для атмосферного влияния.

*Силикатные антисептические пасты* содержат 15–20 % кремнефтористого натрия, 65–80 % растворимого стекла, 1–2 % креозотового масла и до 20 % воды. Эти пасты не водостойки и не горючи. Применяют их в промышленном и жилищном строительстве в местах, защищенных от воды.

Среди способов антисептирования древесины наиболее распространены: поверхностное антисептирование, пропитка в горяче-холодной или в высокотемпературной ваннах, пропитка под давлением и др.

*Поверхностное антисептирование* заключается в промазывании или опрыскивании древесины раствором антисептика.

*Пропитку древесины в горяче-холодной ванне* производят водорастворимыми и масляными антисептиками. При этом древесину сначала загружают в ванну с горячим антисептиком с температурой до 98 °С и выдерживают 3–5 ч, а затем помещают в ванну с холодным антисептиком на 1–3 ч с температурой водорастворимых антисептиков 15–20 °С и масляных 40–60 °С. Этот способ

эффективен при пропитке подсушенной древесины, имеющей влажность заболони не более 30 %.

*Пропитку древесины в высокотемпературных ваннах* (с петролатумом) применяют для антисептирования сырой древесины. Древесину загружают в ванну с расплавленным жидким петролатумом, имеющим температуру 120–140 °С, и выдерживают в ней некоторое время для нагревания и сушки, затем древесину перемещают в холодную ванну с масляным антисептиком с температурой 65–75 °С на 24–48 ч. В этом способе совмещаются сушка и антисептирование древесины.

*Пропитку древесины под давлением* производят водными и масляными антисептиками в специальных стальных цилиндрических котлах-ретортах с рабочим давлением 0,6–0,8 МПа. Для этого лесоматериал загружают в пропиточный бак и герметически закрывают, т. е. создают вакуум. Затем бак наполняют антисептиком и повышают давление до 0,6–0,8 МПа, после чего давление доводят до нормального, удаляют антисептики и вынимают лесоматериал. При пропитке древесины масляными антисептиками их предварительно подогревают, чтобы температура в баке при пропитке не была ниже установленного предела.

**Предохранение древесины от возгорания.** Легкая возгораемость древесины – один из существенных ее недостатков. Предохранить древесину от возгорания можно конструктивными мерами: удалением от источников нагревания, применением прокладок из негорючих материалов (бетона, кирпича и т. д.), покрытием слоем малотеплопроводного материала (асбестом, штукатуркой и т. п.) или обработкой огнезащитными веществами. Применяют два способа обработки покрытия: красками и антипиренами – специальными химическими веществами.

*Огнезащитные краски* по составу бывают силикатные, казеиновые, масляные и хлорвиниловые. Силикатные краски изготавливают на основе растворимого стекла, они обладают высокими огнезащитными свойствами. При окраске древесину покрывают слоем огнезащитной краски, которая сама по себе не горит, долго не разрушается от огня и плохо проводит тепло.

*Антипирены* представляют собой более надежное средство в борьбе с воспламеняемостью древесины. Они при высокой температуре либо плавятся, либо выделяют газы, препятствующие горению. Равномерно пропитанное антипиреном сухое дерево при высокой температуре не воспламеняется, а только тлеет. Лучшими огнезащитными свойствами обладают антипирены, содержащие соли аммония или борной и фосфорной кислот. Пропитку древесины антипиренами производят так же, как и пропитку водорастворимыми антисептиками, что дает лучшие результаты, чем покрытие ее огнезащитными красками.

### **Породы древесины и их применение в строительстве**

Наиболее широко в строительстве используются хвойные породы. Древесина хвойных пород характеризуется резко выраженным очертанием годовых слоев.

Лиственные породы делятся на кольцесосудистые и рассеяннососудистые. Годовые слои у первой группы пород хорошо видны на всех разрезах. Крупные сосуды на поперечном разрезе собраны кольцом в весенней части годового слоя. Лиственные

рассеяннососудистые породы характеризуются тем, что годовые слои их хорошо видны на поперечном разрезе и слабо на радиальном и тангентальном.

В таблице 1 приведены основные свойства наиболее распространенных хвойных и лиственных пород древесины.

### Сушка лесных материалов

Свежесрубленная древесина имеет влажность значительно большую, чем допускается при ее использовании. При быстром высыхании древесины возможно коробление и растрескивание. Поэтому перед использованием древесины в строительстве ее сушат, что предохраняет от загнивания, увеличивает прочность, уменьшает плотность и склонность к изменению формы и размеров. В настоящее время применяют следующие способы сушки древесины: воздушную (естественную), камерную, электросушку, сушку в горячих жидкостях. Основными являются воздушная и камерная сушки.

Воздушная сушка проводится на открытом воздухе, под навесом или в закрытых складах. Продолжительность сушки древесины с исходной влажностью 60 % до влажности 20 % в зависимости от времени года – 15–60 суток. Воздушная сушка требует больших площадей, зависит от климатических условий и времени года, не исключает загнивания древесины, а высушивание ее возможно только до воздушно-сухого состояния.

<i>Хвойные</i>	
Сосна	Порода ядровая; ядро большей частью буро-красного цвета; заболонь желтовато-белого цвета, резко отличается от ядра. В бревнах и досках сосну легко можно узнать по сучкам; сучки сосны на плоскостях распила имеют овальную форму, так как расположены под острым углом к оси ствола; кроме того, на определенном расстоянии они расположены в мутуюку — группами по 3–4 сучка; между мутуюками сучков нет.
Сосна рудовая	Растет на глубоких, рыхлых супесчаных или легких суглинистых почвах, на каменистых и возвышенных местах. Древесина такой сосны мелкослойная, смолистая, имеет узкую заболонь.
Мягкая сосна	Растет на низменных глинистых почвах, обычно вместе с сляу, березой и осинкой. Древесина ее рыхлая, широко-слойная, менее смолистая, заболонь широкая. По качеству древесины она уступает рудовой сосне.
Лиственница	Порода ядровая с красновато-бурым ядром и узкой заболонью белого цвета. Древесина лиственницы имеет высокие физико-механические свойства, плотность и прочность на 30% выше, чем у сосны. Устойчива против загнивания, обладает высокой твердостью, затрудняющей обработку. К недостаткам лиственницы следует отнести большую разницу между радиальной и тангентальной усушкой, в связи с чем она имеет склонность к растрескиванию. Применяют лиственницу для изготовления столбов и балок в основном в гидротехническом строительстве.
Кедр	Порода ядровая; ядро желто-красного или светло-бурого цвета; заболонь широкая, желтовато-бурая, по цвету мало отличается от ядра. Древесина кедра легкая, мягкая, механические свойства ее ниже, чем у сосны; применяется в качестве строевого леса и пиловочника, а также для столярно-строительных деталей. Благодаря легкости обработки употребляется для резных работ.
Ель	Ядра нет. Цвет древесины белый, со слабым желтоватым оттенком. Ранняя древесина светлая, сильно развита; поздняя древесина плотная, узкая. В досках и брусках ель можно узнать по сучкам; сучки на плоскости распила имеют округлую форму. Древесина ели менее смолистая, чем сосны; при использовании в сырых местах недолговечна. Ель так же, как и сосна, широко применяется в жилищном строительстве.
Пихта	Ядра нет. Цвет древесины белый, со слабым желтоватым оттенком. Древесина пихты мягкая и легкая; так как в ней нет смолы, то в сырых местах она менее устойчива, чем сосна. Применяется наравне с сляу.

Дуб	Порода ядровая; ядро от светлого до темно-бурого цвета; заболонь желтовато-белого цвета, резко отличается от ядра. Древесина дуба обладает высокими механическими свойствами. В строительстве применяется в виде шпонок, нагелей и подкладок; часто ее употребляют для паркета, столярных и отделочных работ, в которых она высоко ценится из-за крупных сердцевинных лучей, дающих красивый рисунок. Также древесина дуба широко используется для изготовления облицовочной фанеры.
Ясень	Порода ядровая; ядро светло-бурого цвета; заболонь широкая, светлая, не отличается резко от ядра. Древесина ясеня хорошо обрабатывается и полируется, имеет красивую текстуру. Применяется в столярно-отделочных работах.
<i>Лиственные рассеянно-сосудистые</i>	
Бук	Порода спелодревесная; ядра в ней нет, но у возрастных деревьев часто встречается так называемое «ложное ядро», окрашенное в красно-бурый цвет (начальная стадия гнили). Древесина бука обладает высокой прочностью, но малостойкая по отношению к гниению. Это сильно ограничивает область ее применения в строительстве.
Береза	Порода заболонная; древесина белого цвета с легким розоватым оттенком. Годовые слои на всех разрезах различаются плохо. Древесина березы в строительстве используется мало, так как у нее сравнительно небольшой диаметр ствола и она относительно легко загнивает (в сырых и плохо проветриваемых местах). Хорошо обрабатывается, ее легко имитировать под ценные породы (красное дерево, черное дерево и др.), поэтому ее широко используют в столярно-отделочных работах.
Ольха	Ядра нет. Древесина легкая и мягкая от светлого (свежесрубленная) до светло-коричневого цвета с розовым оттенком (когда она сухая). Хорошо сохраняется под водой, применяется так же, как и древесина березы.

Камерную сушку осуществляют в специальных камерах-сушилках с помощью нагретого и увлажненного воздуха или топочных газов с температурой 40—105 °С. При камерной сушке соблюдается определенный режим, т. е. соотношение между температурой и влажностью воздуха. Нарушение режима сушки может привести к растрескиванию и короблению древесины, к увеличению брака и удлинению сроков сушки. Искусственная сушка не только сокращает сроки сушки, но позволяет высушивать изделия до влажности ниже 16 %, получать древесину высокого качества, без коробления и трещин. К недостаткам камерной сушки относится необходимость иметь специальное оборудование и помещение, а также значительный расход топлива, электроэнергии и рабочей силы.

### **Материалы, изделия и конструкции из древесины**

В строительстве применяют следующие виды лесных материалов и изделий: лесоматериалы круглые (бревна), пиломатериалы и заготовки, изделия строганные погонажные, материалы для полов, плиты столярные, материалы для кровель, фанеру и столярные изделия. К деревянным конструкциям относятся: несущие конструкции, изготавливаемые из естественной (неклееной) древесины; комплекты изделий и деталей для домов и клееные конструкции.

### **Лесоматериалы круглые**

Лесоматериалы круглые (бревна) строительные из хвойных и лиственных пород представляют собой отрезки стволов деревьев толщиной на верхнем торце не менее 12 см, подтоварник – диаметром 8—11 см, а жерди – 3–7 см. Бревна должны быть очищены от сучьев заподлицо с поверхностью и окорены с полным удалением луба. По назначению бревна подразделяют на строительные и пиловочные.

*Бревна строительные* изготавливают преимущественно из сосны, лиственницы, кедра, реже из ели и дуба. Их используют для несущих конструкций: свай, пролетных строений мостов в гидротехническом строительстве, опор воздушных линий связи и т. п. Длина бревен 3–6,5 м с градацией в 0,5 м. В зависимости от качества древесины делят на четыре сорта. В строительстве применяют древесину 2-го и 3-го сортов.

*Пиловочные бревна* стволов хвойных и лиственных пород используют для получения пиломатериалов. Кряжи – обрезки ствола дерева чаще березы, ольхи, осины (диаметром более 200 мм) – используют в производстве фанеры.

Хранение круглых лесоматериалов осуществляют в штабелях по породам, категориям и длине.

### **Пиломатериалы, заготовки из древесины хвойных и лиственных пород**

Пиломатериалы получают продольной распиловкой древесины: на доски толщиной 100 мм и менее при соотношении ширины к толщине более 3; бруски толщиной 100 мм и менее при отношении ширины к толщине 3 и менее; брусья (четырёх- и двухкантные) толщиной и шириной более 100 мм. По характеру обработки пиломатериалы делят на обрезные, у которых обе кромки пропилены по всей длине, не обрезные, у которых кромки не пропилены или пропилены меньше, чем на половину длины.

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 80—200 мм; брусья – толщиной 130–250 мм и шириной 130–250 мм. 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 пролетных строений мостов и других несущих конструкций – не более 25 %.

Древесина, применяемая для пиломатериалов, должна быть высокого качества и не должна содержать гнили, а для пиломатериалов первой и второй категорий – также червоточины, пасынков, гнилых и табачных сучков.

**Заготовками** называют пиломатериалы, заготовленные применительно к габаритным размерам изделий из древесины с припусками на усушку и обработку, предусмотренными действующими стандартами. В зависимости от вида обработки заготовки делят на пиленные, клееные и калиброванные (предварительно простроганные); в зависимости от размера заготовки – на тонкие (толщиной до 32 мм), толстые (толщиной более 32 мм), досковые (толщиной 7—100 мм и шириной более двойной толщины) и брусковые (толщиной 22—100 мм и шириной не более двойной толщины). Длину заготовок из хвойных и лиственных пород устанавливают 0,3–1 м с градацией 50 мм и свыше 1 м с градацией 100 мм.

Влажность *пиленых заготовок* не должна превышать 18–22 %, а *клееных и калиброванных* — должна соответствовать влажности готовых изделий. К *строганым погонажным деталям* относят наличники, раскладки, плинтусы, доски для настила чистых полов, поручни для перил, проступи, доски подоконные и наружную обшивку. Строганные погонажные материалы делают из древесины хвойных и лиственных пород. Погонажные изделия изготавливают длиной 2,1 м и более с градацией через 100 мм. Влажность древесины для досок чистого пола не должна превышать 12 %, а для других деталей – не более 15 %. Погонажные строганные изделия могут быть не только цельными, но и составными как по сечению, так и по длине. Во всех случаях соединение выполняют на клею.

*Материалы для полов* бывают следующих видов: штучный паркет, наклеенный на бумагу, паркетные доски, доски для настила чистых полов, шашка торцовая и плиты древесноволокнистые. Для производства паркета применяют дуб, бук, березу, сосну, лиственницу, ясень, клен, берест, вяз, ильм, каштан, граб, белую акацию. Доски для настила чистых полов изготавливают из сосны, ели, лиственницы, пихты, кедра, березы, бука и ольхи, а шашку торцовую – из древесины хвойных и твердых лиственных пород, исключая пихту, дуб, бук и березу. Влажность древесины для чистого пола не должна превышать 12 %, для паркета и паркетных досок – 6–10 % и для шашки торцовой – не более 28 %. Доски для пола и торцовая шашка до их укладки должны быть обработаны антисептиками.

Щиты *плит* изготавливают из одной породы дерева хвойных или мягких лиственных пород, а также из березы. Рубашки для необлицованных плит делают из березового, ольхового, букового и соснового шпона и для облицованных плит – из строганой фанеры не ниже 2-го сорта. Плиты столярные производят шириной 1220, 1270 и 1525 мм, длиной 1800, 2120 и 2500 мм и толщиной девяти типоразмеров от 16 до 50 мм. Влажность столярных плит не должна превышать 8 %.

### **Фанера и материалы для кровель временных зданий**

Кровельные материалы для временных зданий производят следующих видов: стружку, дрань, плитки деревянные и гонт. Материалы для кровель изготавливают из сосны, ели, пихты и осины; дрань можно также изготавливать из лиственницы; плитку – из кедра.

Стружку производят длиной вдоль волокна 400–500 мм, шириной 70–120 мм и толщиной 3 мм; дрань – длиной 400–1000 мм, шириной 90–130 мм и толщиной 3–5 мм; плитки – длиной 400–600 мм с градацией через 50 мм, шириной не менее 70 мм и толщиной 13 мм; гонт – длиной 500–700 мм с градацией через 100 мм, шириной 70–120 мм с градацией через 10 мм и толщиной со стороны шпунта 15 мм, со стороны пера – 3 мм. Влажность древесины, применяемой для стружки и драни, составляет 40 %, а для плиток и гонта – до 25 %.

**Фанеру** изготавливают склеиванием тонких слоев (шпонов) древесины. В строительстве применяют фанеру трех видов: клееную, бакелизированную и декоративную.



*Клееную фанеру* делят на: фанеру повышенной водостойкости, склеенную клеями типа фенолоформальдегидного марки ФСФ, средней водостойкости, склеенную карбамидными или альбумино-казеиновыми клеями (марок ФК и ФБА) и ограниченной водостойкости, склеенную белковыми клеями марки ФБ. В зависимости от вида обработки поверхностей рубашек фанера подразделяется на шлифованную и нешлифованную. Клееную фанеру изготавливают из березы, бука, осины, ясеня, ильма, дуба, липы, ольхи, сосны, ели, кедра и пихты размерами 2400х1525 мм и толщиной 1,5—18 мм. Клееную фанеру повышенной водостойкости применяют для несущих конструкций (балок, арок, рам и т. п.) в открытых сооружениях с защитой от увлажнения – окраской; в помещениях с влажностью воздуха до 70 % – без окраски. Фанеру средней водостойкости применяют для перегородок и внутренней обшивки зданий.

*Бакелизированную фанеру* изготавливают из целых листов по ширине березового шпона толщиной не более 1,5 мм, пропитанного и склеенного фенолоформальдегидными клеями. Бакелизированная фанера имеет высокие конструктивные качества, ее предел прочности на растяжение 60–80 МПа, при этом она так же легка, как и древесина, имеет повышенную водостойкость и прочность. Ее применяют для легких конструктивных элементов без окраски поверхности.

Для производства *декоративной фанеры* применяют березовый, ольховый и липовый шпон. По виду облицовки декоративную фанеру делят на два вида: фанеру, поверхность которой облицована бесцветной клеюкрашенной пленкой, и фанеру, облицованную пленкой и декоративной бумагой. Декоративная фанера может быть облицована с одной или двух сторон и имеет глянцевую или полуматовую поверхность. Декоративную фанеру выпускают следующих размеров: длиной 1220–1830 мм, шириной 725—1220 мм и толщиной 1,5—12 мм. Влажность фанеры не должна превышать 10 %. В строительстве декоративную фанеру применяют для внутренней отделки стен, перегородок, панелей, дверных полотен и встроенной мебели.

### **Конструкции из древесины**

Конструкции из древесины и промышленные строительные детали изготавливают на специальных заводах.

Комплекты деревянных изделий и деталей для домов заводского изготовления делят на следующие группы: комплекты для брусчатых домов; для каркасных домов со стенами несущего деревянного или железобетонного каркаса с различными заполнителями; для панельных домов со стенами из несущих панелей – деревянных (щитов), железобетонных или других материалов; для домов со стенами из местных каменных и других строительных материалов. Комплекты деревянных изделий и деталей изготавливают из древесины хвойных (сосны, ели, лиственницы, кедра, пихты) и лиственных пород (бука, березы, тополя, ольхи, осины, липы). Дома заводского изготовления производят одно- и двухэтажные, их собирают на строительной площадке из готовых элементов. Изделия и детали поставляют на

стройку в готовом виде, исключаящем их подгонку; детали и изделия, соприкасающиеся с землей, антисептируют.

Клееные конструкции применяют в покрытиях, перекрытиях, мостах в качестве балок прямоугольного и двутаврового сечения, а также в виде арок и частей металло-деревянных ферм в виде криволинейных и прямолинейных блоков верхних поясов ферм и элементов решетки, рам и стоек, свай и шпунта, мостовых брусьев, шпал, клефанерных щитов (покрытий, стен и перекрытий), а также инвентарной опалубки. Клееные конструкции изготавливают путем склейки из досок (брусков) или из досок (брусков) и фанеры.

Влажность древесины для изготовления клееных конструкций не должна превышать 12 %. Элементы конструкций, подвергающиеся увлажнению, изготавливают на водостойких клеях типа феноло-формальдегидного.

### **Приемка, транспортирование и хранение лесоматериалов**

При приемке лесоматериалов, изделий и конструкций из древесины на строительстве должно проверяться соответствие их качества с учетом допускаемых пороков, размеров и влажности действующим стандартам и техническим условиям.

Изделия из дерева, поставляемые с ограниченной влажностью, при перевозке и хранении защищают от увлажнения и повреждений. Бревна, применяемые в круглом виде с ограниченной влажностью, хранят в штабелях, обеспечивающих естественную сушку древесины. Пиломатериалы, поступающие с влажностью до 25 %, хранят в штабелях с плотной укладкой, а с влажностью более 25 % – в штабелях, обеспечивающих естественную сушку материалов; над штабелем устраивают плотную крышу. Детали, погонажные материалы для полов, кровель, дрань штукатурную хранят в закрытых складах, где конструкции укладывают на прокладки, предохраняющие от искривления, поломок и грунтовой влаги.

При перевозке и кратковременном хранении в штабелях детали и изделия следует накрывать брезентом, толем и т. п. Блоки и коробки окон и дверей при перевозке должны дополнительно расшиваться горизонтальными планками.

### **Природные каменные материалы**

Природные каменные материалы, обладающие высокой атмосферостойкостью, прочностью и красивой окраской, широко применяют в строительстве в виде блоков для кладки стен и фундаментов зданий и сооружений, в виде облицовочных плит и камней для наружных и внутренних стен зданий и сооружений, при строительстве дорог, тротуаров, набережных, подпорных стенок и других сооружений, к материалам которых предъявляются особые требования по прочности, долговечности и декоративности. В соответствии со Строительными нормами и правилами (СНиП) каменные материалы классифицируют по следующим признакам: плотности – обыкновенные (тяжелые) с плотностью 1800 кг/м<sup>3</sup> и более, легкие – менее 1800 кг/м<sup>3</sup>; пределу прочности при сжатии – для обыкновенных 10—100 МПа, а для легких 0,4—20 МПа; степени морозостойкости – обыкновенные



тяжелые имеют марки F15—500, легкие – F10—25; степени водостойкости (коэффициенту размягчения) – 0,6–1.

Выбор горных пород для производства строительных материалов и изделий производят на основании результатов испытаний образцов из них и технико-экономического анализа, целесообразности использования данной породы в конкретных условиях.

**Для кладки фундаментов и стен подземных частей зданий** применяют бутовый, колотый и пиленный камень из плотных изверженных, осадочных и метаморфических горных пород. Коэффициент размягчения камня, используемого для этих целей, должен быть не менее 0,7, морозостойкость – не ниже F15. В зависимости от формы бутовый камень бывает рваный, постелистый и лещадный. Бутовый камень имеет размеры 150–500 мм.

Изделия и материалы, применяемые для кладки фундаментов и подземных стен, изготовляют из однородного камня, не имеющего следов выветривания, прослоек глины, а также расслоений и трещин.

**Для кладки надземных стен** (устоев мостов, укреплений откосов насыпей и берегов рек, кладки подпорных стенок) и для дробления на щебень применяют пиленные и колотые штучные камни, получаемые из известняков, доломитов, песчаников, вулканических туфов. Лицевая поверхность стеновых камней и крупных стеновых блоков должна отвечать требованиям декоративности. Известняки и туфы, применяемые для изготовления стеновых камней, должны иметь плотность 900—2200 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии 0,4—50 МПа, морозостойкость не ниже F15, коэффициент размягчения 0,6–0,7. Размеры стеновых камней 390х190х188 и 490х240х188 мм.

**Крупные стеновые блоки** изготовляют из горных пород с плотностью до 2200 кг/м<sup>3</sup> и пределом прочности при сжатии 2,5 МПа и выше. Крупные стеновые блоки, предназначенные для механизированной укладки, имеют размеры от 300х800х900 до 3000х1000х500 мм.

Облицовочные плиты и камни, элементы лестниц и площадок, парапетов и ограждений производят из блоков природного камня путем их распиливания или раскалывания с последующей механической обработкой. В зависимости от физико-механических свойств и строения исходной горной породы блоки делят на четыре группы: I – блоки из гранита, сиенита, диорита, лабрадорита, габбро, кварцита, базальта, диабаза; II – блоки из мрамора, брекчии и конгломератов, карбонатных пород и гипсового камня; III – блоки из известняка и песчаника; IV – блоки из вулканического туфа. Горные породы, применяемые для изготовления блоков, должны иметь предел прочности при сжатии не менее 5 МПа, морозостойкость не менее F15, коэффициент размягчения 0,7–0,9. Размеры и объем блоков зависят от горной породы, из которой они изготовлены. Наименьший размер блоков из туфа 0,2–0,4 м<sup>3</sup>, наибольший 0,7–1,0 м<sup>3</sup>, а из гранита 0,5–3 м<sup>3</sup>.

**Блоки, предназначенные для распиливания**, не должны иметь сквозных трещин. Тонкие извилистые трещины, выходящие на две смежные грани, допускаются только в блоках из цветного мрамора.

**Облицовочные плиты и камни** изготавливают путем раскалывания или распиливания блоков-полуфабрикатов. Облицовочным плитам придают самую разнообразную фактуру лицевой поверхности: зеркальную (полированную), получаемую из плотных горных пород (гранита, лабрадорита, мрамора, мраморовидного известняка, брекчии, конгломерата) обработкой полировочным порошком с накаткой глянца; лощеную – обработкой шлифовальным порошком без накатки глянца на плитах, изготовленных из плотных горных пород, исключая гипсовый камень; шлифовальную – шлифованием абразивными инструментами лицевой поверхности плит, изготовленных из гранита, сиенита, лабрадорита, известняка, вулканического туфа и других горных пород; пиленую – распиливанием на канатных пилах или распиловочных станках с прямолинейным движением рамы; точечную – обработкой крестовой бучардой; бороздчатую – применением пластинчатой бучарды или катучей фрезы; рифленую – обработкой фрезой; фактуру «скала» – раскалыванием камня с дополнительным окомом лицевой грани по периметру.

*Плиты, применяемые для настилки полов и облицовки стен*, имеют прямоугольную форму и размеры в зависимости от породы и фактуры поверхности камня. Для фактуры «скала» изделия должны иметь толщину не менее 150 мм; для точечной, бороздчатой и рифленой фактуры – не менее 60 мм, а зеркальной поверхности – не менее 12 мм. Плиты изготавливают шириной 200–400 мм и длиной 300—1000 мм. Из более прочных пород плиты изготавливают больших, а из менее прочных – меньших размеров.

К профильным элементам облицовки стен относятся цокольные плиты и камни для обрамления порталов, пояски карнизов, угловые и подоконные плиты. Их изготавливают из тех же материалов, что и облицовочные плиты, и придают самую разнообразную фактуру лицевой поверхности.

Элементы лестниц и площадок, парапеты и ограждения делают из мрамора, известняка, туфа, гранита, сиенита и других горных пород. Так же как и облицовочным плитам, лицевой поверхности элементов лестниц и площадок, парапетов и ограждений придают самую разнообразную фактуру в зависимости от вида горной породы.

При изготовлении различных художественных изделий, выполнении мозаичных работ и высокодекоративных отделок монументальных зданий широко применяют *поделочный камень*: яшму, родонит (орлец), лазурит, нефрит, малахит, янтарь и др. Необыкновенно обширная палитра красок, включающая практически все цвета спектра и бесконечно разнообразное количество оттенков, позволяет создавать из поделочного камня высокохудожественные произведения искусства. Многие его разновидности обладают выявляемым в разрезе после полировки природным рисунком и узором, чарующим своей фантастичностью и необычностью сочетания красок.

*Яшмы цветные и пестроцветные*, зеленого и красного цветов, обладающие высокой твердостью и прочностью, представляют большой интерес. Встречается яшма в Крыму, Закарпатье и других регионах.

*Родонит (орлец)* представляет собой мелкозернистую породу, обладающую широким диапазоном красных расцветок древовидного рисунка от бледно-розового до интенсивно красного. Орлец является полупрозрачным материалом.

*Нефрит* – природный камень зеленого цвета. Обладая высокой твердостью и вязкостью, он трудно поддается обработке, однако это же его свойство обеспечивает возможность добиться исключительных эффектов в результате получения тончайших узоров.

*Лазурит* от бледно-голубого до ярко-синего цвета с вкраплениями золотистого обладает сравнительно небольшой твердостью.

*Природный гипс*, цвет которого варьируется от белого до голубого, является широко распространенным поделочным камнем. Низкая твердость гипсового камня позволяет легко изготавливать из него сложные скульптурные изделия для интерьеров зданий, а также применять его в качестве облицовочного материала, более экономичного, чем мрамор.

Поделочные камни применяют не только для отделки интерьеров общественных зданий, но и в различных областях техники.

**Материалы и изделия для дорожного строительства** – бортовые камни, брусчатку, колотый или булыжный камень, щебень, песок и минеральный порошок – получают из изверженных и осадочных горных пород. Изверженные горные породы должны обладать следующими свойствами: предел прочности при сжатии глубинных горных пород – не менее 100, излившихся – не менее 60 МПа, коэффициент размягчения – не менее 0,9, водопоглощение – не более 1,0 %, морозостойкость – не менее F25, сопротивление удару – не менее 150 Нхсм/см<sup>3</sup>, плотность – 2300 кг/м<sup>3</sup> и более. Осадочные горные породы должны иметь плотность 2100 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент размягчения не менее 0,75, водопоглощение не более 4 %, морозостойкость не менее F25 и сопротивление удару 150 Нхсм/см<sup>3</sup>. Горные породы не должны быть затронуты выветриванием.

*Бортовые камни* применяют для отделения проезжей части улиц от тротуаров, а также автомобильных дорог от тротуаров на мостах и в туннелях. По форме бортовой камень представляет собой брус длиной 70—200 см с наклонной или вертикальной лицевой гранью в поперечном сечении. Верхняя часть, выступающая над дорожным покрытием, обтесывается чисто, а нижняя часть – грубо. По размерам бортовой камень подразделяется на низкий – 30 см, и высокий – 40 см с шириной по верху 10, 15 и 20 см.

*Брусчатка* – колотые или тесаные бруски высотой 10–16 см, шириной 12–15 см и длиной 15–25 см, по форме близки к параллелепипеду, а лицевая поверхность имеет форму прямоугольника. Предел прочности при сжатии исходной породы не ниже 100 МПа, водопоглощение не более 0,6 %. Применяют брусчатку при устройстве

мостовых (особенно часто при крутых подъемах и спусках), трамвайного полотна, посадочных площадок трамвая и пр.

*Колотый или булыжный камень* используют для укрепления откосов земляных покрытий и оснований.

*Колотый камень* по форме близок к многогранной призме или усеченной пирамиде с площадью лицевой поверхности 100, 200 и 400 см<sup>2</sup> при соответствующей высоте 16, 20 и 30 см. Лицевая поверхность и постель должны быть параллельны, на боковых гранях не должно быть выступов, препятствующих плотному примыканию к другому камню.

*Булыжный камень* имеет овальную форму, его лицевая сторона должна быть больше поверхности постели. Размеры булыжного камня такие же, как и колотого камня. Для подземных сооружений и мостов применяют плиты и камни из изверженных и осадочных горных пород. Для облицовки туннелей и надводных частей мостов используют гранит, диорит, габбро, диабаз, базальт с пределом прочности при сжатии не ниже 100 МПа. Морозостойкость указанных горных пород для этих целей – F150—500. При изготовлении облицовочных плит из плотного известняка или песчаника их прочность должна быть не ниже 60, а морозостойкость – не менее F100. Для облицовки подводных частей мостов применяют изделия из гранита, диорита, базальта и диабазы с пределом прочности при сжатии не менее 100 МПа и морозостойкостью не менее F150. Лицевые камни и облицовочные плиты для туннелей и мостов обрабатывают под фактуры «скала», бороздчатую или рифленую. Размеры и формы плит и камней определяется проектной документацией.

***Для гидротехнических сооружений*** применяют природные камни правильной или неправильной формы (рванные, обкатанные, колотые и пиленые, а также щебень), получаемые из изверженных, метаморфических или осадочных пород. Камни не должны иметь признаков выветривания, прослоек мягких пород – глины, гипса и других размокаемых и растворимых включений, а также рыхлых включений ракушек и видимых расслоений и трещин.

Камни для гидротехнического строительства, используемые для внутренней части набросанных плотин, могут быть из осадочных пород прочностью 60–80 МПа с коэффициентом размягчения не менее 0,7–0,8.

Каменные материалы проверяют на влияние веществ, растворенных в воде (морской, грунтовой, речной, болотной). Жаростойкие и химически стойкие материалы и изделия изготавливают из горных пород, не затронутых выветриванием. Для материалов и изделий, работающих в условиях высоких температур, используют хромит, базальт, диабаз, андезит, туф. Для защиты конструкций зданий от кислот (кроме плавиковой и кремнефтористоводородной) применяют облицовочные плиты из гранита, сиенита, диорита, кварцита, андезита, трахита, базальта, диабазы и кремнистого песчаника. Защита от щелочей достигается применением изделий из плотных известняков, доломитов, мрамора, магнезита и известкового песчаника.

Для предохранения от действия высокой температуры и агрессивных сред используют камни правильной формы и фасонные, плиты облицовочные и плиты для полов (гладкие и рифленые), камень, щебень и песок для бетонов и растворов, а также тонкомолотые порошки в качестве наполнителя для бетонов, растворов, мастик, замазок, шпаклевок и грунтовок.

**Щебень** получают дроблением различных горных пород до размера 5—70 мм. Прочность щебня характеризуют маркой, соответствующей пределу прочности исходной горной породы при сжатии в насыщенном водой состоянии и определяемой по дробимости щебня при сжатии (раздавливании) в цилиндре. По этому показателю щебень подразделяется на марки: из изверженных пород – 1400, 1200, 1000, 800 и 600; из осадочных и метаморфических пород – 1200, 1000, 800, 600, 400, 300 и 200.

Щебень высшей категории качества должен иметь марку по прочности не ниже 600 для щебня из осадочных пород и не ниже 800 из изверженных и метаморфических пород. Кроме того, щебень, предназначенный для строительства автомобильных дорог, характеризуется износом в полочном барабане. По этому показателю установлено четыре марки щебня: И-I, И-II, И-III и И-IV. В зависимости от назначения качество щебня определяют по следующим показателям: гранулометрическому составу, форме зерен, содержанию зерен слабых пород, наличию пылевидных и глинистых частиц, прочности и морозостойкости; кроме того, по петрографической характеристике плотности: истинной (без пор), средней (включая поры), насыпной (включая поры и межзерновые пустоты); пористости, пустотности и водопоглощению.

**Гравий** – это рыхлое скопление обломков горных пород размером 5—70 мм, обкатанных в различной степени. **Песок** – рыхлая масса, состоящая из зерен минералов и пород размером 0,16—5 мм. В зависимости от минералогического состава различают кварцевые, полевошпатовые, карбонатные пески. Применяют их для приготовления растворов и бетонов, для устройства оснований дорожных покрытий, дренажных сооружений.

#### ***Перевозка и хранение материалов и изделий из природного камня.***

Облицовочные плиты, камни и другие изделия после их изготовления маркируют. Для этого на тыльной стороне облицовочной плиты или на торцевой части камней несмываемой краской указывают тип камня, плиты или блока, основные размеры (длину, ширину). На блоке, предназначенном для распиловки, также указывают его объем и наименование (шифр) карьера-изготовителя.

Изделия при перевозке следует предохранять от загрязнения и повреждений. Бутовый и валунный камень, щебень, брусчатку и колотый камень необходимо перевозить навалом или в контейнерах. Бутовый камень хранят в штабелях навалом по маркам и породам, а брусчатку – в штабелях по сортам и классам.

Блоки для распиливания, крупные стеновые блоки, бортовые камни разрешается перевозить на открытых платформах без тары с укладкой правильными рядами на подкладках и прокладках с учетом обеспечения предохранения от повреждений.

Хранение их разрешается на открытых спланированных площадках, обеспечивающих отвод ливневых вод. Облицовочные плиты перевозят в прочной таре в вертикальном положении попарно, лицевыми поверхностями друг к другу, с прокладкой бумаги между ними и закрепленными клиньями. Плиты изверженных пород разрешается перевозить без тары, установленными на ребро и разделенными деревянными прокладками; хранить их можно на открытых складах. Плиты из мрамора, известняков и туфа хранят в закрытых складах.

### **Породообразующие минералы**

Строительные свойства горных пород в значительной степени зависят от их минералогического состава. Одни минералы отличаются высокой прочностью, твердостью, химической стойкостью (кварц), другие имеют низкую прочность, размокают в воде (гипс). Отдельные минералы обладают спайностью и способны легко расщепляться по одному или нескольким направлениям (слюда), понижая этим прочность породы, в состав которой они входят, и т. д.

Отличительными показателями минералов служат их химический состав и физические свойства – плотность, твердость. Среди большого разнообразия природных минералов только небольшая их часть принимает основное участие в образовании горных пород. Поэтому эти минералы принято называть породообразующими, к таковым относятся кварц, полевые шпаты, слюды, железисто-магнезиальные минералы, карбонаты и сульфаты.

*Кварц* по химическому составу является диоксидом кремния  $\text{SiO}_2$ . Это наиболее распространенный минерал земной коры, находящийся в природе в виде самостоятельной горной породы (кварцевых песка и стекла, горного хрусталя) или входящий в состав полиминеральных горных пород. Плотность кварца  $2650 \text{ кг/м}^3$ , твердость 7, предел прочности при сжатии около 2000 МПа. Кварц стоек к действию кислот, за исключением плавиковой, и обладает высокой атмосферостойкостью. При температуре  $18\text{--}20^\circ\text{C}$  кварц не реагирует с известью  $\text{Ca(OH)}_2$ , но в среде насыщенного водяного пара и при температуре  $150\text{--}200^\circ\text{C}$  вступает с ней в реакцию, образуя гидросиликаты. Это свойство кварца используется при получении каменных материалов из смеси кварцевого песка и извести, именуемых силикатными. При повышении температуры кварц претерпевает физические изменения. Так, при температуре  $575^\circ\text{C}$  кварц из (3-модификации) переходит в α-модификацию, скачкообразно увеличиваясь в объеме примерно на 1,5 %. При температуре  $870^\circ\text{C}$  кварц переходит в тридимит, значительно увеличиваясь в объеме, так как плотность тридимита равна  $2260 \text{ кг/м}^3$ , (3-кварца –  $2650 \text{ кг/м}^3$ ). При температуре  $1710^\circ\text{C}$  кварц плавится, образуя после быстрого остывания кварцевое стекло.

*Полевые шпаты* по химическому составу представляют собой алюмосиликаты – соединения кремнезема с оксидом алюминия и оксидами щелочных металлов. Полевые шпаты имеют плоскости спайности, легко раскалываются по этим плоскостям и отличаются различной окраской. Твердость их равна 6. По характеру проявления спайности полевые шпаты делят на ортоклазы и плагиоклазы. *Ортоклазы* – прямо раскалывающиеся минералы; *плагиоклазы* – косо

раскалывающиеся. К последним относятся альбит (натриевый полевой шпат) и анортит (или кальциевый полевой шпат). Полевые шпаты имеют предел прочности на сжатие 120–170 МПа, плотность – от 2500 (ортоклаз) до 2760 кг/м<sup>3</sup> (анортит). По сравнению, например, с кварцем они легко выветриваются. Продуктами выветривания являются алюмосиликаты, в частности каолинит, входящий в состав глин, а иногда и кальцит.

*Слюды* — водяные алюмосиликаты сложного и разнообразного состава. Их делят на два вида: биотит и мусковит. В *биотите* содержатся примеси в виде оксида магния и железа, вследствие чего этот минерал непрозрачен и имеет темный, а иногда и черный цвет; *мусковит* прозрачен, так как не имеет этих примесей. Слюды легко расщепляются на тонкие упругие пластинки, что характеризует их совершенную спайность. Плотность мусковита 2760–3100 кг/м<sup>3</sup>, а биотита 2800–3200 кг/м<sup>3</sup>, твердость 2–3. Биотит входит в состав многих изверженных горных пород. Выветривается он быстрее, чем мусковит. Последний встречается в изверженных и осадочных горных породах.

К *железисто-магнезиальным минералам* относятся пироксены (наиболее распространенный представитель – авгит), амфиболы (роговая обманка) и оливин. Железисто-магнезиальные минералы имеют сложный химический состав; в основном это силикаты магния и железа. Они имеют темную окраску зеленого, бурого, а иногда и черного цвета. Плотность 3000–3600 кг/м<sup>3</sup>, твердость 5,5–7,5. Минералы этой группы (за исключением оливина) обладают высокой ударной вязкостью и стойкостью против выветривания. Продуктом выветривания оливина является серпантин, одна из разновидностей которого, хризолит-асбест, имеет волокнистое строение и состоит из тончайших, очень прочных волокон. Перечисленные минералы входят преимущественно в состав изверженных горных пород.

Важнейшими породообразующими минералами осадочных горных пород являются кальцит, магнезит, доломит, гипс и ангидрит.

*Кальцит* (известковый шпат) является одним из наиболее распространенных минералов земной коры.

Кальцит образует крупно-, средне- и мелкозернистые породы; плотность его 2700 кг/м<sup>3</sup>, твердость 3. Он растворим в воде (0,03 г в 1 л), бурно реагирует с кислотами. Вода разрушает кальцит, так как при этом образуется кислый углекислый кальций, который растворим в воде более чем в 100 раз по сравнению с CaCO<sub>3</sub>.

*Магнезит*, в отличие от кальцита, встречается в природе значительно реже, он имеет несколько большую твердость и меньшую растворимость, чем кальцит.

*Доломит* — минерал, который по химическому составу представляет собой двойную углекислую соль магния и кальция. Доломит по физическим свойствам аналогичен магнезиту.

*Гипс* представляет собой минерал пластинчатого, волокнистого или зернистого строения, плотность 2300 кг/м<sup>3</sup>, мягкий – твердость 2. Гипс имеет белый цвет,

иногда окрашен примесями в различные цвета: серый, красноватый, желтоватый и черный. Гипс обладает сравнительно легкой растворимостью в воде (примерно в 75 раз большей, чем кальцит).

*Ангидрит* — безводная разновидность гипса. Плотность ангидрита 2800–3000 кг/м<sup>3</sup>, твердость 3–3,5; цвет – от красновато-белого до серого. При длительном воздействии воды ангидрит способен перейти в гипс с незначительным увеличением объема.

*Каолинит* представляет собой водный силикат алюминия. Отдельные пластинки и чешуйки его бесцветны, а сплошная масса может иметь белый, желтоватый, буроватый и голубовато-зеленоватый цвета. Твердость 2,5.

Пирит, серный колчедан, апатит (кальциевая соль фосфорной кислоты) и другие встречаются в горных породах в качестве второстепенных минералов.

### **Классификация горных пород**

Согласно генетической классификации, горные породы подразделяются на три большие группы: изверженные (к этой группе принято относить подгруппу излившихся горных пород), осадочные и метаморфические.

### **Изверженные горные породы**

Среди изверженных горных пород различают массивные, изменившиеся и обломочные, образовавшиеся в результате разрушения массивных пород.

*Массивные глубинные горные породы* (граниты, сиениты, диориты и габбро) образовались в результате медленного охлаждения магмы на большой глубине под значительным давлением и в результате этого полной ее кристаллизации. Все глубинные породы характеризуются высокой плотностью и ярко выраженной кристаллической (крупнокристаллической) структурой.

*Гранит* – наиболее распространенная глубинная горная порода, состоящая в основном из кварца, полевого шпата и слюды. Иногда слюда заменена темноокрашенными (железисто-магнезиальными) минералами. Цвет гранита зависит от главной составной части – полевого шпата и наличия темных минералов. Он бывает серый, красный и пр. Зерна минералов имеют настолько прочную спайность, что излом чаще происходит не по плоскости спайности, а по зернам минералов. Плотность гранита в среднем 2600 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии – 100–300 МПа при расширении 1/40—1/60 предела прочности при сжатии. Большая механическая прочность, стойкость против выветривания и морозостойкость обуславливают высокие строительные свойства гранита и изготовленных из него строительных материалов и изделий. Гранит применяют для изготовления облицовочных плит, лестничных ступеней, полов, бортовых камней, щебня и др., используют при строительстве гидротехнических сооружений и сооружений памятников.

*Сиенит* состоит в основном из полевого шпата (ортоклаза) и какого-нибудь темноокрашенного минерала. Строение сиенита сходно с гранитом. Плотность



составляет 2400–2900 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии – 150–200 МПа. Сиениты мягче гранитов, лучше поддаются полировке, обладают большей вязкостью. Используют сиениты наряду с гранитами. Между гранитами и сиенитами имеются переходные разновидности – граносиениты.

*Диориты* по минералогическому составу представлены плагиоклазом, роговой обманкой, реже – биотитом и авгитом. Цвет диорита от темно-зеленого до черно-зеленого. Плотность – 2700–2900 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии – 180–200 МПа. Диориты трудно обрабатываются, обладают большим сопротивлением истиранию, хорошо полируются, стойки против выветривания. Применяют диориты в дорожном строительстве и в виде облицовочных плит.

*Габбро* — кристаллическая горная порода, состоящая в основном из плагиоклаза и темноокрашенных минералов (пироксены в виде авгита). Реже в состав габбро входят биотит и роговая обманка. Цвет габбро может быть от серого и зеленого до черного. К группе габбро относится также лабрадорит – горная порода, состоящая в основном из минерала лабрадора (разновидности полевого шпата) серого, зеленовато-серого или темного цвета с синим отблеском на плоскостях спайности. Плотность габбро очень высокая и равна 2900–3160 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии – 100–280 МПа, а иногда и до 350 МПа. Габбро стоек против выветривания, трудно обрабатывается, но дает хорошую долговечную полировку. Применяют его для гидротехнических и других видов сооружений в виде разнообразных строительных материалов – щебня, облицовочных плит и т. д. Лабрадорит, обладающий красивой расцветкой, используют как облицовочный материал.

***Излившиеся горные породы*** образовались при остывании магмы, излившейся на поверхность земной коры. Структура излившихся горных пород может быть полукристаллической, зернистой и стекловидной. Излившиеся породы имеют химический и минералогический состав такой же, как и глубинные, обладают примерно теми же физико-механическими свойствами, но отличаются мелкокристаллической (до стекловидной) структурой.

*Кварцевый порфир* – аналог гранита – имеет стекловатую структуру с вкраплением крупных зерен кристаллов кварца. При выветривании эти зерна могут выпадать из основной массы горной породы. Плотность – 2400–2600 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии – 130–180 МПа. Используют его в виде щебня или штучного камня. Наряду с кварцевым порфиром существует бескварцевый порфир (аналог сиенитов), в котором кварц отсутствует.

*Трахит* — горная порода, по химико-минералогическому составу сходная с порфиром, но образовавшаяся в более поздние геологические периоды. Трахит отличается высокой пористостью и относительно низким пределом прочности при сжатии – 60–70 МПа.

*Диабаз* — аналог габбро – состоит из плагиоклаза и авгита и имеет в своем составе примеси кварца и роговой обманки. Плотность равна 2800–3000 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии составляет 200–300 МПа, цвет темно-серый. Диабаз хорошо полируется. Применяют его в виде щебня, штучных камней, плит, брусчатки, в

качестве облицовочного материала. Из расплавленного диабаз при температуре 1200–1350 °С отливают различные изделия. Плавный диабаз стоек к кислотам и щелочам, обладает высокими диэлектрическими свойствами. Прочность плавного диабаз составляет около 500 МПа.

*Базальт* по химическому и минералогическому составу является аналогом габбро. Это минерал темного цвета, скрытокристаллической структуры с некоторым количеством вулканического стекла, и состоит он из плагиоклаза и авгита. Плотность – 2700–3300 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии – 100–150 МПа. Высокая твердость и прочность базальтов позволяют использовать их в качестве материалов для дорожных покрытий. Применяют базальт как сырье для изготовления каменного литья.

*Порфирит* и *андезит* — аналоги диорита. Порфирит – более старая, а андезит – более молодая горная порода; цвет их серый, серовато- и желтовато-зеленый. Плотность – 2200–2800 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии – 60–240 МПа. Порфириты применяют в качестве облицовочного материала, щебня и дорожной брусчатки, а андезит (как кислотостойкий материал) – в качестве заполнителя в кислотоупорных бетонах, а также для специальных облицовок.

*Обломочные породы* делят на рыхлые (пемза, вулканические пеплы и др.) и цементированные (вулканический туф).

*Пемза* образовалась при быстром остывании магмы и интенсивном выделении из нее газов, вспучивающих массу. Последующее быстрое остывание вспученных кусков магмы приводит к образованию стекловидной пористой породы. Цвет пемзы серый, черный и иногда белый. Пемза состоит из кремнезема (до 70 %) и глинозема. Залегают пемза в виде обломков размеров 5–50 мм в диаметре, выброшенных во время извержения вулканов. Плотность пемзы в куске – 400–1400 кг/м<sup>3</sup>, пористость до 80 %, предел прочности при сжатии – 0,4–2,0 МПа, твердость – 6. Используют пемзу как щебень для легких бетонов, в качестве теплоизоляционного материала, а также как активную минеральную добавку к извести и цементам.

*Вулканический пепел* встречается в виде порошка от серого до черного цвета. Применяют его для получения легких растворов и бетонов, а также в качестве активной минеральной добавки к вяжущим веществам.

*Вулканические туфы* — цементированная туфовая лава, образованная при примешивании во время извержений к жидкой лаве пепла и песка. В результате быстрого охлаждения туфы имеют стекловидное строение. Типичным представителем вулканического туфа является арктический туф. Плотность туфа в куске – 1250–1350 кг/м<sup>3</sup>, пористость – 40–70 %, предел прочности при сжатии – 8–19 МПа и выше, теплопроводность – 0,21–0,33. Цвет розовато-фиолетовый. Применяют вулканические туфы в качестве песка или щебня для легких бетонов и растворов, крупных стеновых блоков, а также активной добавки к воздушной извести или цементу. Высокие декоративные качества и морозостойкость позволяют широко применять туф в качестве облицовочного материала для фасадов зданий.

## Осадочные горные породы

Осадочные горные породы образовались в результате осаждения солей в высыхающих водоемах – органогенные (химические осадки, скопления остатков растительного и животного мира), а также в результате разрушения массивных горных пород магматического или осадочного происхождения – обломочные.

К **химическим осадкам** относят гипс, ангидрит, магнезит, доломит и известковые туфы.

*Гипс* — горная порода, состоящая из минерала того же названия. Гипс применяют для производства воздушного вяжущего – строительного гипса, а также в качестве облицовочного материала внутренних частей зданий в виде искусственного мрамора.

*Ангидрит* состоит из одноименного минерала – ангидрита. Применяют его в качестве облицовочного материала, а также сырья для производства ангидритового цемента.

*Магнезит* состоит из минерала того же названия – магнезита. Иногда он содержит примеси углекислых кальция и железа. Твердость магнезита 3,5–4,0, цвет белый, от желтоватого до бурого. Применяют магнезит в качестве сырья для производства воздушного вяжущего – каустического магнезита и огнеупорных материалов.

*Доломит* состоит в основном из минерала доломита с примесями глинистого, железистого, кремнистого и других веществ. Цвет серый, от желтоватого до бурого, структура – зернистая. По свойствам доломиты близки к плотным известнякам, иногда они обладают и более высокими, чем известняки, механическими свойствами. Применяют доломиты  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  для производства щебня, изготовления облицовочных плит, огнеупоров и вяжущих материалов.

*Известковые туфы* образовались при выделении  $\text{CaCO}_3$  из кислого углекислого кальция, растворенного в воде. Очень пористые известковые туфы используют как сырье для получения извести, а плотные с мелкими равномерно расположенными порами туфы применяют в виде штучных камней для кладки стен и в качестве щебня для легких бетонов.

К **органогенным породам** относят различные карбонатные и кремнистые породы. Для строительных целей используют известняки, известняки-ракушечники, мел, диатомиты и трепелы.

*Известняк* образовался в водных бассейнах из остатков животного и растительного мира (или как продукт химических осадков). Рыхлые скопления раковин и их осколков скреплялись углекислым кальцием. Известняк состоит в основном из кальцита и примесей глины, доломита, кварца и др. Плотность известняка – 1700–2600 кг/м<sup>3</sup>, прочность при сжатии – 10—100 МПа. Цвет белый, от желтоватого до бурого. Известняк используют для производства щебня, облицовочных плит и архитектурных деталей, а также для производства извести и портландцемента.

*Известняк-ракушечник* — пористая горная порода, состоящая из раковин и их обломков, сцементированных известковым веществом. Плотность – 900—2000 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии – 0,4—15,0 МПа и более. Применяют этот минерал для изготовления стеновых камней и блоков, а также в качестве заполнителя для легких бетонов.

*Мел* — землистая горная порода, состоящая почти полностью из чистого карбоната кальция. В качестве примесей встречаются глинистые вещества и зерна кварца. Мел обладает высокой дисперсностью. Применяют его в качестве белого пигмента, для приготовления замазки, а также при производстве извести, портландцемента и стекла.

*Диатомиты* – слабо сцементированная, очень пористая кремнеземистая порода, состоящая от панцирей диатомовых водорослей и частично из скелетов животных организмов. Плотность 400—1000 кг/м<sup>3</sup>, пористость – 60–70 %.

*Трепелы* — очень легкая глиноподобная порода, содержащая аморфный кремнезем в виде мельчайших шариков опала. Плотность – 500—1200 кг/м<sup>3</sup>, пористость – 60–70 %, коэффициент теплопроводности – 0,17—0,23.

Применяют диатомиты и трепелы для изготовления теплоизоляционных материалов, легкого кирпича, а также в производстве гидравлических вяжущих в качестве активных минеральных добавок.

Механические отложения образовались в результате физического выветривания горных пород под влиянием воды и температуры. Продукты разрушения переносились ветром и водными потоками на различные расстояния и оседали. Так образовались глины, песок, щебень и гравий из массивных горных пород.

Химическое выветривание проявлялось в результате взаимодействия составных частей горных пород с различными веществами, находящимися в атмосфере. Так, полевой шпат (ортоклаз) под действием воды и углекислоты, находящейся в воздухе, разрушался, образуя минерал каолинит.

К физическому и химическому выветриванию (разрушению) горных пород часто присоединяется еще биохимическое выветривание, являющееся результатом жизнедеятельности животных и растительных организмов. В результате выветривания горных пород образуются дисперсные частицы, зерна и крупные обломки; некоторые из них цементируются глиной, кальцитом или кремнеземом, образуя цементированные горные породы. В зависимости от крупности зерен и цементации их различают следующие виды механических отложений **осадочных горных пород**.

*Песок* – рыхлая смесь зерен различных пород крупностью 0,16—5,0 мм. В зависимости от условий образования пески бывают горные, речные, морские, дюнные, барханные и др. Применяют их для приготовления бетонов и растворов.

*Гравий* — окатанной формы зерна крупностью 5—70 мм. Применяют в качестве заполнителя для бетонов.

*Песчаники* — горная порода, состоящая из зерен кварца, сцементированная глинистым, кремнеземистым или известковым веществом. Прочность песчаника зависит от вида цементирующего вещества, крупности и формы сцементированных зерен. Наиболее прочные кремнеземистые песчаники имеют предел прочности при сжатии 200 МПа и более. Используют песчаники в качестве щебня для бетона, облицовки опор мостов и зданий, для дорожных покрытий, так как они имеют высокие морозостойкость и прочность при истирании.

*Конгломераты* — горная порода, состоящая из сцементированных зерен гравия, а *брекчии* — из сцементированных зерен щебня. Конгломераты и брекчии используют в качестве щебня для бетонов, штучного камня и облицовочных плит.

### **Метаморфические (видоизмененные) горные породы**

Метаморфические горные породы образовались из магматических и осадочных путем их преобразования под влиянием высокой температуры и давления. В строительстве применяют гнейсы, глинистые сланцы, мраморы, кварциты.

*Гнейсы* по минералогическому составу являются аналогами гранита и имеют сланцевое строение. Используют гнейсы преимущественно в качестве облицовочных плит, в виде бутового камня для кладки фундаментов и стен неотапливаемых зданий, для тротуаров.

*Глинистые сланцы* состоят из уплотненных сланцевых глин. Цвет темно-серый, иногда черный. Глинистые сланцы раскалываются на тонкие плитки, обладают высокой атмосферостойкостью и долговечностью, что позволяет использовать их в качестве кровельного материала.

*Мрамор* — кристаллическая порода, образовавшаяся из известняков или доломитов. Кристаллы соединены без цементирующего вещества. Прочность мрамора достигает 300 МПа, твердость небольшая – 3,0–3,5. Он сравнительно легко пилится на плиты и хорошо полируется. Применяют мрамор для облицовки внутренних частей зданий, так как снаружи зданий полировка быстро утрачивается, что объясняется слабой химической стойкостью мрамора при воздействии на него атмосферы.

*Кварциты* – метаморфическая разновидность кремнистых песчаников с перекристаллизованными и сросшимися зернами кварца, так что цементирующее вещество неразлично. Кварциты стойки против выветривания, их прочность достигает 400 МПа. Используют кварциты для облицовки зданий, опор мостов, а также как сырье для производства огнеупорных изделий.

### **Разработка и обработка природных каменных материалов**

Горные породы, пригодные для изготовления каменных материалов, называют полезными ископаемыми. Породы, сопровождающие полезные ископаемые и не используемые для указанной цели, относят к пустой породе. Работы, связанные с добычей полезных ископаемых, называют горными работами. Выработанные

пространства, образующиеся в процессе добычи полезного ископаемого, именуются выработками, разрабатываемые месторождения – карьерами.

Выбор способа добычи природных каменных материалов зависит от вида горной породы, глубины и условий ее залегания, твердости и других параметров. Рыхлые горные породы – песок, гравий, глину – добывают открытым способом с помощью различных машин, из которых наиболее распространенными являются одно- и многоковшовые экскаваторы, а также гидромеханическим способом. 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) выделяется товарная продукция (песок или гравий). Песок и гравий в карьерах классифицируют по крупности зерен на несколько фракций.

Щебень получают дроблением горных пород, добываемых взрывным или другим способом.

Поскольку нерудные материалы, поступающие с карьеров, по крупности, зерновому составу, количеству примесей обычно непригодны для непосредственного использования в бетонах, необходима их переработка, включающая операции по дроблению, фракционированию, выработке мелких фракций, мойке, обогащению и складированию.

*Дроблению* подвергаются зерна горной породы крупностью до 1200–1500 мм. Для сборного железобетона используется щебень крупностью 5—40 мм. Существующие конструкции дробильных установок не могут обеспечить измельчение кускового материала необходимых фракций при однократном прохождении, поэтому применяют двух- или трехступенчатые схемы дробления. Для дробления используют дробилки щековые, конусные, валковые и ударного действия (молотковые и роторные). Выбор схемы дробления и типа дробильного оборудования производят с учетом свойств исходного сырья и условий обеспечения максимального выхода качественного по размерам и форме заполнителя.

Эффективность работы дробильных агрегатов повышается при многоступенчатом дроблении с применением классификаторов, например виброгрохотов. Дробление нерудных материалов, как правило, производят в стационарных установках на заводе, однако в последнее время все большее применение находят передвижные дробильные установки.

Простейший вид классификации – *грохочение*; с его помощью производят разделение материала на фракции заданных размеров. На предприятиях нерудных строительных материалов широко применяют плоские вибрационные грохоты. Для получения чистых, свободных от примесей заполнителей окончательное грохочение совмещают с промывкой.

После дробления и грохочения в материале остаются загрязняющие примеси в виде глины, ила и др., ухудшающие качество заполнителя. Для *промывки* нерудных строительных материалов широко используют наклонные лопастные двухвальные корытные мойки, а также барабанные промывочные машины. Барабанные

промывочные машины в зависимости от направления движения отработанной воды со шламом бывают прямоточные и противоточные. Более эффективны противоточные машины, они выдают чистый заполнитель различной степени крупности от мелкого до 350 мм. В последнее время получили распространение вибрационные промывочные машины как более эффективные, потребляющие относительно мало энергии и воды, и менее металлоемкие. Эффективен в работе также виброкаскадный промывочный грохот, который предназначен для промывки зерен крупностью до 100 мм с содержанием глины до 10 %.

Наряду с грохочением применяется более точная *гидравлическая классификация*. Из гравитационных наиболее совершенны вертикальные классификаторы с восходящей струей. Классификация осуществляется в две стадии. Сначала пульпа разделяется в обогатительной камере, где основная часть мелких фракций выносятся в слив, а оседающие крупные зерна песка поступают в классификационную камеру, где происходит окончательное разделение гидросмеси. Частицы крупнее заданного размера оседают к разгрузочному устройству, а мелкие – восходящим потоком выносятся в слив. Центробежные классификаторы (гидроциклоны, центрифуги) используют для выделения и разделения из песка зерен крупностью 0,15—0,3 мм. *Обезвоживание* нерудных материалов производят различными способами. Чаще применяют дренирование, широко используют для обезвоживания нерудных материалов сушку – естественную (в штабелях) или искусственную (в сушильных барабанах).

Операции по технологической переработке нерудных материалов одновременно способствуют их *обогащению* и повышению качества, но существуют и специальные способы обогащения, рассчитанные на переработку особых видов сырья, например с высоким содержанием слабых пород, а также на получение специальных видов заполнителя, обогащение щебня в грануляторах, тяжелых средах и др.

Правильные *условия складирования* нерудных строительных материалов обеспечивают сохранность их высокого качества и уменьшают потери. По способу хранения склады различают: открытые – штабельные, штабельно-траншейные, штабельно-эстакадные; закрытые – полу бункерные, бункерные и силосные. Заполнители хранятся раздельно по видам, фракциям и сортам.

Массивные изверженные горные породы разрабатывают, как правило, взрывом. При отделении глыб слоистых, трещиноватых, столбчатых пород применяют механические средства (клинья, механические лопаты и др.). Мягкие породы (известковые туфы и др.) добывают путем распиловки массива камнерезной машиной на блоки определенных размеров и правильной геометрической формы. При разработке месторождений некоторых разновидностей гранитов, туфов, мраморов (в открытых выработках) на штучный камень, плиты, блоки и т. д. применяют также способ распиловки породы механическими пилами.

### **Методы защиты природных каменных материалов от разрушения**

Разрушение каменных материалов может происходить под действием воды как растворителя. Особенно активно действует на карбонатные породы вода, содержащая углекислоту, сернистые и другие кислотные соединения. Каменные

материалы разрушаются также при переменном действии воды и мороза. Если горная порода состоит из нескольких минералов, то разрушение ее может происходить от изменения температуры вследствие того, что коэффициент линейного расширения разных минералов не одинаков.

Горные породы разрушаются также от воздействия органических кислот. Частицы пыли неорганического и органического происхождения, являющиеся бытовыми или промышленными отходами города, оседают на поверхности и в порах камня; при смачивании их водой имеют место бактериологические процессы с зарождением микроорганизмов, которые разрушают камень за счет образования органических кислот. Скорость разрушения горной породы зависит также от ее качества и структуры, выражающихся в наличии микротрещин, микрослоистости и размокающих и растворимых веществ. Для защиты каменных материалов от разрушения необходимо прежде всего предотвратить проникновение воды и ее растворов в глубину материала, для этого применяют так называемое флюатирование. При обработке известняка флюатами (например, кремнефтористым магнием) образуются нерастворимые в воде соли, которые закрывают поры в камне и тем самым повышают его водонепроницаемость и атмосферостойкость.

От воздействия углекислоты и образования сульфатов облицовочные камни предохраняют путем пропитки их на глубину до 1 см горячим льняным маслом. Еще один способ предохранения от проникновения воды – покрытие поверхности камня слоем раствора воска в скипидаре, парафина в легком нефтяном дистилляте или каменноугольном дегте. Защищают каменные материалы от разрушения также конструктивными мерами, например путем образования хорошего стока воды с поверхности камня, придания камню гладкой поверхности и т. д.

### **Стеновые керамические материалы и изделия**

Керамические материалы получают из глиняных масс путем формования и последующего обжига. При этом часто имеет место промежуточная технологическая операция – сушка свежесформованных изделий, называемых «сырцом».

По характеру строения черепка различают керамические материалы пористые (неспекшиеся) и плотные (спекшиеся). Пористые поглощают более 5 % воды (по массе), в среднем их водопоглощение составляет 8—20 % по массе. Пористую структуру имеют кирпич, блоки, камни, черепица, дренажные трубы и др.; плотную – плитки для полов, канализационные трубы, санитарно-технические изделия.

По назначению керамические материалы и изделия делят на следующие виды: стеновые – кирпич обыкновенный, кирпич и камни пустотелые и пористые, крупные блоки и панели из кирпича и камней; для перекрытия – пустотелые камни, балки и панели из пустотелых камней; для наружной облицовки – кирпич и камни керамические лицевые, ковровая керамика, плитки керамические фасадные; для внутренней облицовки и оборудования зданий – плиты и плитки для стен и полов,



санитарно-технические изделия; кровельные – черепица; трубы – дренажные и канализационные.

Универсальность свойств, широкий ассортимент, высокая прочность и долговечность керамических изделий позволяют широко использовать их в самых разнообразных конструкциях зданий и сооружений: для стен, тепловых агрегатов, в качестве облицовочного материала для полов и стен, в виде труб для сетей канализации, для облицовки аппаратов химической промышленности, в качестве легких пористых заполнителей для сборных железобетонных изделий.

### **Сырьевые материалы**

Сырьем для изготовления керамических материалов служат различные глинистые горные породы. Для улучшения технологических свойств глин, а также придания изделиям из них определенных и более высоких физико-механических свойств к глинам добавляют кварцевый песок, шамот (дробленую обожженную при температуре 1000–1400 °С огнеупорную или тугоплавкую глину), шлак, древесные опилки, угольную пыль.

Глиняные материалы образовались в результате выветривания изверженных полевошпатовых горных пород. Процесс выветривания горной породы заключается в механическом разрушении и химическом разложении. Механическое разрушение происходит в результате воздействия переменной температуры и воды. Химическое разложение происходит, например, при воздействии на полевой шпат воды и углекислоты, в результате чего образуется минерал каолинит.

**Глиной** называют землистые минеральные массы или обломочные горные породы, способные с водой образовывать пластичное тесто, по высыхании сохраняющее приданную ему форму, а после обжига приобретающее твердость камня. Наиболее чистые глины состоят преимущественно из каолинита и называются каолинами. В состав глин входят различные оксиды ( $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $MgO$ ), свободная и химически связанная вода и органические примеси.

Большое влияние на свойства глины оказывают примеси. Так, при повышенном содержании  $SiO_2$ , не связанного с  $Al_2O_3$ , уменьшается связующая способность глин, повышается пористость обожженных изделий и снижается их прочность. Соединения железа, понижают огнеупорность глины. Углекислый кальций уменьшает огнеупорность и интервал спекания, увеличивает усадку при обжиге и пористость, что уменьшает прочность и морозостойкость. Оксиды понижают температуру спекания глины.

Глины характеризуются пластичностью, связностью и связующей способностью, отношением к сушке и к действию высоких температур. *Пластичностью* глины называют ее свойство образовывать при затворении водой тесто, которое под действием внешних усилий способно принимать заданную форму без образования разрывов и трещин и сохранять эту форму при последующей сушке и обжиге.

По пластичности глины разделяют на высокопластичные, среднепластичные, умереннопластичные, малопластичные и непластичные. Для производства керамических изделий обычно применяют умереннопластичные глины с числом

пластичности от 7 до 15. Малопластичные глины плохо формуются, а высокопластичные растрескиваются при сушке и требуют отошения.

В производстве обжиговых материалов наряду с глинами используются диатомиты, трепелы, сланцы и др. Так, в производстве легкого кирпича и керамических изделий применяют диатомиты и трепелы, а для получения пористых заполнителей – вспучивающиеся глины, перлит, вермикулит.

Для изготовления соответствующих изделий часто требуется введение в сырье определенных добавок. Так, добавляя к пластичным глинам отошающие добавки до 6—10 % (песок, шлак, шамот и др.), можно уменьшить усадку глины при сушке и обжиге. Большое влияние на связующую способность глин и их усадку оказывают фракции меньше 0,001 мм. Чем больше содержание глинистых частиц, тем выше пластичность. Пластичность можно повысить добавлением высокопластичных глин, а также введением поверхностно-активных веществ – сульфитно-дрожжевой бражки (СДБ) и др. Понизить пластичность можно добавлением непластичных материалов, называемых отошителями.

Глины, содержащие повышенное количество глинистых фракций, обладают более высокой *связностью*, и, наоборот, глины с небольшим содержанием глинистых частиц имеют малую связность. С увеличением содержания песчаных и пылевидных фракций понижается *связующая способность глины*. Это свойство глины имеет большое значение при формировании изделий. Связующая способность глины характеризуется возможностью связывать частицы непластичных материалов (песка, шамота и др.) и образовывать при высыхании достаточно прочное изделие заданной формы.

*Усадкой* называют уменьшение линейных размеров и объема при сушке образца (воздушная усадка) и обжиге (огневая усадка). Воздушная усадка происходит при испарении воды из сырца в процессе его сушки. Для различных глин линейная воздушная усадка колеблется от 2–3 до 10–12 % в зависимости от содержания тонких фракций. Огневая усадка происходит из-за того, что в процессе обжига легкоплавкие компоненты глины расплавляются и частицы глины в местах их контакта сближаются. Огневая усадка в зависимости от состава глин составляет 2–8 %. Полная усадка равна алгебраической сумме воздушной и огневой усадок, она колеблется в пределах 5—18 %. Это свойство глин учитывают при изготовлении изделий необходимых размеров.

Характерным свойством глин является их *способность превращаться при обжиге в камневидную массу*. В начальный период повышения температуры начинает испаряться механически примешанная вода, затем выгорают органические примеси, а при нагревании до 550–800 °С происходит дегидратация глинистых минералов и глина утрачивает свою пластичность. При дальнейшем повышении температуры осуществляется обжиг – начинает расплавляться некоторая легкоплавкая составная часть глины, которая, растекаясь, обволакивает нерасплавившиеся частицы глины, при охлаждении затвердевает и цементирует их. Так происходит процесс превращения глины в камневидное состояние.

Совокупность процессов усадки, уплотнения и упрочнения глины при обжиге называют *спеканием глины*. При дальнейшем повышении температуры масса размягчается – наступает плавление глины. На цвет обожженных глин оказывает влияние главным образом содержание оксидов железа, которые окрашивают керамические изделия в красный цвет при наличии избытка в печи кислорода или в темно-коричневый и даже черный при недостатке кислорода. Оксиды титана вызывают синеватую окраску черепка. Для получения белого кирпича обжиг ведут в восстановительной среде и при определенных температурах, чтобы оксид железа перевести в закись.

### **Общая технологическая схема производства керамических изделий**

Несмотря на обширный ассортимент керамических изделий, разнообразие их форм, физико-механических свойств и видов сырьевого материала, основные этапы их производства являются общими и состоят из следующих операций: добыча сырьевых материалов, подготовка сырьевой массы, формование изделий (сырца), сушка сырца, обжиг изделий, обработка изделий (обрезка, глазурирование и пр.) и упаковка.

*Добычу сырья* осуществляют на карьерах открытым способом. Транспортировку сырья от карьера к заводу производят автосамосвалами, вагонетками или транспортерами при небольшой удаленности карьера от цеха формовки. Заводы по производству керамических материалов, как правило, строят вблизи месторождения глины, и карьер является составной частью завода.

*Подготовка сырьевых материалов* состоит из разрушения природной структуры глины, удаления или измельчения крупных включений, смешивания глины с добавками и увлажнения до получения удобоформуемой глиняной массы.

*Формование керамической массы* в зависимости от свойств исходного сырья и вида изготавливаемой продукции осуществляют полусухим, пластическим и шликерным (мокрым) способами. При полусухом способе производства глину вначале дробят и подсушивают, затем измельчают и с влажностью 8—12 % подают на формование. При пластическом способе формования глину дробят, затем направляют в глиносмеситель, где она перемешивается с отощающими добавками до получения однородной пластичной массы влажностью 20–25 %. Формование керамических изделий при пластическом способе осуществляют преимущественно на ленточных прессах. При полусухом способе глиняную массу формуют на гидравлических или механических прессах под давлением до 15 МПа и более. По шликерному способу исходные материалы измельчают и смешивают с большим количеством воды (до 60 %) до получения однородной массы – шликера. В зависимости от способа формования шликер используют как непосредственно для изделий, получаемых способом литья, так и после его сушки в распылительных сушилках.

В последнее время получила определенное распространение новая технология получения пресс-порошка в распылительных сушилках, сущность которой заключается в совмещении процессов обезвоживания, дробления и сепарации. Сушильная камера представляет собой металлический цилиндр, заканчивающийся внизу конусом, который служит для сбора готового продукта. Отличительными

особенностями сушила являются распыление керамической суспензии пучком форсунок при давлении 1,0–1,2 МПа и снижение давления газа внутри сушильной башни. Обезвоживание керамических масс в распылительных сушилах позволило в 3,5 раза повысить производительность труда и в 1,5 раза сократить капитальные затраты.

Обязательной промежуточной операцией технологического процесса производства керамических изделий по пластическому способу является **сушка**. Если сырец, имеющий высокую влажность, сразу после формования подвергнуть обжигу, то он растрескивается. При сушке сырца искусственным способом в качестве теплоносителя используют дымовые газы обжигательных печей, а также специальных топок. При изготовлении изделий тонкой керамики применяют горячий воздух, образуемый в калориферах. Искусственную сушку производят в камерных сушилах периодического действия или туннельных сушилах непрерывного действия.

Процесс сушки представляет собой комплекс явлений, связанных с тепло- и массообменом между материалом и окружающей средой. В результате происходит перемещение влаги из внутренней части изделий на поверхность и испарение ее. Одновременно с удалением влаги частицы материала сближаются, и происходит усадка. Уменьшение объема глиняных изделий при сушке происходит до определенного предела, несмотря на то, что вода к этому моменту полностью еще не испарилась. Для получения высококачественных керамических изделий процессы сушки и обжига должны строго соблюдаться установленные режимы. При нагревании изделия в интервале температур 0—150 °С из него удаляется гигроскопическая влага. При температуре 70 °С давление водяных паров внутри изделия может достигнуть значительной величины, поэтому для предупреждения трещин температуру следует поднимать медленно (50–80 °С/ч), чтобы скорость порообразования внутри материала не опережала фильтрации паров через ее толщу.

**Обжиг** является завершающей стадией технологического процесса. В печь сырец поступает с влажностью 8—12 %, и в начальный период происходит его досушивание. В интервале температур 550–800 °С идет дегидратация глинистых минералов и удаление химически связанной воды. При этом разрушается кристаллическая решетка минерала и глина теряет пластичность, в это время происходит усадка изделий.

При температуре 200–800 °С выделяется летучая часть органических примесей глины и выгорающих добавок, введенных в состав шихты при формировании изделий, и, кроме того, окисляются органические примеси в пределах температуры их воспламенения. Этот период характерен весьма высокой скоростью подъема температур – 300–350 °С/ч, а для эффективных изделий – 400–450 °С/ч, что способствует быстрому выгоранию топлива, запрессованного в сырец. Затем изделия выдерживают при этой температуре в окислительной атмосфере до полного выгорания остатков углерода. Дальнейший подъем температуры от 800 °С до максимальной связан с разрушением кристаллической решетки глинистых

минералов и значительным структурным изменением черепка, поэтому скорость подъема температуры замедляют до 100–150 °С/ч, а для пустотелых изделий – до 200–220 °С/ч. По достижении максимальной температуры обжига изделие выдерживают для выравнивания температуры по всей его толще, после чего температуру снижают на 100–150 °С, в результате изделие претерпевает усадку и пластические деформации.

Затем интенсивность охлаждения при температуре ниже 800 °С увеличивается до 250–300 °С/ч и более. Ограничением спада температуры могут служить лишь условия внешнего теплообмена. При таких условиях обжиг кирпича можно осуществить за 6–8 часов. Однако в обычных туннельных печах скоростные режимы обжига не могут быть реализованы из-за большой неравномерности температурного поля по сечению обжигательного канала. Изделия из легкоплавких глин обжигают при температуре 900—1100 °С. В результате обжига изделие приобретает камневидное состояние, высокие показатели водостойкости, прочности, морозостойкости и другие ценные строительные качества.

### **Стеновые материалы**

Стеновые каменные материалы классифицируются по виду изделий, назначению, виду применяемого сырья и способу изготовления, а также по плотности, теплопроводности и прочности при сжатии и изгибе.

***По виду изделий*** стеновые каменные материалы делят на три группы:

- 1) кирпич керамический и силикатный, из трепелов и диатомитов, полнотелый и пустотелый массой до 4,4 кг;
- 2) камни керамические, силикатные, бетонные, пустотелые и полнотелые, из горных пород массой не более 16 кг;
- 3) мелкие блоки керамические, силикатные, бетонные, пустотелые и полнотелые из горных пород массой не более 40 кг.

***По назначению*** различают стеновые каменные материалы рядовые – для кладки наружных и внутренних стен и лицевые – для облицовки стен зданий и сооружений.

***По виду применяемого сырья и способу изготовления*** керамические стеновые материалы подразделяют на изделия, изготавливаемые методом пластического или полусухого прессования из глины, трепела, диатомита и другого сырья, образующего при обжиге спекшийся черепок.

***По теплотехническим свойствам и плотности*** кирпич и камни делят на три группы:

- 1) эффективные с высокими теплотехническими свойствами, позволяющими уменьшить толщину стен по сравнению с толщиной стен, выполненных из обыкновенного кирпича; к этой группе относятся кирпич плотностью до 1400 кг/м<sup>3</sup> и камни плотностью не более 1450 кг/м<sup>3</sup>;

2) условно эффективные, улучшающие теплотехнические свойства ограждающих конструкций; к этой группе относятся кирпич плотностью свыше 1400 кг/м<sup>3</sup> и камни плотностью 1450–1600 кг/м<sup>3</sup>;

3) обыкновенный кирпич плотностью свыше 1600 кг/м<sup>3</sup>.

**Кирпич керамический сплошной и пустотелый** пластического и

полусухого прессования представляет собой искусственный камень, изготовленный из глины с добавками или без них и обожженный. По внешнему виду кирпич должен иметь форму прямоугольного параллелепипеда с прямыми ребрами и углами и с ровными гранями. Кирпич изготавливают одинарный размером 250х120х65 мм и утолщенный – 250х120х88 мм. Модульный кирпич с технологическими пустотами выполняют размером 288х138х63 мм. Кирпич можно изготавливать сплошным или пустотелым, а камни – только пустотелыми.

**Кирпич пустотелый с круглыми или прямоугольными пустотами**, вертикально расположенный по отношению к постели, выпускают девяти видов с количеством пустот 2—60 и пустотностью 10–33 %. Кирпич с горизонтальным расположением пустот производят трех видов с четырьмя или шестью сквозными прямоугольными отверстиями в один или два ряда и пустотностью 41–42 %.

**Камни керамические** с вертикальным расположением пустот выпускают шести видов с 7—38 отверстиями и пустотностью 25–37 %. Камни керамические с горизонтальным расположением пустот изготавливают трех видов с количеством пустот 3, 7 и 11 и, соответственно, пустотностью 17, 56 и 53 %. Камни керамические выпускают четырех типоразмеров: камень 250х120х138 мм; камень модульный 288х138х138 мм; камень укрупненный 250х250х138 мм; камни с горизонтальным расположением пустот 250х200х80 мм.

В зависимости от предела прочности при сжатии кирпич и камни производят марок 300, 250, 200, 175, 150, 125, 100 и 75; по морозостойкости – марок F15, 25, 35 и 50. Условное обозначение кирпича и камней записывают в следующем виде: кирпич керамический рядовой полнотелый М100, плотностью 1650 кг/м<sup>3</sup> и морозостойкостью F15 – кирпич КР Ю0/1650/15/ГОСТ530—80; кирпич керамический рядовой пустотелый М150, плотностью 1480 кг/м<sup>3</sup> и морозостойкостью F25 – кирпич КРП 150/1480/25/ГОСТ530—80; камень керамический рядовой пустотелый эффективный укрупненный М150, плотностью 1320 кг/м<sup>3</sup> и морозостойкостью F35 – камень КРПЭУ 150/1320/35/ШСТ 530-80.

Кирпич и камни должны иметь форму прямоугольного параллелепипеда с ровными гранями на лицевых поверхностях. Поверхность граней может быть рифленая, а углы закруглены радиусом до 15 мм. Пустоты в кирпиче и камнях располагаются перпендикулярно или параллельно постели, они могут быть сквозными или несквозными. Толщина наружных стенок кирпича и камней должна быть не менее 12 мм. Нарушение температурного режима кирпича и камней существующим стандартом не допускается. Водопоглощение полнотелого кирпича должно быть не менее 8 %, а пустотелых изделий – не менее 6 % высушенного до постоянной массы изделия.

Наряду с общими требованиями свойств отечественная промышленность производит кирпич и камни высшей категории качества. Это, прежде всего, пустотелые изделия, которые должны иметь марку по прочности не менее M100 (полнотелый кирпич – не менее M150), морозостойкость – не менее F25; особые требования предъявляются к их внешнему виду.

Кирпич и камни пустотелые и пористо-пустотелые применяют для наружных и внутренних несущих и самонесущих стен промышленных, гражданских и сельскохозяйственных зданий, а также для изготовления крупных стеновых блоков и панелей для индустриального строительства. Не рекомендуется применять указанный кирпич и камни для фундаментов, цоколей и стен помещений, где возможна повышенная влажность.

В качестве сырья для производства кирпича применяют легкоплавкие глины, содержащие 50–75 % кремнезема. **Изготовление кирпича** производят двумя способами: пластическим и полусухим. **Пластический способ** производства осуществляется по следующей схеме. Поступившую на завод глину подвергают обработке до получения пластичной однородной массы. Для этого глиняное сырье сначала подвергают измельчению на вальцах: глиняная масса поступает на поверхность двух валков, которые вращаются навстречу друг другу, в результате чего глина втягивается в зазор между ними и измельчается. Валки могут иметь разные диаметры и вращаться с неодинаковой частотой, в результате чего измельчение протекает интенсивнее. Для более эффективного измельчения к вальцам добавляют бегуны. Затем смесь поступает в глиносмеситель, где она увлажняется до 18–25 % и перемешивается до получения однородной пластичной массы. Тщательно приготовленная однородная масса поступает затем в ленточный пресс. Для получения кирпича более высокой плотности и улучшения формовочных свойств глин применяют вакуумные ленточные прессы. Поступающую в ленточный пресс глиняную массу с помощью шнека уплотняют, после чего она подается к выходному. Из последнего выходит непрерывный глиняный брус, который попадает на автомат для резки и укладки кирпича-сырца на вагонетки камерных или туннельных сушил.

**Процесс обжига** условно можно разделить на три периода: прогрев, собственно обжиг и охлаждение. В период прогрева из сырца удаляется гигроскопическая и гидратная влага, сгорают органические примеси, равномерно прогревается масса и разлагаются карбонаты. При обжиге происходит расплавление наиболее плавкой составной части глины, которая обволакивает нерасплавившиеся частицы глины, спекая массу. Период охлаждения сопровождается образованием камня.

Пустоты в кирпиче и камнях делают сквозными перпендикулярно постели: круглые диаметром не более 16 мм и прямоугольные шириной не более 12 мм. Толщина наружных стенок изделий до первого ряда пустот должна быть не менее 15 мм. Кирпич и камни из диатомитов и трепелов производят в форме прямоугольного параллелепипеда с прямыми ребрами и углами и ровными гранями. Водопоглощение кирпича и камней должно быть не менее 8 %, а по морозостойкости трех марок: F15, 25, 35. Кирпич и камни из трепелов и диатомитов

применяют для кладки наружных и внутренних стен зданий и сооружений с сухим, нормальным и влажным режимом помещений.

### **Кирпич и камни керамические специального назначения**

К этой группе керамических материалов относятся керамический лекальный кирпич, камни для канализационных сооружений и кирпич для дорожных покрытий (клинкерный). К указанным материалам предъявляются повышенные требования прочности, морозостойкости, истирания и удара.

*Кирпич керамический лекальный* применяют для кладки промышленных дымовых труб и футеровки труб при нагреве кирпича дымовыми газами до температуры не более 700 °С. Производство лекального кирпича аналогично производству обычного кирпича, изготавливаемого по пластическому способу. Кирпич лекальный выпускают длиной 80—225 мм с радиусом кривизны 850—1500 мм. По прочностным показателям лекальный кирпич подразделяют на три марки: М100, 125 и 150; водопоглощение его не менее 8 %, морозостойкость не ниже F15.

*Кирпич для дорожных покрытий* (клинкер) представляет собой искусственный камень размером 220х110х65 мм, получаемый из глины путем формования и последующего обжига до полного спекания, но без остекления поверхности. В качестве сырья применяют тугоплавкие глины с большим интервалом температур между началом спекания и началом деформации (примерно 1000 °С). Дорожный кирпич выпускают размером 220х110х65 мм.

*Камни для канализационных сооружений* должны обладать высокой плотностью. Они имеют трапецеидальную форму и изготавливаются для проходки щитов диаметром 1,5 и 2 м. Камни для каждого диаметра щита изготавливают двух типов: для соединения их в кольцо с помощью боковых пазов и боковых гребней. На торцовых гребнях камней имеются пазы с гребнями для соединения кольца при проходке коллектора. Кроме того, для нагнетания раствора за обделку в камнях устраивают отверстия диаметром 25 мм. Керамические камни для подземных коллекторов должны иметь предел прочности при сжатии не менее 20 МПа.

### **Керамические конструкции для стен**

Несмотря на увеличение роста производства стеновых панелей и блоков из бетона и железобетона, кирпич все еще остается одним из основных видов стеновых материалов. Однако как мелкоштучный материал кирпич не отвечает требованиям современного индустриального строительства. Изготовление же на заводе кирпичных стеновых панелей и керамических блоков для наружных стен, а также однорядных виброкирпичных панелей для внутренних стен позволяет не только сделать кирпич пригодным для таких целей, но и экономить кирпич и уменьшить массу стены.

*Панели для наружных стен* выпускают двух- и однослойные. Двухслойные панели изготавливают толщиной 260 мм, размером на комнату 2670х3180 мм. Двухслойная панель состоит из кирпича (толщиной 120 мм), высокоэффективного утеплителя (минераловатной плиты, пенокерамзита, пеностекла, фибролита) толщиной 100 мм и трех слоев цементного раствора 40 мм. Лицевая сторона стеновой панели может



быть отделана тонкой керамической плиткой толщиной 4 мм, тогда три слоя раствора составят 36 мм. Однослойные панели 2750х3190х300 мм изготавливают из пустотелых керамических камней. Общая толщина этих панелей составляет 300 мм, в том числе толщина керамического камня – 250 мм, керамзитобетонного заполнителя – 25 мм и раствора – 25 мм. В настоящее время изготовление однослойных панелей начинают производить из специального многоцелевого эффективного керамического камня, длина которого соответствует толщине панели, т. е. равна 300–320 мм. Панели наружных стен армируют стальными каркасами из проволоки диаметром 2 и 6 мм, расположенными по периметру оконного проема и панели.

Изготовление керамических стеновых панелей ведут горизонтальной и вертикальной кладкой. Технологический процесс изготовления виброкирпичных панелей состоит из следующих основных операций: приготовления раствора и металлического каркаса, формования, вибрирования и отделки панелей и их твердения в пропарочных камерах. Время теплообработки составляет 8—12 ч при температуре 80 °С.

**Панели для внутренних стен** изготавливают из кирпича, их армируют специальными металлическими каркасами. Общая толщина панелей 140 мм; она складывается из толщины кирпича 120 мм и двух слоев раствора по 10 мм. Размер перегородочной панели 2620х2270х140 мм. Масса в среднем 2 тонны.

### **Изделия керамические для облицовки фасадов зданий**

Для облицовки фасадов зданий применяют различные керамические материалы, отличающиеся не только своими формами и размерами, но и декоративными качествами. Широкое использование получили изделия фасадной керамики, характерными признаками которой являются небольшая масса, высокая прочность и красивая естественная окраска. К таким материалам относятся кирпич и камни керамические лицевые, ковровая керамика, плитки керамические малогабаритные, плиты керамические фасадные и другие изделия.

**Кирпич и камни керамические лицевые** являются не только художественно-декоративными изделиями, но укладываются вместе с кладкой стены и служат конструктивным несущим элементом наряду с обычным кирпичом. Сырьевым материалом для производства лицевого камня и кирпича являются легкоплавкие или тугоплавкие глины, приобретающие после обжига различную окраску (чаще используются глины, которые после обжига имеют более светлые тона). Обычный цвет лицевого кирпича от темнокрасного до светло-красного. Технология производства такого кирпича аналогична производству обыкновенного керамического кирпича пластическим или полусухим способом. За последние годы проведены экспериментальные исследования и внедрен в производство новый эффективный метод получения лицевого кирпича и керамических камней из легкоплавких красножгущихся глин с помощью ангобирования. Процесс ангобирования заключается в нанесении специальными форсунками на свежесформованный или высушенный кирпич тонкого цветного лицевого слоя, усиливающего или маскирующего после обжига структуру и цвет черепка.

Для окрашивания поверхности лицевого кирпича применяют морозостойкие, различные по цвету составы ангобов (белый, серый, зеленый, голубой, ярко-красный, кремовый, коричневый и др.). Смесь специальных глины и песка тщательно измельчают в шаровых или вибрационных мельницах и к ним добавляют краситель. Так, для получения зеленого ангоба добавляют к указанной смеси до 10 % оксида хрома, а для получения ангоба голубого цвета – до 3 % оксида кобальта.

Кирпич и камни лицевые бывают сплошные и пустотелые. Лицевая поверхность кирпича и камней может быть гладкой, рифленой и офактуренной. Рельефное офактуривание поверхности производят путем обработки еще влажного кирпича-сырца специальными металлическими ершами, гребенками, рифлеными валиками. Кирпич и камни лицевые сплошные и пустотелые применяют для лицевой кладки фасадов и внутренних стен, ведущейся одновременно с кладкой стен, а также для внутренней облицовки складов, заводских цехов, садово-парковых ограждений. Для бассейнов, водоемов и других подобных сооружений применяют глазурованный кирпич или кирпич с водопоглощением не более 5 %.

**Ковровая керамика глазурованная и неглазурованная** представляет собой мелкогабаритные тонкостенные плитки различного цвета, наклеиваемые в виде ковров на бумажную основу. Плитки могут быть изготовлены различных цветов, блестящими и матовыми, покрыты прозрачными или глухими глазуриями; их выпускают различных типоразмеров, квадратной, прямоугольной, треугольной, ромбической и трапециевидной формы со стороной 25—125 мм, массой 1 м<sup>2</sup> плитки до 4,5 кг. Значительное распространение получило производство мозаичных облицовочных плиток методом литья. Сущность этого метода заключается в нанесении на пористые керамические формы-подставки трех слоев: разделительного, основного слоя плиточной массы и глазури. Формы-подставки перемещаются на литейном конвейере, при этом влага шликеров впитывается ими и на их поверхности образуется плиточный слой толщиной 2,5–3,5 мм. В дальнейшем этот слой разрезают дисковыми ножами на плитки установленной формы и размеров.

С литейного конвейера подставки с отлитыми плитками поступают на сушку. Сушка продолжается около 15 мин при температуре 220–250 °С. Далее плитки помещают в щелевые роликовые печи на обжиг, который продолжается 35 мин при температуре 950—1050 °С. После обжига плитки снимают с подставок, наклеивают на листы бумаги, очищают от разделительного слоя и подают на склад готовой продукции.

Плитки ковровой керамики должны удовлетворять следующим требованиям: водопоглощение – не менее 6 и не более 12 %, морозостойкость – 25 циклов, масса 1 м<sup>2</sup> плиток в зависимости от толщины – 6–8 кг, лицевая поверхность – гладкая, без трещин, зазубрин и расслоений. Набор ковров производят как из одноцветных, так и разноцветных плиток, с относительным сопротивлением продавливанию не менее 0,3 МПа, наклеенных на крафт-оберточную бумагу клеем, обеспечивающим необходимую прочность. После облицовки клей должен легко смываться. Такие плитки применяют для облицовки крупных блоков и панелей, стен вестибюлей и лестничных клеток жилых и общественных зданий.

**Плитки фасадные керамические** изготавливают из беложгущихся или цветных глин. Изделия небольших размеров формуют из тощих (малопластичных) кирпичных глин. Во всех случаях в сырье добавляют шамот. Подготовку глиняной массы производят по сухому способу: вначале сырье высушивают, измельчают и увлажняют, после чего тщательно перемешивают до получения однородной массы. Наиболее простой способ изготовления облицовочных плиток – формование на ленточном вакуум-прессе. Облицовочные плитки изготавливают также и полусухим способом. При полусухом способе сушка исключается, изделия после формования идут на обжиг. Обожженные изделия сортируют по типу и цвету и хранят в штабелях на деревянных подкладках, защищая их от загрязнения и увлажнения.

В настоящее время фасадные плитки выпускают в ограниченном количестве, так как они сложны в изготовлении, громоздки и требуют высококачественного сырья. Развитие крупнопанельного домостроения требует массового выпуска красивых и долговечных облицовочных материалов, которые обеспечивали бы возможность отделки стеновых панелей в процессе изготовления сборных элементов. Таким требованиям отвечают тонкостенные керамические плитки, обладающие высокой прочностью, имеющие разнообразную окраску и красивую поверхность. Наиболее распространенным способом производства облицовочных плиток является полусухое прессование. Большинство заводов выпускает неглазурованные и глазурованные плитки размером 120х65 мм, небольшая масса которых позволяет изготавливать на них керамические ковры, что обеспечивает отделку панельных конструкций в процессе их изготовления.

Наиболее часто применяются два способа получения дешевых коврово-мозаичных плиток размером 22х22х4 мм с одинаковой фактурой лицевой и тыльной сторон. По первому способу мелко-размерные керамические плитки изготавливают полусухим прессованием в пресс-формах, в верхней и нижней частях которых предусмотрены клиновидные выступы, образующие с обеих сторон отпрессованной плитки надрезы глубиной 2 мм. После обжига плитки раскалывают специальным устройством на более мелкие размером 22х22 мм. За один цикл с пресса снимают при прессовании в таких пресс-формах 450 см<sup>2</sup> плиток, в то время как при прессовании плиток размером 20х20 мм в 15-гнездной пресс-форме съём составляет 60 см<sup>2</sup>; плиток размером 23х23 мм в 20-гнездной пресс-форме – 105 см<sup>2</sup>; плиток размером 120х65 мм в 4-гнездной пресс-форме – 312 см<sup>2</sup>.

По пластическому способу мелкоразмерные керамические плитки получают напластованием массы на подставки, идущие по конвейеру. Возможность получения тонкостенных плиток напластованием из пластических масс основывается на высокой адгезии между влажной глиняной массой и керамическими подставками. Установка для получения плиток состоит из шнекового нагнетателя со специальной головкой для напластования масс, устройства для подачи подставок и транспортера с поворотным и резательным устройствами.

При непрерывной подаче подставок и равномерной загрузке пресса на подставке получают пластичную массу толщиной 3–4 мм, которую легко разрезают резательными устройствами на плитки разных размеров: 22х22, 48х48, 22х48 мм и

др. Для получения мозаичных плиток различного цвета можно использовать глины, дающие после обжига окрашенный черепок (белый, желтый, красный), или добавлять красители для получения плиток серого, голубого и других цветов. Отформованные плитки высушивают в радиационной сушке, обжигают на подставках в щелевых печах или навалом в капсульных периодических или туннельных печах.

## **Бетонные и железобетонные изделия**

### **Особые свойства бетона**

Высокая плотность бетона достигается рациональным подбором зернового состава заполнителей (с минимальной пустотностью), применением бетонных смесей с низким водоцементным отношением, интенсивным уплотнением, введением в бетонную смесь добавок. Однако даже строгое выполнение указанных мероприятий не дает возможности получить абсолютно плотный бетон. Поры в бетоне образуются в результате испарения воды, не вступившей в химическую реакцию с цементом при его твердении, а также вследствие неполного удаления воздушных пузырьков при уплотнении бетонной смеси. Поэтому бетон является материалом газопроницаемым.

**Водопроницаемость бетона**, как уже говорилось ранее, характеризуется давлением воды, при котором она еще не просачивается через образец. Плотный бетон при мелкопористой структуре и достаточной толщине конструкции оказывается практически водонепроницаемым. По водопроницаемости бетон делят на шесть марок: В2, 4, 6, 8, 10 и 12, выдерживающих соответственно давление 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 и 1,2 МПа. В более тонких конструкциях добиваются высокой водонепроницаемости бетона использованием гидрофобного цемента, а также применением водоизоляционных покрытий, наносимых на поверхность пневматическим способом (торкретированием).

Плотный бетон может быть непроницаем не только для воды, но и для жидких нефтяных продуктов вязкой консистенции – мазута и тяжелой нефти. Легкие и средние нефтяные фракции, например бензин и керосин, проникают через бетон легче, чем вода. С целью защиты бетонных и железобетонных сооружений, предназначенных для хранения тяжелых нефтепродуктов, поверхности сооружений покрывают жидким стеклом, а от проникания легких и жидких нефтяных продуктов (бензина, керосина и др.) применяют специальные бензинонепроницаемые мембраны, поверхностные покрытия (пленки из пластмасс) или изготавливают бетон на непроницаемом для указанных жидкостей расширяющемся цементе.

**Морозостойкость бетона** характеризуется наибольшим числом циклов попеременного замораживания и оттаивания, которые способны выдерживать образцы 28-суточного возраста без снижения предела прочности при сжатии более чем на 25 % и без потери в массе более 5 %. Морозостойкость является одним из главных требований, предъявляемых к бетону гидротехнических сооружений,

дорожных покрытий, опор мостов и других подобных конструкций.

Морозостойкость бетона зависит от его структуры. Для конструкций, подверженных в увлажненном состоянии попеременному замораживанию и оттаиванию, установлены следующие марки по морозостойкости: F50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 600. Марку бетона по морозостойкости выбирают в зависимости от климатических условий (числа перемен уровня воды на омываемой поверхности бетона или числа смен замораживания и оттаивания за зимний период). Морозостойкими оказываются, как правило, бетоны высокой плотности. Также важную роль в морозостойкости бетона играет морозостойкость заполнителей, марка которых по морозостойкости должна быть не ниже этого показателя для бетона.

**Бетон под нагрузкой** ведет себя иначе, чем сталь и другие упругие материалы. Область упругой работы бетона идет от начала нагружения до напряжения сжатия, при котором по границе сцепления цементного камня с заполнителем появляются микротрещины, при дальнейшем нагружении микротрещины образуются уже в цементном камне и возникают пластические неупругие деформации бетона. Развитию пластических деформаций способствует также гелевая составляющая цементного камня. Бетон ведет себя как упруговязкопластическое тело.

Опытами установлено, что при небольших напряжениях и кратковременном нагружении для бетона характерна упругая деформация. Если напряжение превосходит 0,2 от предела прочности, то наблюдается заметная остаточная (пластическая) деформация. Полную деформацию можно представить как сумму упругой и пластической деформаций. Поэтому диаграмма деформирования (зависимость напряжения  $\sigma$  от относительной деформации  $\epsilon$ ) не прямолинейна, для каждого напряжения существует свой *модуль упругости*. За начальный модуль упругости бетона при сжатии и растяжении принято принимать отношение нормального напряжения к относительной деформации при значении напряжения не более 0,2 от предела прочности. Для других точек кривой, лежащих за указанной границей, модуль деформаций является переменной величиной, равной отношению соответствующего напряжения к полной деформации.

Начальный модуль упругости растет при увеличении прочности бетона и уменьшается с увеличением пористости бетона. При одинаковом классе бетона модуль упругости легкого бетона на пористом заполнителе в 1,7–2,5 раза меньше тяжелого бетона. Модуль упругости ячеистого бетона еще ниже. Модули упругости бетона при сжатии и растяжении принимают равными между собой.

*Коэффициент Пуассона* бетона, характеризующий упругие свойства материала, изменяется в довольно узких пределах 0,13–0,22 и в среднем равен 0,167. Модуль деформаций легких бетонов на пористых заполнителях примерно в два раза меньше, чем у равнопрочных тяжелых бетонов, повышение предельной деформации бетона увеличивает его стойкость к образованию трещин.

**Ползучесть** — явление увеличения деформации бетона во времени при действии постоянной нагрузки. Полная относительная деформация бетона при длительном действии нагрузки состоит из его начальной упругой и пластической деформации

ползучести. Ползучесть проявляется при всех видах деформации. При растяжении бетона она в 1,5 раза выше, чем при сжатии.

Ползучесть бетона объясняют пластическими свойствами влажного цементного геля, а также возникновением и развитием микротрещин. Ползучесть зависит от вида цемента и заполнителей, состава бетона, его возраста, водоцементного отношения, влажности и условий твердения. Меньшая ползучесть наблюдается у бетонов на высокомарочных цементах и плотных заполнителях. Легкие бетоны на пористых заполнителях имеют большую ползучесть, чем тяжелые.

В процессе твердения происходят объемные изменения бетона. **Твердение бетона** на воздухе, за исключением бетонов на безусадочном и расширяющемся цементах, сопровождается уменьшением объема, т. е. усадкой. При твердении бетона в воде вначале его объем несколько увеличивается, и в воздушно-сухих условиях он дает усадку. Значительную усадку имеют бетоны из жидких смесей (с большим расходом цемента, а также вод-цементным отношением). Наибольшая усадка в бетоне происходит в начальный период твердения – за первые сутки она составляет до 60–70 % от месячной усадки. Объясняется это тем, что в указанный период особенно интенсивно обезвоживается тесто вследствие испарения и поглощения влаги гидратирующимися зернами цемента. В результате обезвоживания частицы сближаются между собой и цементный камень дает усадку.

Объемные изменения в бетоне в первый период твердения вызываются расширением от нагревания (иногда до 50 °С внутри массивных конструкций) в результате экзотермических реакций цемента с водой. Такие изменения могут вызвать значительные деформации конструкций и даже появление трещин. Для предотвращения их в массивных бетонных конструкциях устраивают специальные температурные швы. Чтобы уменьшить экзотермию бетона, применяют цементы с малым выделением тепла. Величина усадки бетона на портландцементе зависит от минералогического состава и тонкости помола цемента. Усадка бетона возрастает с увеличением тонкости помола цемента.

**Агрессивная среда и меры защиты от нее.** Практика эксплуатации водопроводно-канализационных бетонных сооружений показала, что в ряде случаев под влиянием физико-химического действия жидкостей и газов бетон может разрушаться. Коррозия бетона вызывается главным образом разрушением цементного камня и возникает в результате проникания агрессивного вещества в толщу бетона, и она особенно интенсивна при постоянной фильтрации такого вещества. Поэтому основной мерой предохранения бетона от коррозии является придание ему возможно большей плотности и правильное конструирование элементов сооружений, обеспечивающее равномерную (без образования трещин) деформацию бетона в процессе твердения.

Для предохранения бетона от коррозии следует применять цементы с минимальным выделением гидроксида кальция и малым содержанием трехкальциевого алюмината. К таким цементам относятся высокопрочный портландцемент, портландцемента с гидравлическими добавками, шлакопортландцемент глиноземистый и расширяющийся цементы. С целью

устранения пор в поверхностных слоях бетона применяют импрегнирование в бетон цементного раствора, силикатирование, флюатирование. Защитить бетон от проникновения агрессивных веществ можно с помощью поверхностных покрытий, облицовки их плотными керамическими плитками или камнями, выложенными на кислотоупорном цементе, созданием водонепроницаемой оболочки вокруг бетона из слоя жирной утрамбованной глины, покрытия гидроизоляционными битуминозными материалами и др.

**Отношение к действию высоких температур.** Бетон – огнестойкий материал, выдерживающий высокие температуры во время пожара. Огнестойкость бетона позволяет применять его для устройства дымовых труб промышленных печей, их фундаментов. Огнестойкость бетона зависит не только от вида цемента, но и природы заполнителей. Если в качестве заполнителей применяют горную породу, в состав которой входит кристаллический кварц, то при температуре около 600 °С в бетоне могут появиться трещины вследствие значительного увеличения объема кварца.

При проектировании бетонных конструкций, подвергающихся длительному воздействию температур, необходимо учитывать, что при температуре 150–250 °С прочность бетона на портландцементе снижается на 25 %. При нагревании бетона выше 500 °С и последующем увлажнении он разрушается. Для строительных конструкций, подвергающихся длительному воздействию высоких температур (свыше 200 °С), применяют специальный жаростойкий бетон.

### **Особенности бетонирования в зимнее время**

Бетон, укладываемый зимой, необходимо предохранять от замерзания в течение срока твердения, необходимого для приобретения им 50 %-ной проектной прочности. Обеспечения нормальных условий твердения бетона зимой достигают двумя способами: использованием внутреннего тепла бетона и дополнительной подачей тепла извне.

Для сокращения сроков твердения до 3–5 суток применяют высокопрочные и быстротвердеющие цементы (портландцемента 400, 500 и глиноземистый цемент), пониженное водоцементное отношение и интенсивное уплотнение бетонной смеси, а также вводят в бетонную смесь ускорители твердения (хлористый кальций и др.).

Внутренний запас тепла создают путем подогрева составляющих бетонной смеси (воды, песка и щебня или гравия) в такой мере, чтобы температура бетонной смеси по выходе из бетоносмесителя не превышала 30 °С, так как при более высокой температуре она быстро густеет и ее труднее укладывать. Воду для затворения можно подогревать до 80 °С, заполнители – до 40 °С. Кроме того, тепло, выделяющееся при химической реакции цемента с водой (экзотермия цемента), препятствует охлаждению конструкции.

Чтобы сохранить запас тепла в течение определенного срока, конструкции со свежееуложенной бетонной смесью покрывают теплоизоляционными материалами (опилками, шлаком, камышитом, шевелином); толщина покрытия определяется теплотехническим расчетом. Указанный способ носит название «термос».

Применяется он для бетонирования массивных конструкций, имеющих модуль поверхности (отношение охлаждающейся поверхности бетона к его объему) не более 6. В тонких конструкциях, а иногда и в массивных, свежее уложенную бетонную смесь подогревают снаружи паром или электрическим током (электропрогрев). Пар для обогрева бетона с температурой 50–80 °С вводят между стенками двойной опалубки или в каналы, вырезанные с внутренней стороны опалубки; иногда его пропускают по трубам, уложенным внутри бетона. Такой способ дает возможность получить через 1–2 суток прочность, равную 60–70 % от 28-суточной.

Электропрогрев бетона производят переменным током. Ток передается электродами двух типов: поверхностными (в виде стальных пластинок, укладываемых на поверхность) и внутренними (в виде стальных стержней, уложенных в горизонтальном или вертикальном направлении). При изготовлении железобетонной конструкции в качестве одного из электродов используют арматуру. При прохождении через бетон электрического тока выделяется тепло, в результате чего бетон разогревается и быстро твердеет. Однако подогреваемый бетон должен иметь температуру не выше 60 °С, иначе возможна местная пересушка бетона.

### **Легкие бетоны**

Легкими бетонами называют все виды бетонов, имеющие среднюю плотность в воздушно-сухом состоянии от 200 до 2000 кг/м<sup>3</sup>. Главные требования, предъявляемые к легкому бетону, – заданная средняя плотность, необходимая прочность к определенному сроку твердения и долговечность (стойкость). Характерными особенностями легкого бетона являются его пониженные средняя плотность и теплопроводность.

Легкие бетоны классифицируют по различным признакам: основному назначению, виду вяжущего, заполнителя, структуре.

**По назначению** легкие бетоны подразделяют на два вида: конструкционные, включая конструкционно-теплоизоляционные, и теплоизоляционные и др.

**По виду вяжущего** легкие бетоны могут быть на основе цементных, известковых, шлаковых, гипсовых, полимерных, обжиговых и других вяжущих, обладающих специальными свойствами. **По виду крупного пористого**

**заполнителя** установлены следующие виды легких бетонов: керамзитобетон, шунгизитобетон, аглопоритобетон, шлакопемзобетон, перлитобетон, бетон на щебне из пористых горных пород, вермикулитобетон, шлакобетон (бетон на топливном или пористом отвальном металлургическом шлаке), бетоны на аглопоритовом или зольном гравии. **По структуре** легкие бетоны подразделяют на плотные, поризованные и крупнопористые.

Легкие бетоны на пористых заполнителях имеют принципиальные отличия от обычных тяжелых бетонов, обусловленные особенностями пористых заполнителей. Последние имеют меньшую плотность, чем плотные, меньшую прочность, зачастую ниже заданного класса бетона, обладают сильно развитой и шероховатой



поверхностью. Эти качества легкого заполнителя влияют как на свойства легкобетонных смесей, так и на свойства бетона.

В зависимости от заполнителя, плотного или пористого, резко меняются водопотребность и водосодержание бетонной смеси, меняются и основные свойства легкого бетона. Одним из решающих факторов, от которых зависит прочность легкого бетона, является расход воды. При увеличении количества воды до оптимального прочность бетона растет. Оптимальный расход воды в легких бетонах соответствует наибольшей плотности смеси, уложенной в заданных условиях, и устанавливается по наибольшей прочности бетона или же по наибольшей плотности уплотненной смеси. Если же количество воды превышает оптимальное для данной смеси, то плотность цементного камня уменьшается, а с ним уменьшается и прочность бетона. Для легкого бетона оптимальный расход воды можно установить по наибольшей плотности уплотненной бетонной смеси или наименьшему выходу бетона. Следует также иметь в виду, что в легких бетонах некоторый избыток воды менее вреден, чем ее недостаток.

Стремление максимально плотно уложить заполнитель объясняется тем, что наиболее легкий бетон заданной прочности получается при минимальном расходе вяжущего и наибольшем сближении зерен пористого заполнителя, т. е. при предельной степени уплотнения смеси. Хорошее уплотнение смеси достигается вибрацией с применением равномерно распределенного давления на поверхность формируемой массы (вибропрессование, виброштампование). Оптимальное количество воды для приготовления легких бетонов зависит главным образом от водопотребности заполнителя и вяжущего, интенсивности уплотнения смеси и состава бетона. Водопотребность заполнителя определяется зерновым составом и пористостью, и обычно чем она больше, тем больше суммарная поверхность и открытая пористость его зерен. Отсос воды из цементного теста или раствора пористыми заполнителями в период приготовления и укладки бетонной смеси вызывает относительно быстрое ее загустевание, что делает смесь жесткой и трудноукладываемой. Это специфическое свойство усиливается и шероховатой, развитой поверхностью пористого заполнителя. Для повышения подвижности смеси необходимо вводить в нее большее количество воды, чем в обычные (тяжелые) бетоны.

Плотность и прочность легкого бетона зависят главным образом от насыпной плотности и зернового состава заполнителя, расхода вяжущего и воды, а также от метода уплотнения легко-бетонной смеси. По качеству пористого заполнителя можно ориентировочно судить, какая прочность легкого бетона может быть получена.

В строительной практике ограждающие и несущие конструкции получают из относительно плотных легких бетонов значительной прочности (2,5—10 МПа). Снижение плотности достигается тщательным подбором зернового состава пористого заполнителя, а также наименьшим расходом вяжущего для бетона заданной прочности, т. е. максимальным заполнением объема бетона пористым заполнителем, так как заполнитель легче цементного камня. При этом важно

правильное соотношение крупных и мелких фракций заполнителя. Оптимальное содержание мелких фракций соответствует наименьшей плотности бетона и наименьшему расходу цемента. Однако с увеличением количества мелких фракций заполнителя сверх оптимального растет плотность бетона и ухудшается удобство его укладки. Оптимальный зерновой состав заполнителя подбирают опытным путем.

Для снижения плотности бетона без уменьшения его прочности целесообразно применять высокоактивные вяжущие вещества. Особенностью легких бетонов является то, что их прочность зависит не только от качества цемента, но и его количества. С увеличением расхода цемента растут прочность и плотность бетона. Это связано с тем, что с увеличением количества цементного теста легкобетонные смеси лучше уплотняются, а также возрастает содержание в бетоне наиболее прочного и тяжелого компонента – цементного камня.

Теплоизоляционные свойства легких бетонов зависят от степени их пористости и характера пор. В легком бетоне тепло передается через твердый остов и через воздушные пространства, заполняющие поры, а также в результате конвекционного движения воздуха в замкнутом объеме. Поэтому чем меньше объем пор, тем меньше подвижность воздуха в бетоне и тем лучшими теплоизолирующими свойствами обладает бетон.

Легкие бетоны в силу своей высокой пористости менее морозостойки, чем тяжелые, но достаточно морозостойки для применения в стеновых и других конструкциях зданий и сооружений. Хорошую морозостойкость легких бетонов можно получить, применяя искусственные пористые заполнители, обладающие низким водопоглощением, например керамзит, а также путем поризации цементного камня. Повышают морозостойкость легких бетонов также введением гидрофобизирующих добавок.

Легкие бетоны ввиду универсальности свойств применимы в различных строительных элементах зданий и сооружений. Так, из легких бетонов на пористых заполнителях, обладающие низкой теплопроводностью, изготовляют панели для стен и перекрытий отапливаемых зданий; из напряженного армированного бетона выполняют пролетные строения мостов, фермы, плиты для проезжей части мостов и т. д.

### **Материалы для легких бетонов**

Для приготовления легких бетонов применяют портландцемент, быстротвердеющий портландцемент и шлакопортланд-цемент.

В качестве заполнителей для легких бетонов используют природные и искусственные сыпучие пористые материалы с насыпной плотностью не более 1200 кг/м<sup>3</sup> при крупности зерен до 5 мм (песок) и не более 1000 кг/м<sup>3</sup> при крупности зерен 5—40 мм (щебень, гравий).

По происхождению пористые неорганические заполнители делят на три группы: природные, искусственные (специально изготавливаемые) и заполнители из отходов

промышленности. *Природные пористые заполнители* изготавливают дроблением и рассевом легких горных пород (пемзы, вулканических шлаков и туфов, пористых известняков, известняков-ракушечников, известняковых туфов и др.).

*Искусственные пористые заполнители* получают из отходов промышленности или путем термической обработки силикатного сырья, подвергнутых рассеву или дроблению и рассеву. К ним относятся:

- 1) керамзит и его разновидности, шунгизит, зольный гравий, глинозольный керамзит, вспученный азерит, получаемые обжигом со вспучиванием подготовленных гранул (зерен) из глинистых и песчано-глинистых пород (глин, суглинков, глинистых сланцев, аргиллита, алевролита), шунгитосодержащих сланцев, трепелов, золошлаковой смеси или золы-уноса ТЭЦ;
- 2) термолит, получаемый при обжиге без вспучивания щебня или подготовленных гранул кремнистых опаловых пород (диатомита, трепела, опоки и др.);
- 3) перлит вспученный, получаемый при обжиге гранул из вулканических водосодержащих пород (перлита, обсидиана и других водосодержащих вулканических стекол);
- 4) вермикулит вспученный, получаемый при обжиге подготовленных зерен из природных гидратированных слюд.

*Из отходов промышленности* применяют песок и щебень преимущественно из гранулированного или вспученного металлургического шлака.

**Гранулированный шлак** — мелкозернистый пористый материал, получаемый при быстром охлаждении расплавов металлургических шлаков. Шлаковую пемзу (термозит) получают в виде глыб ячеистой структуры путем вспучивания шлакового расплава с помощью воды, воздуха или их смеси.

Существующие способы поризации шлака делят на две основные группы. К первой относятся методы поризации расплава в периодически действующих агрегатах, например в бассейнах; ко второй – методы поризации расплава в непрерывно действующих агрегатах (например, гидроэкранный установка). Фиксацию пористой структуры осуществляют быстрым охлаждением расплава. Куски шлаковой пемзы дробят и рассеивают на щебень и песок. В зависимости от насыпной плотности щебня (400–800 кг/м<sup>3</sup>) прочность заполнителя составляет 0,4–2,0 МПа.

**Аглопорит** представляет собой искусственный пористый заполнитель с размером гранул 5—20 мм, насыпной плотностью 400–700 кг/м<sup>3</sup> и пределом прочности 0,4–1,5 МПа. Сырьем для производства аглопорита служат глинистые породы (суглинок, супесь, аргиллит, глинистый сланец), а также отходы промышленности – глинистые отходы от добычи и обогащения углей, горелая порода, топливные шлаки, зола ТЭЦ и другие камневидные силикатные породы. Технология производства аглопоритового гравия из зол ТЭЦ методом спекания сырцовых гранул на решетках алгомерационных машин позволяет получать искусственный пористый заполнитель в виде гранул округлой формы.

**Гравий и песок керамзитовый** относятся к специально изготовленным заполнителям – это материал округлой формы, который получают при обжиге глин. Создание пористой структуры достигается вспучиванием глинистого вещества, нагретого до пиропластического состояния газами, выделяющимися из него в процессе нагревания. Керамзитовый гравий выпускают прочностью 0,6–6 МПа, насыпной плотностью 150–800 кг/м<sup>3</sup>, средней прочностью 2,6 МПа. Керамзитовый песок получают дроблением и рассевом керамзитового гравия или щебня или как самостоятельную фракцию при обжиге. Гравий керамический полый – материал округлой формы – получают обжигом специально изготовленных пустотелых глиняных гранул.

**Вспученный перлит** изготовляют в виде щебня и песка путем кратковременного обжига вулканических водосодержащих стекловидных пород. Процесс теплообработки перлитов в зависимости от свойств сырья и вида готового продукта (щебня и песка) осуществляют путем одно- и двухстадийного обжига в коротких вращающихся печах и во взвешенном состоянии в вертикальных печах.

По форме и характеру поверхности пористые заполнители могут иметь округлую, относительно гладкую (угловатую) и шероховатую (ноздреватую) поверхность. По крупности зерен их делят на следующие фракции: песок – до 1,2 и 1,2–5,0 мм, щебень или гравий – 5–10, 10–20 и 20–40 мм. По показателям насыпной плотности в сухом состоянии (кг/м<sup>3</sup>) пористые заполнители делят на марки М100–1200 для щебня (гравия) и до М1200 для песка. Пористые заполнители в зависимости от прочности, определяемой сдавливанием в цилиндре, подразделяют на марки.

Выбор крупного заполнителя производят на основе подбора состава бетона с учетом формы зерен (гравий, щебень), вида и свойств мелкого заполнителя и структуры и вида бетона (теплоизоляционного, конструкционно-теплоизоляционного, конструкционного).

Содержание водорастворимых сернистых соединений в пересчете на SO<sub>3</sub> в заполнителях, предназначенных для армированных легких бетонов, не должно превышать 1 % по массе. В качестве добавок для легких бетонов применяют тонкомолотые доменные гранулированные шлаки, диатомит, трепел, туф, пемзу, трасс. Кроме указанных в легкие бетоны вводят добавки, являющиеся замедлителями или ускорителями твердения. В качестве порообразователей для снижения плотности легких бетонов используют алюминиевый порошок, пергидроль, смолосапониновый порообразователь и другие добавки. Для приготовления и увлажнения легкого бетона применяют питьевую воду, отвечающую тем же требованиям, что и для тяжелых бетонов.

### **Защита стальной арматуры в легких бетонах**

Повышенная пористость легких бетонов способствует возникновению и развитию коррозии арматуры в железобетонных изделиях. Поэтому в агрессивной среде легкий бетон армированной конструкции должен быть плотным. Как показывает практика, в таком бетоне содержание цемента должно быть не менее 250 кг/м<sup>3</sup>.

Иногда арматуру покрывают различными составами: цементно-казеиновой суспензией с нитритом натрия; битумной мастикой с молотым песком, золой и растворителем – толуолом, битумоцементной мастикой.

### **Свойства легких бетонов**

Основным показателем прочности легкого бетона является его класс, установленный по прочности его на сжатие: В2; 2,5; 3,5; 5; 7,5; 10; 12,5; 17,5; 20; 22,5; 25; 30; 40; для теплоизоляционных бетонов, кроме того, предусмотрены классы В0,35; 0,75 и 1. Наряду с прочностью важной характеристикой легкого бетона является его плотность в сухом состоянии. По этому показателю легкие бетоны подразделяют на марки от Д200 до Д2000 с градацией 100. Уменьшить плотность легких бетонов можно путем образования в цементном камне мелких пор с помощью пено- и газообразующих веществ.

Теплопроводность легких бетонов зависит в основном от плотности и влажности (увеличение влажности повышает теплопроводность). По морозостойкости легкие бетоны делят на 10 марок: F25, 35, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400 и 500. Для наружных стен зданий применяют бетоны с морозостойкостью не ниже F25.

Водонепроницаемость конструкционных легких бетонов может быть высокой. По этому показателю установлены следующие марки легкого бетона на пористых заполнителях: W0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,2 (МПа гидростатического давления).

### **Ячеистые бетоны**

Ячеистые бетоны являются разновидностью легких бетонов с равномерно распределенными порами (до 85 % от общего объема бетона); их получают в результате затвердевания предварительно вспученной порообразователем смеси вяжущего, воды и кремнеземистого компонента.

По виду применяемого вяжущего ячеистые бетоны делят на следующие группы: газобетоны и пенобетоны, получаемые на основе портландцемента или цементно-известкового вяжущего; газосиликаты и пеносиликаты на основе смеси известки-кипелки и кварцевого песка; газшлакобетоны и пено-шлакобетоны, изготавливаемые из смеси извести и тонкомолотых доменных гранулированных шлаков или золы-уноса.

По условиям твердения различают ячеистые бетоны пропаренные и автоклавного твердения. По назначению и плотности ячеистые бетоны делят на теплоизоляционные с плотностью в сухом состоянии до 500 кг/м<sup>3</sup>, конструктивно-теплоизоляционные с плотностью 500–900 кг/м<sup>3</sup> и конструкционные с плотностью 900–1200 кг/м<sup>3</sup>. По показателям плотности установлено десять марок ячеистого бетона от Д300 до Д1200.

Ячеистые бетоны, будучи материалами весьма пористыми, отличаются низкой плотностью и, соответственно, относительно невысокой прочностью. Такая же связь, но несколько другого порядка, существует между плотностью и теплопроводностью – показателем, особо важным для ячеистых бетонов.

Теплопроводность ячеистых бетонов изменяется в пределах 0,07—0,25 Вт/(м °С). В идеальном случае структура ячеистого бетона представляет замкнутые ячейки размером 0,4–1,5 мм. Равномерность размеров и замкнутый характер пор уменьшают концентрацию напряжений в цементной оболочке ячеек, распределение напряжений происходит равномерно по сечению элемента, и прочность ячеистого бетона увеличивается. При неудовлетворительной структуре наряду с мелкими замкнутыми порами присутствуют открытые крупные ячейки, которые могут сообщаться не только между собой, но и с окружающей средой. При такой структуре ячеистого бетона уменьшаются прочность и морозостойкость, увеличиваются теплопроводность и водопоглощение. Высокая морозостойкость ячеистых бетонов объясняется особенностями их строения – большим количеством замкнутых пор, наполненных воздухом или газом. Для ячеистых бетонов установлены следующие марки морозостойкости: F15, 25, 35, 50 и 100.

Важным показателем прочности ячеистого бетона является прочность камня-оболочки ячейки, которая зависит не только от вида вяжущего, но и условий его твердения и влажности бетона. Наиболее высокую прочность имеют бетоны после автоклавной обработки, при этом значительно экономится вяжущее вещество. В зависимости от гарантированных значений прочности ячеистого бетона на сжатие установлены следующие классы (МПа) B0,35; 0,75; 0,85; 1; 1,5; 2,5; 3,5; 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5 и 20.

Большие усадочные деформации вызываются изменением влажности при высыхании бетона, их величина зависит главным образом от начальной влажности изделий после тепловлажностной обработки. После автоклавного твердения влажность изделий доходит до 25 % по массе, а после пропаривания – до 50 %. Усадка после высыхания достигает соответственно 1,2 и 2,5 мм/м. От усадочных деформаций могут появиться трещины, значительно снижающие долговечность изделий. Введение в состав ячеистого бетона немолотого песка или снижение расхода воды затворения, а также применение более совершенной технологии изготовления изделий – вибровспучивания с последующей автоклавной обработкой – позволяют значительно снизить усадочные деформации.

Вяжущим для приготовления ячеистых бетонов обычно служат портландцемент, молотая негашеная известь. В качестве кремнеземистого компонента используют измельченный кварцевый песок, молотые доменные шлаки и золу-унос. Вода для ячеистых бетонов должна удовлетворять общим требованиям, предъявляемым к воде для бетонов. Для образования ячеистой структуры бетона применяют пено- и газообразователи. В качестве пенообразователей используют несколько видов поверхностно-активных веществ, способствующих получению устойчивых пен. Клееканифольный пенообразователь готовят из мездрового клея, канифоли и водяного раствора едкого натра; смолосапониновый – из мыльного корня и воды, иногда для увеличения стойкости пены в него вводят жидкое стекло; алюмосульфонафтенный – из керосинового контакта, сернокислого глинозема и едкого натра; пенообразователь ГК – из гидролизованной боенской крови и сернокислого железа. В качестве газообразователей используют алюминиевую пудру ПАК-3 или ПАК-4 с содержанием активного алюминия 82 % и тонкостью

помола 5000–6000 см<sup>2</sup>/г. Расход алюминиевой пудры зависит от плотности получаемого газобетона и составляет 0,25—0,6 кг/м<sup>3</sup>.

**Пенобетоны** — это смесь цементного теста или раствора с устойчивой пеной. Пену получают взбиванием жидкой смеси канифольного мыла и животного клея или водного раствора сапонины. Такая пена имеет устойчивую структуру, хорошо смешивается с цементным тестом и раствором, которые распределяются по пленкам, окружающим воздушные ячейки, и в этом положении затвердевают. Лучшими пенообразователями являются алюмосульфата-феновые и пенообразователь ГК.

Пену, цементное тесто или раствор, а также их смесь готовят в специальных пенобетоносмесителях, состоящих из трех барабанов, внутри которых вращаются валы с лопастями. Готовое тесто из верхнего барабана переливается в нижний, туда же из второго верхнего барабана поступает готовая пена, после чего тесто и пену тщательно перемешивают в течение 2–3 мин. Приготовленная смесь поступает в бункера, из которых разливается в формы для изделий. До тепловлажностной обработки смесь выдерживают в формах. За это время пеномасса приобретает начальную прочность, не разрушаясь при встряхивании. Сократить время выдержки можно путем использования быстросхватывающихся цементов или путем введения добавок – ускорителей твердения.

По физико-механическим свойствам различают пенобетон теплоизоляционный, конструктивно-теплоизоляционный и конструктивный. *Теплоизоляционный пенобетон* отливается в виде блоков размером 100х50х50 см и больше, которые после затвердевания распиливают на плиты. Этот вид пенобетона имеет прочность до

2,5 МПа. Его применяют для теплоизоляции железобетонных покрытий, перегородок и т. д. *Конструктивно-теплоизоляционный пенобетон* имеет прочность 2,5–7,5 МПа, применяют его для ограждающих конструкций. *Из конструктивного пенобетона* изготавливают изделия для покрытий. Их армируют двумя сетками из проволоки диаметром 3–5 мм. Конструктивный пенобетон, прочность которого достигает до 20 МПа, широко используют в трехслойных ограждающих конструкциях отапливаемых зданий.

**Газобетон** получают из смеси портландцемента, кремнеземистого компонента и газообразователя. В качестве газообразователя широко используется алюминиевая пудра, которая, реагируя с водным раствором гидроксида кальция, выделяет водород, вызывающий вспучивание цементного теста. Последнее, затвердевая, сохраняет пористую структуру. В портландцементных бетонах гидроксид кальция образуется в результате гидролиза трехкальциевого силиката, для ускорения этого процесса в смесь добавляют известь до 10 % от массы цемента.

Алюминиевую пудру для лучшего распределения в смеси применяют в виде водной суспензии. Так как алюминиевый порошок при изготовлении на заводе парафинируют и частицы алюминия не смачиваются водой, то для удаления пленки парафина алюминиевую пудру предварительно прокалывают в электропечах при

температуре 200 °С, чтобы исключить возможность воспламенения порошка или взрыва. Кроме того, для придания пудре гидрофильных свойств ее обрабатывают водным раствором СДБ, канифольного мыла и др.

Для изготовления изделий из газобетона смесь молотого песка и воды смешивают в смесителе с цементом, алюминиевым порошком, водой и немолотым песком. Затем смесь разливают в формы.

Блоки из ячеистых бетонов автоклавного твердения применяют для кладки наружных и внутренних стен и перегородок жилых, общественных, промышленных и сельскохозяйственных зданий с относительной влажностью воздуха помещений не более 75 % (при влажности более 60 % с внутренней поверхности наружных стен должно наноситься пароизоляционное покрытие). Применение блоков из ячеистых бетонов для цоколей и стен подвалов, а также стен помещений с мокрым режимом или наличием агрессивных сред не допускается.

### **Железобетонные конструкции**

Железобетонные изделия для сборного строительства – относительно новый вид конструктивных элементов. Начало практического применения их относят к концу XIX столетия, а в 20-х и 30-х годах XX столетия появились первые здания, выполненные в основном из сборных железобетонных изделий и конструкций.

Наряду со многими достоинствами железобетонные конструкции обладают и некоторыми недостатками: 1) большой массой;

2) высокой себестоимостью изделий; 3) значительными транспортными расходами. Все это снижает общую технико-экономическую эффективность строительства из сборных железобетонных изделий.

Первостепенной задачей производителей и конструкторов является уменьшение массы сборных железобетонных конструкций путем применения материалов высокого качества и более рациональных форм изделий, совершенствование организации технологического процесса.

### **Общие сведения и классификация железобетона**

Железобетон представляет собой строительный материал, в котором выгодно сочетается совместная работа бетона и стали, по отдельности отличающихся своими механическими свойствами. Бетон, как и всякий каменный материал, хорошо сопротивляется сжимающим нагрузкам, но он хрупок и слабо противодействует растягивающим напряжениям. Прочность бетона при растяжении примерно в 10–15 раз меньше прочности при сжатии. В результате этого бетон невыгодно использовать для изготовления конструкций, в которых возникают растягивающие напряжения. Сталь же, обладая очень высоким пределом прочности при растяжении, способна воспринимать растягивающие напряжения, возникающие в железобетонном элементе.

Для строительства элементов, подверженных изгибу, целесообразно применять железобетон. При работе таких элементов возникают напряжения двух видов: растягивающие и сжимающие. При этом сталь воспринимает первые напряжения, а



бетон – вторые, и в целом железобетонный элемент успешно противостоит изгибающим нагрузкам. Таким образом сочетается работа бетона и стали в одном материале – железобетоне.

Возможность совместной работы в железобетоне двух различных по своим свойствам материалов определяется следующими важнейшими факторами: прочным сцеплением бетона со стальной арматурой, вследствие чего при возникновении напряжения в железобетонной конструкции оба материала работают совместно, и почти одинаковым коэффициентом температурного расширения стали и бетона, чем обеспечивается полная монолитность железобетона – бетон не только не оказывает разрушающего влияния на заключенную в нем сталь, но и предохраняет ее от коррозии.

В зависимости от способа армирования и состояния арматуры различают железобетонные изделия с обычным армированием и предварительно напряженные. Армирование бетона стальными стержнями, сетками или каркасами не предохраняет изделия, работающие на изгиб, от образования трещин в растянутой зоне бетона, так как последний обладает незначительной растяжимостью (1–2 мм на 1 м), тогда как сталь выдерживает без разрушения в 5–6 раз большие растягивающие напряжения, чем бетон. Появление трещин отрицательно влияет на работу железобетонного элемента: увеличиваются прогибы, в трещины проникают влага и газы, отчего создается опасность коррозии стальной арматуры.

Избежать образования трещин в железобетонной конструкции можно предварительным сжатием бетона в местах, подверженных растяжению. В таком случае трещины появляются только в том случае, если растягивающие напряжения превышают напряжения предварительного сжатия. Сжатие бетона достигается предварительным растяжением арматуры. Различают два вида предварительного напряжения арматуры: до затвердения бетона и после приобретения бетоном определенной прочности. Если напряжение арматуры производится до бетонирования, то уложенная в форму арматура растягивается и в таком состоянии закрепляется в форме. После заполнения формы бетонной смесью и затвердения бетона арматура освобождается от натяжения, сокращается и увлекает за собой окружающий ее бетон, обжимая железобетонный элемент в целом. Если же напряжение арматуры производится после затвердения бетона, то в этом случае арматуру располагают в специально оставленном в бетоне канале. После затвердения бетона арматуру натягивают и закрепляют на концах конструкции анкерными устройствами. Затем заполняют канал раствором, который после затвердения сцепляется с арматурой и с бетоном конструкции, обеспечивая монолитность железобетона. Предварительное напряжение арматуры не только предупреждает появление трещин в растянутом бетоне, но и позволяет снизить массу железобетонных конструкций, увеличить их жесткость, повысить долговечность и сократить расход арматуры. В основу классификации сборных железобетонных изделий положены следующие признаки: вид армирования, плотность, вид бетона, внутреннее строение и назначение.

**По виду армирования** железобетонные изделия делят на предварительно напряженные и с обычным армированием. **По плотности** изделия бывают из тяжелых бетонов, облегченного, легкого и из особо легких (теплоизоляционных) бетонов. Для элементов каркаса зданий применяют тяжелый бетон, а для ограждающих конструкций зданий – легкий. **По виду бетонов и применяемых вяжущих** различают изделия: из цементных бетонов – тяжелых на обычных плотных заполнителях и легких бетонов на пористых заполнителях; силикатных бетонов автоклавного твердения – плотных (тяжелых) или легких на пористых заполнителях на основе извести или смешанном вяжущем; ячеистых бетонов – на цементе, извести или смешанном вяжущем; специальных бетонов – жаростойких, химически стойких, декоративных, гидратных. **По внутреннему строению** изделия могут быть сплошными и пустотелыми, изготовленными из бетона одного вида, однослойные или двухслойные и многослойные, изготовленные из разных видов бетона или с применением различных материалов, например теплоизоляционных.

Железобетонные изделия одного вида могут отличаться также типоразмерами, например стеновой блок угловой, подоконный и т. д. Изделия одного типоразмера также подразделяются по классам. В основу такого деления положено различное армирование, наличие монтажных отверстий или различие в закладных деталях.

В зависимости **от назначения** сборные железобетонные изделия делят на основные группы: для жилых, общественных, промышленных зданий, для сооружений сельскохозяйственного и гидротехнического строительства, а также изделий общего назначения.

Железобетонные изделия должны отвечать требованиям действующих государственных стандартов, а также требованиям рабочих чертежей и технических условий на них. Изделия массового производства должны быть типовыми и унифицированными для возможности применения их в зданиях и сооружениях различного назначения. Составные или комплексные изделия поставляют потребителю, как правило, в законченном, собранном и полностью укомплектованном деталями виде. Железобетонные изделия с проемами поставляют со вставленными оконными или дверными блоками, проолифенными или загрунтованными. Качество поверхности изделия должно быть таким, чтобы на месте строительства (если это не предусмотрено проектом) не требовалось дополнительной их отделки.

## **Номенклатура и технико-экономическая оценка железобетонных изделий**

### **Изделия для жилых и гражданских зданий**

Изделия для фундаментов и подземных частей зданий выполняют в виде массивных элементов с плоской нижней поверхностью – подошвой, устанавливаемых на уплотненный грунт или бетонную подготовку. В верхней части элемента устанавливают гнездо-стакан для установки нижнего конца колонны. Глубина стакана составляет 1–1,5 м высоты сечения колонны. При больших нагрузках на

основания применяют сборные фундаменты. Они состоят из плит и блоков, укладываемых при монтаже в два-три яруса.

Фундаменты под колонны выполняют из бетона классов В15, 20 и 25; их армируют сетками и каркасами из стали класса А-III. Такие фундаменты изготавливают в основном по стендовой технологии. Ленточные фундаменты под стены производят из отдельных блоков трапециевидного или прямоугольного сечения, массой 0,5–4 т, из тяжелого бетона классов В10—20. Стены подвалов производят из сплошных блоков или из блоков с пустотами из тяжелого бетона классов В7, 9—10 массой до 2 тонн.

**Панели наружных стен** изготавливают сплошными или с оконными или дверными проемами, однослойными из легкого бетона на пористом заполнителе класса В7,5, а также из ячеистого бетона классов В2,5 и 5. Панели наружных стен жилых зданий на комнату производят размером 3,6х2,9х0,4 м, массой до 4 т, а панели на две комнаты с двумя оконными проемами имеют длину 6–6,6 м, массу до 8 т. Стеновые панели армируют сварными сетками, а при наличии проемов по их периметру устанавливаются каркасы. Для облегчения наружных стен и повышения их термоизоляции применяют трехслойные панели с наружным и внутренним слоями из ячеистого бетона, минерального войлока и других материалов. Панели внутренних стен выполняют однослойными сплошными и с дверными проемами длиной до 6 м, высотой до 2,9 м и толщиной до 200 мм из тяжелого или конструкционного легкого бетона классов В 12,5 и 15 по конвейерному, агрегатно-поточному и кассетному способам производства.

**Колонны многоэтажных зданий** производят сечением 300х300 и 400х400 мм и длиной на 1–4 этажа. Наиболее распространены колонны длиной 8,4 м, массой до 3,5 т на два этажа. По концам колонны имеют выпуски арматуры, а также выступающие консоли для опирания ригелей. Колонны делают из тяжелого бетона классов В15—40 и из конструкционного легкого бетона классов В15—30. Армируют колонны пространственными каркасами из стали класса А-III, а изготавливают их по агрегатно-поточному и стендовому способам.

**Плиты перекрытия** изготавливают сплошными, с пустотами и ребристыми. Пустотелые плиты производят длиной 6,9 и 12 м, шириной 2,4 и 1,5 м и толщиной 220–300 мм. Ребристые П-образного сечения плиты выполняют размером 8,8х1,5х0,4 м, массой до 4 т. Для больших пролетов предназначены ребристые плиты типа 2Т, их размер 15х3х0,6 м, масса до 11 тонн.

**Лестничные марши** выполняют в виде плит со ступенчатой поверхностью в средней части, а концевые участки образуют лестничные площадки. Размер марша составляет 3,9х1,5 м, масса – до 2,5 т, для их изготовления применяют тяжелый бетон классов В15—25. Лестничные марши можно изготавливать по конвейерному, агрегатно-поточному и стендовому способам.

## Объемные элементы

Стремление максимально снизить трудовые затраты и ускорить строительство вызвало появление новых конструктивных решений зданий – объемных элементов. Такие объемные блоки или собирают на заводе из отдельных плоских элементов, или изготавливают в специальных объемных кассетах.

В зависимости от планировки блоки квартиры выпускают трех типов: две жилые комнаты; жилая комната, кухня и санитарный узел; лестничная клетка. Такая номенклатура блоков позволяет при различных их сочетаниях получать квартиры в одну, две и три комнаты.

**Санитарно-технические блоки** представляют собой сборные железобетонные стеновые элементы с вмонтированными в них трубами и соединительными элементами для водопроводной, канализационной, газопроводной систем. Различают два вида таких блоков: вертикальный и горизонтальный.

**Вентиляционные блоки** применяют в зданиях для вытяжной вентиляции. Они представляют собой прямоугольные бетонные плиты с круглыми или квадратными отверстиями. Высота вентиляционного блока зависит от высоты помещения, где он будет установлен; ширина – от наличия каналов в блоке. В верхней части плоскости блока, выходящей в помещение, устраивают квадратное отверстие, предназначенное для сбора воздуха и соединяемое с одним из вертикальных каналов. Вентиляционные блоки устанавливают в гнездах, специально для этой цели оставленных в стене здания.

**Блок мусоропровода** по внешнему виду представляет собой железобетонный вертикальный элемент с круглым внутренним отверстием диаметром 350–500 мм. Внутреннее отверстие блока облицовывают асбестовой оболочкой в целях предохранения бетона от биологической коррозии и разрушения при падении мусора. Блоки мусоропровода рассчитаны на высоту одного или двух этажей. На высоте 0,8–1,0 м от низа блока имеется отверстие для сброса мусора. Блоки мусоропроводов монтируют в стенах лестничной клетки.

**Санитарно-технические кабины** оборудуют ванной, смесителем горячей и холодной воды с душем на гибком шланге, фаянсовым умывальником, унитазом с низко расположенным бачком, полочкой для мыла, крючками для одежды, регистром для сушки полотенца и зеркалом. Кабины выпускают двух видов, отличающихся конструкцией оболочки. Первые выполняются из металлического каркаса и обшиваются асбестоцементными листами. Вторые представляют собой монолитную железобетонную объемную скорлупу, изготавливаемую в специальных кассетах. Пол кабины облицовывают керамической плиткой или настилают линолеум или релин (резиновый линолеум) по двум слоям асбестоцементных листов с гидроизоляцией на мастике. На строительную площадку кабины доставляют в законченном виде, устанавливают в проектное положение и включают в общую систему отопления, вентиляции, канализации и горячего водоснабжения.

**Архитектурные детали и ограды.** Сборные железобетонные изделия довольно широко применяют для изготовления элементов оград, используя бетон повышенной прочности (класса не ниже В25—30) и морозостойкости (не менее F25)

с предварительным напряжением арматуры. Изделия выпускают самого разнообразного профиля и рельефного рисунка на поверхности.

### **Изделия для промышленных зданий**

В номенклатуру конструкций одноэтажных промышленных зданий входят несущие и ограждающие элементы одно- и много-пролетных зданий различной высоты (3,6—18 м), бескрановые и оборудованные мостовыми кранами, подвесными кран-балками, бесфонарные и с фонарями, а также зданий, имеющих скатную или плоскую кровлю. Номенклатура сборных конструкций одноэтажных промышленных зданий включает также фундаментные балки, колонны, подкрановые, стропильные и подстропильные балки, фермы, плиты покрытий и стеновые панели.

**Фундаментные балки** применяют под наружные и внутренние стены при отдельно стоящих фундаментах; шаг колонн – 6 и 12 м; длина балок соответственно – 4,3–5,95 и 10,2—11,96 м. Балки первой группы изготавливают таврового или трапециевидного сечения, высотой 300 и 450 мм, массой до 2,2 т, их производят по агрегатно-поточному способу из бетона классов В15—25 и армируют сварными каркасами класса А-III. Балки второй группы изготавливают трапециевидного сечения, высотой 400–600 мм, массой до 5,5 т из бетона класса В35, армируют напрягаемой арматурой сталью классов А-IV и А-V на коротких силовых стендах.

**Колонны** – основные элементы сборных каркасов одноэтажных промышленных зданий. В зданиях без кранового оборудования, с подвесным оборудованием, а также с мостовыми кранами при высоте зданий от пола до низа стропильных ферм до 10,8 м применяют колонны прямоугольного сечения массой до 12,4 т. Длина таких колонн – 4,5—11,8 м, максимальные сечения при грузоподъемности кранов 10–20 т – 400х600, 400х800 и 500х800 мм; их изготавливают из бетона классов В20—40.

В промышленных зданиях высотой от 10,8 до 18 м мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 т применяют двухветвевые колонны длиной 11,85–19,35 м. Такие колонны изготавливают из бетона классов В25—40 и армируют стержневой арматурой из стали класса А-III.

Кроме указанных типовых конструкций колонн производят более эффективные сечения – двутавровые, кольцевые (изготавливаемые центробежным способом), а также сечения другой формы с предварительным напряжением арматуры.

**Подкрановые балки** делают предварительно напряженными из бетона классов В35—50. При шаге колонн 6 и 12 м балки изготавливают длиной 5,95 и 11,95 м. Для работы мостовых электрических кранов грузоподъемностью 5, 10, 20 и 30 т при пролете 6 м и тавровом сечении используют балки высотой 800 мм, шириной 600 мм и толщиной 1200 мм из бетона классов В35; 40.

**Железобетонные ребристые плиты покрытия** промышленных зданий применяют для скатных и плоских кровель. Типовые плиты имеют размеры 3х12 м (масса до 7,1 т) и 3х6 м (масса до 2,7 т). К этим плитам производят в качестве доборных элементов плиты размерами 1,5х12 и 1,5х6 м. Плиты этого вида имеют П-

образное сечение и состоят из системы продольных и поперечных ребер и монолитно связанной с ними плоской полкой толщиной 30 мм. Продольные ребра имеют высоту 300 и 450 мм соответственно для плит длиной 6 и 12 м, поперечные – 150 мм; их устраивают через 1–1,5 м. Иногда в полках плит предусматривают отверстия для размещения водосточных колонок, вентиляционных шахт. Плиты покрытий изготавливают из бетона классов В20 по агрегатно-поточному и конвейерному способам.

**Панели стен** отапливаемых зданий с шагом колонн 6 м представляют собой однослойные плиты из легкого или ячеистого бетона длиной 6 м, шириной 0,9–1,8 м и толщиной 160–300 мм. В неотапливаемых зданиях предусматривают плиты тех же размеров, толщиной 70 мм; при шаге колонн 12 м применяют панели в виде ребристых предварительно напряженных плит массой до 4,5 т, размерами 1,2х12, 1,8х12 и 2,4х12 м, с высотой продольных ребер до 300 мм, поперечных 130 мм и толщиной полки до 300 мм. Армируют панели сетками или каркасами из стержневой арматуры класса А-III, предварительно напряженные конструкции – сталью классов А-IV и А-V. Для многоэтажных производственных зданий номенклатура типовых железобетонных конструкций включает элементы каркаса и перекрытий с балочными и безбалочными перекрытиями.

В зданиях с балочными перекрытиями широко используют колонны прямоугольного сечения размерами 400х400 и 500х500 мм; длина колонн зависит от высоты этажа. Колонны нижних этажей обычно выполняют на два этажа, а для зданий с высотой этажей до

3,6 м – на три этажа. Длина колонн достигает 15 м. Колонны изготавливают из стали классов В25—40; их армируют сварными каркасами из бетона класса А-III. Ригели поперечных рам имеют прямоугольное или тавровое сечение. В зависимости от сетки колонн (6х6, 9х6 и 12х6 м) длина ригеля составляет 4,98–11,48 м. Производят ригели из бетона классов В15—40. При сетке колонн 6х6 м ригели армируют ненапрягаемой стержневой арматурой из стали класса А-III, а в других случаях – напрягаемой арматурой из стали классов А-IV и А-V.

**Плиты перекрытий** изготавливают с продольными и поперечными ребрами высотой 400 мм, шириной 3, 1,5 и 0,7 м из бетона классов В15—35, в качестве арматуры применяют стержни из стали классов А-III и А-IV. В номенклатуру элементов многоэтажных зданий с балочными перекрытиями входят лестничные марши, балки лестничных клеток, а также балки для специального назначения (установки технологического оборудования).

**Безбалочные перекрытия** применяют в многоэтажных производственных зданиях, где необходимы гладкие потолки. Каркасы таких зданий состоят из колонн, консолей, надколонных и пролетных плит, опертых по контуру. Колонны имеют квадратное сечение 400х400, 500х500 и 600х600 мм, для опирания на колоннах устраивают четырехсторонние консоли. Длина колонн зависит от высоты этажа и находится в пределах 3,8–7,63 м.

**Консоли** изготовляют двух типов: средние и крайние. Размер средних в плане 2,7х2,7 м, крайних – 1,95х1,95 из бетона классов В15-25.

### **Изделия для сооружений транспортного и гидротехнического строительства**

**Изделия для транспортного строительства** следующие: 1) мостовые конструкции – пролетные строения предварительно напряженные из бетона класса не ниже В30, стойки опор мостов из бетона класса не ниже В25, морозостойкость бетона не менее F200;

2) плиты покрытий дорог и аэродромов из бетона класса В30 (аэродромные плиты предварительно напряженные), морозостойкостью не менее – F100—150 в зависимости от климатических условий;

3) шпалы и опоры контактной сети электрифицированных железных дорог, специфические изделия железнодорожного строительства.

**Опоры** представляют собой вертикальную стойку высотой 10–15 м, к которой крепится консоль, служащая подвеской для провода. В настоящее время применяют трубчатые, двутавровые и швеллерные опоры со сквозными и решетчатыми стенками. Класс бетона опор не ниже В30, морозостойкость F100—200 в зависимости от климатических условий. Для повышения долговечности и жесткости опоры изготовляют предварительно напряженными.

**Изделия гидротехнического строительства** — балки и балочные плиты перекрытий пролетом более 6 м между бычками и для образования водосливных поверхностей плотин, для шпунта свай, балок эстакад морских портов, фундаментные плиты, подпорные элементы речных набережных – производят из бетона класса В25 и более. Некоторые сборные элементы гидротехнических и мелиоративных сооружений, например дренажные блоки и трубы, блоки для волноломов и молов, изделия, применяемые в сетевых сооружениях мелиоративных систем и др., изготовляют из бетона класса В15. К бетону для гидротехнических сооружений предъявляются повышенные требования в отношении морозостойкости, водонепроницаемости и водостойкости, а к изделиям, подвергающимся воздействию потоков с большими скоростями, – износоустойчивости.

### **Изделия сельскохозяйственного строительства и общего назначения**

Из сборных железобетонных конструкций и деталей в сельских местностях возводят жилые дома, здания машинно-тракторных станций, животноводческие фермы, силосные сооружения, склады, теплицы и другие постройки сельскохозяйственного назначения. Изделия для сельскохозяйственных сооружений изготовляют из бетона класса не ниже В15; изделия для силосных траншей, ям и башен должны иметь защитный слой от действия органических кислот.

Сборные железобетонные конструкции и детали для сельского строительства принципиально не отличаются от применяемых в гражданском и промышленном

строительстве, но некоторые сооружения, например силосные башни и бункера элеваторов, выполняются из деталей несколько другой конструкции. В данном случае применяют сборные железобетонные кольца, диаметр которых равен диаметру будущего сооружения. При возведении башен большого диаметра кольца заменяют криволинейными плитами.

### **Производство железобетонных изделий**

Технологический процесс производства сборных бетонных и железобетонных изделий состоит из ряда самостоятельных операций, объединяемых в отдельные процессы. Операции условно разделяют на основные, вспомогательные и транспортные.

К основным операциям относят: приготовление бетонной смеси, включая подготовку составляющих материалов; изготовление арматурных элементов и каркасов; формование изделий, куда входит их армирование; тепловую обработку отформованных изделий, освобождение готовых изделий от форм и подготовка форм к очередному циклу; отделку и обработку лицевой поверхности некоторых видов изделий и т. п.

Кроме основных технологических операций на каждом этапе производят вспомогательные операции: получение и подача пара и воды, сжатого воздуха, электроэнергии, складирование сырьевых материалов, полуфабрикатов и готовой продукции, пооперационный контроль и контроль качества готовой продукции и др., необходимые для выполнения основных операций. К транспортным относят операции по перемещению материалов, полуфабрикатов и изделий без изменения их состояния и формы.

Оборудование, используемое для выполнения надлежащих операций, называют соответственно основным (технологическим), вспомогательным и транспортным. Основное и транспортное оборудование, предназначенное для выполнения операций в определенной последовательности, называют технологической линией.

На заводах сборного железобетона используются поточные методы организации технологического процесса, сущность которых состоит в том, что весь процесс расчленяется на отдельные операции, которые выполняются в строгой последовательности на определенных рабочих местах, оснащенных специализированным оборудованием. На каждом рабочем месте в соответствии с принятыми методами обработки, оборудованием и организационным строением выполняется одна или несколько близких между собой технологических операций.

В промышленности сборного железобетона наиболее распространены **два основных метода организации производства**: в перемещаемых и неперемещаемых формах. Они отличаются условиями перемещения форм, изделий, машин и рабочих. Выполнение комплекса основных технологических операций по изготовлению сборного железобетона осуществляется по трем принципиальным схемам: стендовой, поточно-агрегатной и конвейерной. При изготовлении изделий в **неперемещаемых формах** все технологические операции, от подготовки форм до распалубки готовых отвердевших изделий, осуществляются на одном месте. К этому



способу относится формование изделий на плоских стендах или матрицах, в кассетах.

При изготовлении изделий в **перемещаемых формах** отдельные технологические операции формования или отдельный комплекс их производятся на специализированных постах. Форма, а затем изделие вместе с формой перемещаются от поста к посту по мере выполнения отдельных операций. В зависимости от степени расчлененности общего технологического процесса формования по отдельным постам различают конвейерный, имеющий наибольшую расчлененность, и поточно-агрегатный способы. Последний отличается тем, что ряд операций – укладка арматуры и бетонной смеси, уплотнение – выполняются на одном посту, т. е. сегрегированы между собой. При конвейерном способе большинство операций выполняется на соответствующих постах, образующих в совокупности технологическую линию.

### Способы уплотнения бетонной смеси

Как уже отмечалось ранее в разделе «Особые свойства бетона», одна из важнейших характеристик бетонной смеси – способность пластически растекаться под действием собственной массы или приложенной к ней нагрузки. Это и определяет сравнительную легкость изготовления из бетонной смеси изделий самого разнообразного профиля и возможность уплотнения ее различными способами. При этом способ уплотнения и свойства смеси (ее подвижность или текучесть) находятся в тесной связи. Так, жесткие нетекучие смеси требуют энергичного уплотнения, и при формовании из них изделий следует применять интенсивную вибрацию или вибрацию с дополнительным прессованием (так называемым пригрузом). Возможны также и другие способы уплотнения жестких смесей – трамбование, прессование, прокат.

Подвижные смеси легко и эффективно уплотняются **вибрацией**. Применение же сжимающих (прессующих) видов уплотнения – прессования, проката, а также и трамбования – для таких смесей непригодно. Под действием значительных прессующих усилий или часто повторяющихся ударов трамбовки смесь будет легко вытекать из-под штампа или разбрызгиваться трамбовкой. Литые смеси способны уплотняться под действием собственной массы. Для повышения эффекта уплотнения их иногда подвергают кратковременной вибрации.

Наиболее эффективным как в техническом, так и в экономическом отношениях способом уплотнения бетонных смесей является вибрирование. Его успешно применяют также в сочетании с другими способами механического уплотнения – *трамбованием* (вибротрамбование), *прессованием* (вибропрессование), *прокатом* (вибропрокат). Разновидностью механических способов уплотнения подвижных бетонных смесей является *центрифугирование*, используемое при формовании полых изделий трубчатого сечения. Хорошие результаты в отношении получения бетона высокого качества дает *вакуумирование смеси* в процессе ее механического уплотнения (преимущественно вибрированием), однако значительная

продолжительность операции вакуумирования существенно снижает ее технико-экономический эффект.

### **Армирование железобетонных изделий**

Армирование железобетонных изделий, как уже говорилось в начале этого раздела нашей книги, подразделяется на два вида: ненапряженное (обыкновенное) и предварительно напряженное. Операции армирования и виды арматуры, применяемые при каждом из этих способов армирования, имеют ряд принципиальных отличий.

**Арматурные сетки и каркасы** изготавливают в арматурном цехе, оборудованном резательными, гибочными и сварочными аппаратами. Процесс производства строится по принципу единого технологического потока, от подготовки арматурной стали до получения готового изделия. Арматурные сетки и каркасы изготавливают в соответствии с рабочими чертежами, в которых указаны длина и диаметр стержней, их количество, расстояние между ними, места приварки закладных деталей и расположения монтажных петель. При установке и раскреплении каркасов в форме необходима высокая точность, так как от этого зависит величина защитного слоя бетона в изделии. Стержневую арматурную сталь диаметром до 10 мм поставляют на завод в мотках (бухтах), а диаметром от 10 мм и более – в прутках длиной 6—12 м или мерной длины, оговариваемой в заказах.

**Арматурную проволоку** поставляют в мотках, причем каждый моток состоит из одного отрезка проволоки. Изготовление арматуры складывается из следующих операций: подготовки проволочной и прутковой стали – чистки, правки, резки, стыкования, гнутья; сборки стальных стержней в виде плоских сеток и каркасов; изготовления объемных арматурных каркасов, включая приварку монтажных петель, закладных частей, фиксаторов. Подготовка арматуры, поступающей на завод в мотках и бухтах, заключается в их размотке, выпрямлении (правке), очистке и резке на отдельные стержни заданной длины. Правку и резку арматурной стали осуществляют на правильно-отрезных станках-автоматах.

**Прутковую арматурную сталь** разрезают на стержни заданной длины, а также стыкуют сваркой в целях уменьшения отходов. Стыкуют стержни посредством контактной стыковкой электросварки и только в отдельных случаях при использовании стержней больших диаметров применяют дуговую сварку. Контактную стыковую сварку осуществляют методом оплавления электрическим током торцов стержней в местах их будущего стыка. При этом стержни сильно сжимают и сваривают между собой.

При изготовлении монтажных петель, хомутов и других фигурных элементов арматуры прутковую и проволочную арматурную сталь после резки подвергают гнутью. Сборку сеток и каркасов из стальных арматурных стержней производят посредством **точечной контактной электросварки**. Сущность ее заключается в следующем. При прохождении электрического тока через два пересекающихся стержня в местах их контакта электрическое сопротивление оказывается

наибольшим, стержни в этом месте разогреваются и, достигнув пластического состояния металла, свариваются между собой. Прочной сварке способствует также сильное сжатие стержней между собой. Процесс точечной сварки может длиться доли секунды при применении тока в несколько десятков тысяч ампер. Точечную сварку осуществляют с помощью специальных сварочных аппаратов. Они отличаются мощностью трансформатора, количеством одновременно свариваемых точек (одно- и многоточечные), характером используемых устройств для сжатия свариваемых стержней. Сварочные машины позволяют создавать в комплексе с другими машинами и установками поточные автоматические линии изготовления плоских сеток как готового арматурного элемента, так и полуфабрикатов для изготовления пространственных каркасов.

Для обеспечения обжатия бетона применяемая арматурная сталь должна находиться в пределах упругих деформаций и не превышать 85–90 % от предела текучести стали, а для углеродистых сталей, не имеющих четко выраженного предела текучести, – 65–70 % от предела прочности на разрыв. В качестве основной напрягаемой арматуры применяют проволочную и прутковую арматурные стали, а в качестве вспомогательной ненапрягаемой арматуры, если она имеет место в напряженных изделиях, – сварные сетки и каркасы. При изготовлении предварительно напряженных изделий пользуются одноосным обжатием бетона отдельными стержнями или пучками проволок, располагаемых в изделии вдоль его продольной оси, и объемным обжатием путем навивки напряженной проволоки в двух или нескольких направлениях. Можно навивать проволоку и на готовое изделие с последующей защитой арматуры слоем бетона.

Арматурные элементы, применяемые в конструкциях, состоят из собственно арматуры, устройств для закрепления арматуры при натяжении и приспособлений для обеспечения проектного расположения отдельных стержней и проволок, из которых комплектуется арматурный элемент. Конструкция устройств для закрепления арматуры связана с технологией изготовления арматурного элемента, типом натяжения машин и приспособлений. Применяют два вида этих устройств: зажимы и анкеры. В свою очередь, зажимы и анкеры подразделяют по способу закрепления арматуры на клиновые, плоские, конические, волновые, петлевые, резьбовые, шпоночные и глухие анкеры, в которых концы арматурных пучков опрессовываются в обойме из мягкой стали. Все приведенные устройства, за исключением резьбовых, применяют для закрепления как круглых стержней, так и стержней периодического профиля.

### **Формование железобетонных изделий**

Задача технологического комплекса формования изделий состоит в получении плотных изделий заданных формы и размеров, что обеспечивается применением соответствующих форм, а их высокая плотность достигается уплотнением бетонной смеси.

Комплекс технологических операций процесса формования может быть условно разделен на две группы: первая включает операции по изготовлению и подготовке

форм (очистке, смазке, сборке), вторая – уплотнение бетона изделий и получение их заданной формы. Не менее важны при этом и транспортные операции. Наиболее характерным в данном случае является изготовление крупноразмерных особо тяжелых изделий – балок, ферм, пролетных строений мостов, когда по причине значительных затрат на их перемещение изготовление таких изделий организуют на одном месте, т. е. применяют стендовую схему организации процесса.

В общем технологическом комплексе изготовления железобетонных изделий операции формования и ускоренного твердения бетона занимают определяющее место. Все другие операции – приготовление бетонной смеси, изготовление арматуры – являются в какой-то степени подготовительными.

**Формы и смазочные материалы для них.** Для изготовления железобетонных изделий применяют *формы деревянные, стальные и железобетонные*, а иногда *металложелезобетонные*. Следует отметить, что выбор материала форм весьма принципиален как в техническом, так и в экономическом отношениях.

Независимо от материала к формам предъявляются следующие общие требования: обеспечение необходимых форм и размеров изделий и сохранность их в процессе всех технологических операций; минимальная масса по отношению к единице массы изделия, что достигается рациональной конструкцией форм; простота и минимальная трудоемкость сборки и разборки форм; высокая жесткость и способность сохранить свою форму и размеры при динамических нагрузках, неизбежно возникающих при транспортировании, распалубке изделий и сборке форм.

Особую значимость для качества изделий и сохранности форм имеет правильный выбор *смазочных материалов*, препятствующих сцеплению бетона с материалом формы. Смазка должна хорошо удерживаться на поверхности формы в процессе всех технологических операций, обеспечивать возможность ее механизированного нанесения (распылением), полностью исключать сцепление бетона изделия с формой и не должна портить внешнего вида изделия. Этим требованиям в значительной степени удовлетворяют смазочные материалы следующих составов: масляные эмульсии с добавкой кальцинированной соды, масляные смазки – смесь солярового (75 %) и веретенного (25 %) масел или машинного масла (50 %) и керосина (50 %) и др.

### **Твердение железобетонных изделий**

Твердение отформованных изделий – заключительная операция технологии изготовления железобетона, в процессе которой изделия приобретают требуемую прочность. Отпускная прочность может быть равна классу бетона или меньше его. Так, прочность бетона изделий при отгрузке потребителю должна быть не менее 70 % проектной (28-суточной) прочности для изделий из бетона на портландцементе или его разновидностях и 100 % – для изделий из силикатного (известково-песчаного) или ячеистого бетона. Однако для железнодорожных шпал отпускная прочность должна превышать 70 % и для пролетных строений мостов –

80 % от класса. Допускаемое снижение отпускной прочности изделий определяется исключительно экономическими соображениями, так как в этом случае сокращается продолжительность производственного цикла и, соответственно, ускоряется оборачиваемость оборотных средств.

При этом имеется в виду, что недостающую до проектной прочность изделия наберут в процессе их транспортирования и монтажа и к моменту загрузки эксплуатационной нагрузкой прочность их будет не ниже проектной.

В зависимости от температуры среды различают следующие три принципиально отличающихся режима твердения изделий: нормальный при температуре 15–20 °С; тепловлажностная обработка при температуре до 100 °С и нормальном давлении; автоклавная обработка – пропаривание при повышенном давлении (0,8–1,5 МПа) и температуре 174–200 °С. Независимо от режима твердения относительная влажность среды должна быть близкой к 100 %, иначе будет происходить высушивание изделий, что приведет к замедлению или прекращению роста их прочности, так как твердение бетона – это в первую очередь гидратация цемента, т. е. взаимодействие цемента с водой.

**Нормальные условия твердения** достигаются в естественных условиях без затрат тепла. Это важнейшее технико-экономическое преимущество указанного способа твердения, отличающегося простотой в организации и минимальными капитальными затратами. В то же время экономически оправдан он может быть только в исключительных случаях.

В естественных условиях изделия достигают отпускной 70 %-ной прочности в течение 7—10 суток, тогда как при **приускуственном твердении** – пропаривании или автоклавной обработке – эта прочность достигается за 10–16 ч. Соответственно, при этом снижается потребность в производственных площадях, объеме парка форм, сокращается продолжительность оборачиваемости средств. Это достигается применением высокопрочных быстротвердеющих цементов, жестких бетонных смесей, интенсивного уплотнения вибрацией с дополнительным пригрузом, применением добавок – суперпластификаторов, ускорителей твердения, виброактивизации бетонной смеси перед формованием, применением горячих бетонных смесей.

### **Отделка поверхности железобетонных изделий**

Выбор метода отделки поверхностей железобетонных изделий производят с учетом целого ряда требований. Отделка должна быть долговечной и защищать бетон от атмосферных и агрессивных воздействий, а также отвечать архитектурно-декоративным требованиям.

В настоящее время отделку поверхностей выполняют путем использования окрасочных составов, облицовочных материалов и цветных бетонов.

**Окрасочные составы** должны быть щелоче- и водостойкими, долговечными и устойчивыми против выцветания. В качестве окрасочных составов используют силикатные, цементные и полимерные краски. *Силикатные краски* готовят из

жидкого стекла, минеральных красящих веществ (пигментов) и наполнителей. *Цементные краски* готовят из белого цемента с минеральными красящими веществами, а *перхлорвиниловые (полимерные) краски* – из минеральных красящих веществ, разбавленных перхлорвиниловым лаком. Нанесение красок на поверхность железобетонных изделий производят с помощью пистолета-распылителя за два или три приема в зависимости от цвета используемого красящего вещества и консистенции раствора. Покраску поверхностей ведут при положительных температурах.

К облицовочным материалам наряду с архитектурно-декоративными требованиями предъявляются требования высокой прочности и долговечности в условиях переменных атмосферных воздействий. В настоящее время в качестве облицовочных материалов используют плитки из природных каменных материалов, керамические, асбестоцементные, стеклянные плитки, плитки и блоки из цветного бетона, гофрированные листы из алюминия.

*Плитки из природных каменных материалов* – наиболее долговечный, обеспечивающий разнообразную гамму цветов материал, получаемый в результате распиловки мраморов, гранитов, лабрадоритов, кварцитов, известняков и других окрашенных горных пород.

*Бетонные плитки* изготавливают на специальных гидравлических прессах из цветного бетона.

*Керамические облицовочные плитки* обладают высокими и декоративными свойствами, хорошо сцепляются с бетоном. Плитки выпускают крупноразмерные (10х10, 10х20 см) и мелкоразмерные (48х48 мм). При производстве крупноразмерных железобетонных панелей облицовка из мелкоразмерной ковровой плитки оказывается менее трудоемкой и более производительной по сравнению с облицовкой крупноразмерной плиткой, которая укладывается поштучно вручную.

*Стеклянные плитки* выпускают различных цветов – от белого до черного.

В качестве облицовочных материалов для отделки железобетонных стеновых панелей используют также *цветные цементные плитки* и *алюминиевые листы*. Последние обладают высокой атмо-сферостойкостью, прочностью и хорошими архитектурно-декоративными свойствами.

### **Минеральные вяжущие материалы**

Минеральными вяжущими материалами называют тонкоизмельченные порошки, образующие при смешивании с водой пластичное тесто, под влиянием физико-химических процессов переходящее в камневидное состояние. Это свойство вяжущих веществ используют для приготовления на их основе растворов, бетонов, безобжиговых искусственных каменных материалов и изделий. Различают минеральные вяжущие вещества 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 и кислотоупорный 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, глиноземистый и расширяющиеся цементы, гидравлическая известь. Их используют в надземных, в подземных и подводных конструкциях.

Наряду с этим различают вяжущие вещества, эффективно твердеющие только при автоклавной обработке – давлении насыщенного пара 0,8–1,2 МПа и температуре 170–200 °С. В группу *вяжущих веществ автоклавного твердения* входят известково-кремнеземистые и известково-нефелиновые вяжущие.

*Гипсовые вяжущие вещества* делят на две группы: низкообжиговые и высокообжиговые. *Низкообжиговые гипсовые вяжущие вещества* получают при нагревании двуводного гипса  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  до температуры 150–160 °С с частичной дегидратацией двуводного гипса и переводом его в полуводный гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ .

*Высокообжиговые (ангидритовые) вяжущие* получают обжигом двуводного гипса при более высокой температуре до 700—1000 °С с полной потерей химически связанной воды и образованием безводного сульфата кальция – ангидрита  $\text{CaSO}_4$ . К низкообжиговым относится строительный, формовочный и высокопрочный гипс, а к высокообжиговым – ангидритовый цемент и эстрихгипс.

Сырьем для производства гипсовых вяжущих служат природный гипсовый камень и природный ангидрит  $\text{CaSO}_4$ , а также отходы химической промышленности, содержащие двуводный или безводный сернокислый кальций, например фосфогипс. Возможно применение гипсосодержащего природного сырья в виде сажи и глиногипса.

Гипсовым вяжущим называют воздушное вяжущее вещество, состоящее преимущественно из полуводного гипса и получаемое путем тепловой обработки гипсового камня при температуре 150–160 °С. При этом двуводный гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , содержащийся в гипсовом камне, дегидратирует.

В этих условиях образуются мелкие кристаллы полуводного сернокислого кальция-модификации; такой гипс обладает повышенной водопотребностью (60–65 % воды). Избыточная вода, т. е. сверх необходимого на гидратацию гипса (15 %), испаряется, образуя поры, вследствие чего затвердевший гипс имеет высокую пористость (до 40 %) и, соответственно, небольшую прочность. **Производство гипса** складывается из дробления, помола и тепловой обработки (дегидратации) гипсового камня. Имеется несколько технологических схем производства гипсового вяжущего: в одних помол предшествует обжигу, в других помол производится после обжига, а в третьих помол и обжиг совмещаются в одном аппарате. Последний способ получил название «обжига гипса во взвешенном состоянии». Тепловую обработку гипсового

камня производят в варочных котлах, сушильных барабанах, шахтных или других мельницах.

Наиболее распространена схема производства гипсового вяжущего с применением варочных котлов. Гипсовый камень, поступающий на завод в крупных кусках, сначала дробят, затем измельчают в мельнице, одновременно подсушивая его. В порошкообразном виде камень направляют в варочный котел периодического или в установку непрерывного действия. При варке в котле гипс не соприкасается с топочными газами, что позволяет получать чистую продукцию, не загрязненную золой топлива.

Гипсовое вяжущее в сушильных барабанах получают путем обжига гипсового камня в виде щебня размером до 20 мм. В результате вращения наклонного барабана перемещается в сторону наклона. Из топки в барабан поступают раскаленные дымовые газы, которые при движении вдоль барабана обжигают гипсовый камень, а с противоположной стороны удаляются вентилятором. Далее гипсовый камень измельчают в мельницах.

Быстрое схватывание гипса затрудняет в ряде случаев его использование и вызывает необходимость применения замедлителей схватывания (кератинового, известково-кератинового клея, сульфитно-дрожжевой бражки в количестве 0,1–0,3 % от массы гипса). Замедлители схватывания уменьшают скорость растворения полу-водного гипса и замедляют диффузионные процессы. При необходимости ускорить схватывание гипса к нему добавляют двуводный гипс, поваренную соль, серную кислоту. Одни из них повышают растворимость полуводного гипса, другие (двуводный гипс) образуют центры кристаллизации, вокруг которых быстро закристаллизовывается вся масса.

Применяется гипсовое вяжущее для производства гипсовых и гипсобетонных строительных изделий для внутренних частей зданий (перегородочных плит, панелей, сухой штукатурки, приготовления гипсовых и смешанных растворов, производства декоративных и отделочных материалов, например искусственного мрамора), а также для производства гипсоцементно-пуццолановых вяжущих.

Высокопрочный гипс является разновидностью **полуводного гипса**. Этот полуводный гипс  $\alpha$ -модификации, который имеет более крупные кристаллы, обуславливающие меньшую водопотребность гипса (40–45 % воды), позволяет получать гипсовый камень с большей плотностью и прочностью. Получают его путем нагревания природного гипса паром под давлением 0,2–0,3 МПа с последующей сушкой при температуре 160–180 °С. Прочность его за

7 суток достигает 15–40 МПа.

**Формовочный гипс** состоит в основном из кристаллов  $\beta$ -модификации и незначительного количества примесей. Он обладает повышенной водопотребностью, а будучи затвердевшим, имеет высокую пористость. Это свойство формовочного гипса успешно используется в керамической и фарфорофаянсовой промышленности для изготовления форм.



### **Свойства и применение низкообжиговых гипсовых вяжущих веществ**

Основными характеристиками гипсовых вяжущих являются сроки схватывания, тонкость помола, прочность при сжатии и растяжении, водопотребность и др.

Гипсовое вяжущее является быстросхватывающим и быстро-твердеющим вяжущим веществом. По срокам схватывания вяжущие материалы подразделяются на: быстротвердеющие (индекс А) с началом схватывания не ранее 2 мин, концом – не позднее 15 мин; нормальнотвердеющие (индекс Б) с началом схватывания не ранее 6 мин, концом – не позднее 30 мин; медленнотвердеющие (индекс В) с началом схватывания не ранее 20 мин, конец схватывания не нормируется. В зависимости от степени помола различают вяжущие грубого, среднего и тонкого помола с максимальным остатком на сите с размером ячеек в свету 0,2 мм не более 23, 14 и 2 % (обозначаемые соответственно индексами I, II и III). Марку гипсовых вяжущих характеризуют по прочности при сжатии образцов-балочек 40х40х160 мм в возрасте 2 ч после затворения водой. Четкое индексирование различных сортов гипсовых вяжущих позволяет давать большой объем информации в сокращенной форме. Например, гипсовое вяжущее с прочностью при сжатии

5,2 МПа, началом схватывания 5 мин, концом схватывания 9 мин и остатком на сите 0,2 мм 9 %, т. е. вяжущее марки Г-5 быстро-твердеющее, среднего помола, записывается в виде сокращенного обозначения Г-5АП.

Чтобы получить гипсовое удобное для укладки тесто, необходимо взять 60–80 % воды от массы вяжущего, а на химическую реакцию гидратации требуется лишь 18,6 % воды. Избыток ее остается в порах, затем испаряется, поэтому получившийся в результате твердения полуводного гипса гипсовый камень обладает высокой пористостью, достигающей 40–60 % и более. Чем больше воды затворения, тем выше пористость камня, а прочность его, соответственно, меньше. Прочность гипсовых образцов, высушенных при температуре до 60 °С, в 2–2,5 раза выше прочности влажных образцов после 1,5 ч твердения. Лучшие сорта гипса после сушки имеют прочность при сжатии 18–20 МПа, а прочность при растяжении в 6–8 раз меньше.

При твердении гипс расширяется в объеме до 1 %, благодаря чему гипсовые отливки хорошо заполняют форму и передают ее очертания. При его высыхании трещин не образуется, что позволяет применять гипсовое вяжущее без заполнителей. Гипсовое вяжущее в воде снижает свою прочность вследствие растворения дигидрата и разрушения кристаллического сростка. Водостойкость его может быть повышена введением небольших количеств гидрофобных веществ (олеиновой кислоты и др.), добавкой молотого гранулированного шлака, извести, портландцемента.

Наряду с гипсовыми вяжущими общестроительного назначения выпускаются вяжущие для фарфоро-фаянсовой и керамической промышленности, к которым предъявляется ряд дополнительных требований: объемное расширение – не более 0,15 %; примесей, нерастворимых в HCl, – не более 1 %; водопоглощение – не менее 30 %.

Гипсовые вяжущие применяют при производстве гипсовой штукатурки, перегородочных стеновых плит и панелей, вентиляционных коробов и других деталей в зданиях и сооружениях, работающих при относительной влажности воздуха не выше 65 %. Изделия из них обладают небольшой плотностью, несгораемостью и рядом других ценных свойств, но при увлажнении прочность их снижается.

Для гипсовых строительных изделий всех видов рекомендуются марки от Г-2 до Г-7 всех сроков твердения и степеней помола; для тонкостенных строительных изделий и декоративных деталей может использоваться гипс тех же марок, но только тонкого и среднего помола, быстрого и нормального твердения. При штукатурных работах и заделке швов применяют марки Г-2—Г-25 нормального и медленного твердения. Гипс марок Г-5—Г-25 тонкого помола с нормальными сроками твердения служит для изготовления форм и моделей в керамической, машиностроительной промышленности, а также в медицине.

### **Ангидритовые вяжущие вещества**

Ангидритовое вяжущее получают обжигом природного двуводного гипса при температуре 600–700 °С с последующим его измельчением с добавками – катализаторами твердения (известью, смесью сульфата натрия с медным или железным купоросом, обожженным доломитом, основным доменным гранулированным шлаком и др.). Ангидритовое вяжущее можно получить также путем помола природного ангидрита с указанными выше добавками.

Наиболее распространено ангидритовое вяжущее следующего состава: известь – 2–5 %; смесь бисульфата или сульфата натрия с железным или медным купоросом – по 0,5–1 % каждого; доломит, обожженный при 800–900 °С, – 3–8 %; основной гранулированный доменный шлак – 10–15 %. Железный и медный купоросы уплотняют поверхность затвердевшего ангидритового цемента, вследствие чего катализаторы не выделяются и не образуют выцветы на поверхности изделия. Действие катализаторов объясняется тем, что ангидрит обладает способностью образовывать комплексные соединения с различными солями в виде неустойчивого сложного гидрата, который затем распадается.

**Ангидритовый цемент** – это медленно схватывающееся вяжущее вещество с началом схватывания не ранее 30 мин, концом – не позднее 24 ч. Марки ангидритового цемента по прочности при сжатии – М50, 100, 150 и 200. Применяют ангидритовые цементы для приготовления кладочных и отделочных растворов, бетонов, производства теплоизоляционных материалов, искусственного мрамора и других декоративных изделий.

**Высокообжиговый гипс** (эстрих-гипс) является разновидностью ангидритовых цементов. Его получают обжигом природного гипса или ангидрита при температуре 800—1000 °С с последующим тонким измельчением. При этом происходит не только полное обезвоживание, но и частичная диссоциация (разложение) ангидрита с образованием СаО (в количестве 3–5 %). При затворении водой СаО действует как катализатор по схеме твердения ангидритового цемента, рассмотренной выше.

Высокообжиговый гипс медленно схватывается и твердеет, но водостойкость и прочность при сжатии (10–20 МПа) позволяют успешно использовать его при устройстве мозаичных полов, изготовлении искусственного мрамора и др. Изделия из высокообжигового гипса мало тепло- и звукопроводны, они обладают по сравнению с изделиями из гипсового вяжущего более высокой морозостойкостью, повышенной водостойкостью и меньшей склонностью к пластическим деформациям.

### **Магнезиальные вяжущие вещества**

Разновидностями магнезиальных вяжущих веществ являются каустический магнезит и каустический доломит.

**Каустический магнезит** получают при обжиге горной породы магнезита  $MgCO_3$  в шахтных или вращающихся печах при 650–850 °С. В результате  $MgCO_3$  разлагается. Оставшееся твердое вещество (окись магния) измельчают в тонкий порошок. **Каустический доломит**  $MgO$  и  $CaCO_3$  получают путем обжига природного доломита  $CaCO_3MgCO_3$  с последующим измельчением его в тонкий порошок. При обжиге доломита  $CaCO_3$  не разлагается и остается инертным как балласт, что снижает вяжущую активность каустического доломита по сравнению с каустическим магнезитом.

Магнезиальные вяжущие затворяют не водой, а водными растворами солей сернокислого или хлористого магния. Магнезиальные вяжущие, затворенные на растворе хлористого магния, дают большую прочность, чем на растворе сернокислого магния. Магнезиальные вяжущие, являясь воздушными, слабо сопротивляются действию воды. Их можно использовать только при затвердении на воздухе с относительной влажностью не более 60 %. Каустический магнезит легко поглощает влагу и углекислоту из воздуха, в результате чего образуются гидрат оксида магния и углекислый магний. В связи с этим каустический магнезит хранят в плотной герметической таре. На основе магнезиальных вяжущих в прошлом времени изготовляли ксилолит (смесь вяжущего с опилками), используемый для устройства полов, а также фибролит и другие теплоизоляционные материалы. В настоящее время применение магнезиальных вяжущих резко сократилось.

### **Строительная известь**

Строительную известь получают из кальциево-магниевых горных пород – мела, известняка, доломитизированных и мергелистых известняков, доломитов – путем обжига (до удаления углекислоты).

Для производства тонкодисперсной строительной извести гасят водой или размалывают негашеную известь, вводя при этом минеральные добавки в виде гранулированных доменных шлаков, активные минеральные добавки или кварцевые пески. Строительную известь применяют для приготовления растворов и бетонов, вяжущих материалов и в производстве искусственных камней, блоков и строительных деталей.

В зависимости от условий твердения различают строительную известь воздушную, обеспечивающую твердение строительных растворов и бетонов и сохранение ими

прочности в воздушно-сухих условиях, и гидравлическую, обеспечивающую твердение растворов и бетонов и сохранение ими прочности как на воздухе, так и в воде. **Воздушная известь** по виду содержащегося в ней основного оксида бывает кальциевая, магниевая и доломитовая. Воздушную известь подразделяют на негашеную и гидратную (гашеную), получаемую гашением кальциевой, магниевой и доломитовой извести. **Гидравлическую известь** делят на слабогидравлическую и сильногидравлическую. Также различают гидравлическую известь комовую и порошкообразную. В свою очередь порошкообразная известь бывает двух видов: молотая и гидратная (гашеная вода). Комовую известь выпускают без добавок и с добавками.

Строительную негашеную известь по времени гашения делят на быстрогасящуюся – не более 8 мин, среднегасящуюся – не более 25 мин, медленногасящуюся – более 25 мин. Воздушную известь получают из кальциево-магниевых карбонатных пород. Технологический процесс получения извести состоит из добычи известняка в карьерах, его подготовки (дробления и сортировки) и обжига. После обжига производят помол комовой извести, получая молотую негашеную известь, или гашение комовой извести водой, с образованием гашеной извести.

Основным процессом при производстве извести является обжиг, при котором известняк декарбонизируется и превращается в известь. Диссоциация карбонатных пород сопровождается поглощением теплоты. Реакция разложения углекислого кальция обратима и зависит от температуры и парциального давления углекислого газа. Диссоциация углекислого кальция достигает заметной величины при температуре свыше 600 °С. Теоретически нормальной температурой диссоциации считают 900 °С.

### **Гидравлическая известь**

Гидравлическая известь – продукт умеренного обжига при температуре 900—1100 °С мергелистых известняков, содержащих 6—20 % глинистых примесей. При обжиге известняков этого типа после разложения углекислого кальция часть образующегося  $\text{CaO}$  соединяется в твердом состоянии с оксидами  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , содержащимися в минералах глины, образуя силикаты  $2\text{CaO}(\text{SiO}_2)_2$ , алюминаты  $\text{CaO}(\text{Al}_2\text{O}_3)_3$  и ферриты кальция  $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ , обладающие способностью твердеть не только на воздухе, но и в воде. Так как в гидравлической извести содержится в значительном количестве свободный оксид кальция  $\text{CaO}$ , то она, так же как и воздушная известь, гасится при действии воды, причем чем больше содержание свободного  $\text{CaO}$ , тем меньше способность извести к гидравлическому твердению.

Строительную гидравлическую известь выпускают в виде тонкоизмельченного порошка, при просеивании которого остаток частиц на сите № 008 не должен превышать 15 %. Кроме глинистых и песчаных примесей мергелистые известняки обычно содержат до 2–5 % углекислого магния и другие примеси.

Для производства гидравлической извести необходимо применять известняки с возможно более равномерным распределением глинистых и других включений, так как от этого в значительной степени зависит качество получаемого продукта.

Для характеристики химического состава сырья, содержащего известняк и глину, а также готового вяжущего вещества обычно пользуются так называемым гидравлическим, или основным модулем. Слабогидравлическая известь с модулем 4,5–9, а сильно-гидравлическая – с модулем 1,7–4,5.

Гидравлическая известь, затворенная водой, после предварительного твердения на воздухе продолжает твердеть и в воде, при этом физико-химические процессы воздушного твердения сочетаются с гидравлическими. Гидрат оксида кальция при испарении влаги постепенно кристаллизуется, а под действием углекислого газа подвергается карбонизации. Гидравлическое твердение извести происходит в результате гидратации силикатов, алюминатов и ферритов кальция так же, как в портландцементе. Предел прочности образцов через 28 суток твердения должен быть не менее: для слабогидравлической и сильногидравлической соответственно при изгибе – 0,4 и 1,0 МПа и при сжатии – 1,7 и 0,5 МПа.

Гидравлическая известь по химическому составу должна соответствовать стандартам, в частности, она должна выдерживать испытание на равномерность изменения объема. Гидравлическую известь применяют в тонкоизмельченном виде для приготовления строительных растворов, предназначенных для сухой или влажной среды, бетонов низких марок и т. д. Такая известь дает менее пластичные, чем воздушная, растворы, быстрее и равномернее твердеющие по всей толще стены и обладающие большей прочностью.

## **Цементы**

### **Кислотоупорные цементы**

Кислотоупорные цементы состоят из смеси водного раствора силиката натрия (растворимого стекла), кислотоупорного наполнителя и добавки – ускорителя твердения. В качестве микронаполнителя используют кварц, кварциты, андезит, диабаз и другие кислотоупорные материалы; ускорителем твердения служит кремнефтористый натрий. Вяжущим материалом в кислотоупорном цементе является растворимое стекло – водный раствор силиката натрия или силиката калия. Отношение числа молекул кремнезема к числу молекул щелочного оксида называется модулем стекла и колеблется для разных видов цемента от 2,5 до 3,5.

Добавка кремнефтористого натрия также повышает водостойкость и кислотоупорность цемента. Отечественная промышленность выпускает кислотоупорный кварцевый кремнефтористый цемент, состоящий из смеси тонкомолотого чистого кварцевого песка 15–30 % и кремнефтористого натрия – 4–6 % от массы наполнителя.

Кислотоупорные цементы применяют для футеровки химической аппаратуры, возведения башен, резервуаров и других сооружений химической промышленности,

а также для приготовления кислотоупорных замазок, растворов и бетонов. Как указывалось ранее, для приготовления кислотоупорного цемента применяют растворимое стекло. Его получают при сплавлении в течение 7–10 ч в стекловарочных печах при 1300–1400 °С кварцевого песка, измельченного и тщательно смешанного с кальцинированной содой, сульфатом натрия или с поташом.

Твердеет растворимое стекло (довольно медленно) только на воздухе, вследствие выделения и высыхания аморфного кремнезема под действием углекислоты воздуха. Однако глубина проникания углекислоты сравнительно невелика и положительное ее действие наблюдается только на поверхности.

Ускоряет твердение растворимого стекла добавка катализатора – кремнефтористого натрия  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ . Последний вступает во взаимодействие с растворимым стеклом, в результате чего быстро образует гель кремнекислоты – клеящее вещество, что приводит к быстрому твердению системы.

### Портландцемент

Портландцемент – гидравлическое вяжущее вещество, твердеющее в воде и на воздухе. Его получают тонким измельчением обожженной до спекания сырьевой смеси известняка и глины, обеспечивающей преобладание в клинкере силикатов кальция. **Клинкером** называется спекшаяся сырьевая смесь в виде зерен размером до 40 мм; от его качества зависят важнейшие свойства цемента: прочность и скорость ее нарастания, долговечность, стойкость в различных эксплуатационных условиях. Для регулирования сроков схватывания в обычных цементах марок 300–500 при помоле к клинкеру добавляют гипс в количестве не менее 1,0 % и не более 3,5 % от массы цемента в пересчете на ангидрид серной кислоты  $\text{SO}_3$ , а в цементах высокомарочных и быстротвердеющих – не менее 1,5 % и не более 4,0 %. Портландцемент выпускают без добавок или с активными минеральными добавками.

Качество клинкера зависит от его химического и минералогического составов. Для производства портландцементного клинкера применяют известняк и глину. Известняк в основном состоит из двух оксидов:  $\text{CaO}$  и  $\text{CO}_2$ , а глина – из различных минералов. В процессе обжига сырьевой смеси удаляется  $\text{CO}_2$ , а оставшиеся четыре оксида образуют клинкерные минералы. Содержание оксидов в цементе примерно следующее: 64–67 %  $\text{CaO}$ , 21–24 %  $\text{SiO}_2$ , 4–8 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2–4 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Кроме указанных основных оксидов в портландцементном клинкере могут присутствовать  $\text{MgO}$  и щелочные оксиды, которые снижают качество цемента. Оксид магния, обожженный при температуре около 1500 °С, при взаимодействии с водой очень медленно гасится и вызывает появление трещин в уже затвердевшем растворе или бетоне, поэтому его содержание в портландцементе не должно быть более 5 %. Наличие в цементе щелочных оксидов свыше 1 % может вызвать разрушение отвердевшего бетона.

Указанные выше основные оксиды находятся в клинкере не в свободном виде, а образуют при обжиге четыре основных минерала, относительное содержание которых в портландцементе следующее (%): трехкальциевый силикат (алит) – 45–60; двухкальциевый силикат (белит) —20–35; трехкальциевый алюминат – 4—12; четырехкальциевый алюмоферрит – 10–18.

**Алит** — основной минерал клинкера, быстро твердеет и практически определяет скорость твердения и нарастания прочности портландцемента. Он представляет собой твердый раствор трехкальцевого силиката и небольшого количества (2–4 %) других примесей, которые могут существенно влиять на структуру и свойства портландцемента. **Белит** – второй по важности и содержанию силикатный минерал клинкера, медленно твердеет и достигает высокой прочности при длительном твердении. Белит в клинкере представляет собой твердый раствор двухкальцевого силиката и небольшого количества (1–3 %) др. примесей. В связи с тем, что белит при медленном охлаждении клинкера теряет вяжущие свойства, это явление предотвращается быстрым охлаждением клинкера.

Содержание минералов-силикатов в клинкере в сумме составляет около 75 %, поэтому гидратация алита и белита в основном определяет свойства портландцемента. **Трехкальциевый алюминат** при благоприятных условиях обжига образуется в виде кубических кристаллов. Он очень быстро гидратирует и твердеет. Продукты гидратации имеют пористую структуру и низкую прочность. Кроме того, он является причиной сульфатной коррозии цемента, поэтому его содержание в сульфатостойком цементе ограничено 5 %. **Четырехкальциевый алюмоферрит** – алюмоферритная фаза промежуточного вещества клинкера – представляет собой твердый раствор алюмоферритов кальция разного состава. По скорости гидратации этот минерал условно занимает промежуточное положение между алитом и белитом и не оказывает определяющего значения на скорость твердения и тепловыделение портландцемента.

На структуру бетона оказывает значительное влияние пористость цементного камня, связанная с начальным **содержанием воды** в бетонной смеси. Для получения удобной для укладки бетонной смеси в нее вводят в 2–3 раза больше воды, чем требуется на реакцию с цементом. Таким образом, большая часть воды затворения оказывается в свободном состоянии и образует в затвердевшем камне множество мелких пор. Поэтому для получения плотной структуры цементного камня необходимо применять бетонные смеси с минимальным содержанием воды. В результате повышаются прочность и морозостойкость бетона.

Структура цементного камня, а именно наличие в нем пор и гелеобразного вещества, обуславливает склонность его к **влажностным деформациям**. При увлажнении он разбухает, а при высушивании дает усадку. Знакопеременные сжимающие и растягивающие напряжения, вызываемые изменением влажности окружающей среды, расшатывают структуру цементного камня и понижают прочность бетона. Степень влажностных деформаций зависит от соотношения гелеобразных и кристаллических фаз в цементном камне. С увеличением последней стойкость камня в таких условиях, называемая воздухостойкостью, повышается. В

отличие от рассмотренных далее пуццолановых портландцементов, обыкновенный портландцемент отличается высокой воздухоустойчивостью. Расширение и растрескивание цементного камня могут вызвать также свободные  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$ , присутствующие в цементе при низком качестве обжига. Гашение их сопровождается значительным увеличением в объеме, и продукты этого гашения разрываю цементный камень.

**Прочность портландцемента** характеризуют пределами прочности при сжатии и изгибе. Марку цемента устанавливают по пределу прочности при изгибе образцов балочек  $40 \times 40 \times 160$  мм и при сжатии их половинок, изготовленных из раствора состава 1:3 (по массе) с нормальным песком при водоцементном отношении 0,4 и испытанных через 28 суток; образцы в течение этого времени хранят во влажных условиях при температуре  $20 \pm 2$  °С. Предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток называется активностью цемента.

**Влияние влажности и температуры среды.** Большое влияние на рост прочности цементного камня оказывают влажность и температура среды. Скорость химических реакций между клинкерными минералами и водой увеличивается с повышением температуры, а также значительно возрастает скорость уплотнения продуктов гидратации цемента. Твердение цементного камня на практике может происходить в широком диапазоне температур: нормальное твердение – при температуре 15–20 °С, пропаривание – 80–90 °С, автоклавная обработка – до 170–200 °С, давление пара – до 0,8–1,2 МПа и твердение – при отрицательной температуре.

**Продолжительность хранения.** Длительное хранение цемента даже в самых благоприятных условиях влечет за собой некоторую потерю его активности. После трех месяцев хранения потеря активности цемента может достигать 20 %, а через год – доходить до 40 %. Цементы более тонкого помола теряют больший процент активности, так как влага воздуха, соприкасаясь с цементом, вызывает преждевременную его гидратацию. Восстанавливать активность лежалого цемента можно вторичным помолом. Наиболее эффективен вибродомол цемента, в процессе которого повышается тонкость помола цемента, а также происходит обдирка гидратных и инертных оболочек с цементных зерен. Наиболее целесообразным методом предотвращения потери активности цемента является гидрофобизация.

**Стойкость цементного камня.** Бетон в инженерных сооружениях в процессе эксплуатации может быть подвержен агрессивному воздействию внешней среды: пресных и минерализованных вод, совместному действию воды и мороза, попеременному увлажнению и высушиванию. Среди компонентов бетона цементный камень наиболее подвержен развитию коррозионных процессов. Для того чтобы бетон стойко сопротивлялся агрессивному воздействию внешней среды, цементный камень должен быть коррозионно-, морозо- и атмосферостойким.

**Морозостойкость.** При отрицательных температурах вода, находящаяся в порах цементного камня, превращается в лед, который увеличивается в объеме примерно на 9 % по сравнению с объемом воды. Лед давит на стенки пор и разрушает их. Морозостойкость цементного камня зависит от минералогического состава клинкера, тонкости помола цемента и водоцементного отношения. До определенной



тонкости помола ( $5000\text{--}6000\text{ см}^2/\text{г}$ ) морозостойкость цемента увеличивается, но при дальнейшем возрастании тонкости помола она падает. Это объясняется пористой структурой новообразований цемента сверхтонкого измельчения.

Присутствие в цементе в значительном количестве активных минеральных добавок отрицательно влияет на морозостойкость цементного камня вследствие их высокой пористости и низкой морозостойкости продуктов взаимодействия добавок с компонентами цементного камня.

Увеличение водоцементного отношения понижает морозостойкость цементного камня вследствие повышения его пористости. Надо иметь в виду, что замораживание цементного камня в начальный период твердения является наиболее опасным, так как он еще не обладает достаточной прочностью и не может энергично сопротивляться действию льда.

### Специальные виды цемента

**Быстротвердеющий портландцемент (БТЦ)** – портландцемент марок М400 и 500 с минеральными добавками, отличающийся повышенной прочностью через 3 суток твердения. БТЦ обладает более интенсивным, чем обычный, нарастанием прочности в начальный период твердения. Это достигается путем более тонкого помола цемента (до удельной поверхности  $3500\text{--}4000\text{ см}^2/\text{г}$ ), а также повышенным содержанием трехкальциевого силиката и трехкальциевого алюмината (60–65 %). В остальном свойства этого семейства не отличаются от свойств портландцемента. БТЦ применяют в производстве железобетонных конструкций, а также при зимних бетонных работах. Ввиду повышенного тепловыделения его не следует использовать в массивных конструкциях.

**Сульфатостойкий портландцемент** применяют для получения бетонов, работающих в минерализованных и пресных водах. Его получают из клинкера нормированного минералогического состава. Введение инертных и активных минеральных добавок не допускается. Этот цемент, являясь по существу белитовым, обладает несколько замедленным твердением в начальные сроки и низким тепловыделением. Сульфатостойкий портландцемент выпускают марки М400. Остальные требования к нему предъявляются такие же, как и к портландцементу.

**Сульфатостойкий портландцемент с минеральными добавками** выпускают марок М400 и 500. В качестве минеральной добавки вводят гранулированный доменный шлак (10–20 % от массы) или электротермофосфорный шлак или 5–10 % активных минеральных добавок осадочного происхождения (кроме глиежа).

**Пуццолановый портландцемент** производят марок М300 и 400. Его получают путем совместного помола клинкера и 25–40 % от массы цемента активных минеральных добавок и гипсового камня. Клинкер для пуццоланового цемента не должен содержать более 5 % MgO. В остальном свойства его не отличаются от свойств портландцемента.

**Белый портландцемент** получают из сырьевых материалов, имеющих минимальное содержание окрашивающих оксидов (железа, марганца, хрома). В

качестве сырьевых материалов используют «чистые» известняки или мраморы и белые каолиновые глины, а в качестве топлива – газ или мазут, не загрязняющие клинкер золой. При этом помол такого цемента более тонкий, чем обычного портландцемента. Тонкость помола должна быть такой, чтобы при просеивании сквозь сито с сеткой № 008 проходило не менее 88 % массы просеиваемой пробы. Основным свойством белого цемента, определяющим его качество как декоративного материала, является степень белизны. По этому показателю его подразделяют на три сорта: I, II и III. По прочности белый цемент выпускают марок М400 и 500.

Начало схватывания белого цемента должно наступать не ранее 45 мин, конец – не позднее 12 ч. Транспортируют и хранят белый цемент только в закрытой таре.

**Цветные портландцементы** получают путем совместного помола клинкера белого цемента с устойчивыми к действию света и щелочей минеральными красителями: охрой, железным суриком, ультрамарином, оксидом хрома, сажей. Эффективное окрашивание дают оксиды хрома (желто-зеленый цвет), марганца (голубой или бархатно-черный), кобальта (коричневый). При этом получают цементы редких цветов, трудно достигаемых при смешивании с пигментами. Цветные цементы производят трех марок: М300, 400 и 500.

Белые и цветные цементы применяют для изготовления цветных бетонов, растворов отделочных смесей и цементных красок.

**Тампонажные цементы** на основе портландцементного клинкера по составу, в зависимости от содержания и вида добавок подразделяются на бездобавочный, портландцемент с минеральными добавками и цемент со специальными добавками, регулирующими свойства цемента. Тампонажные цементы применяют для цементирования нефтяных газовых и специальных скважин. Тампонажный портландцемент бездобавочный применяют в условиях нормальных и умеренных температур (15—100 °С) и нормальной плотности цементного теста (1650–1950 кг/м<sup>3</sup>). Требования по устойчивости к воздействию агрессивных пластовых вод и объемным деформациям при твердении не предъявляются. К портландцементам с минеральными добавками или со специальными добавками, или в совокупности с минеральными и специальными добавками предъявляются требования по температуре применения, по средней плотности цементного теста и устойчивости тампонажного камня к агрессивности пластовых вод (сульфатная, кислая, углекислая, сероводородная, магниевая и полиминеральная).

### **Добавки для цемента**

Добавки для цемента классифицируют по отношению к свойствам цемента и назначению. По этим показателям добавки делят на следующие группы:

- 1) компоненты вещественного состава (активные минеральные добавки), изменяющие наименование цемента и обладающие гидравлическими свойствами;
- 2) наполнители, улучшающие зерновой состав цемента и структуру цементного камня, не обладающие или частично обладающие гидравлическими свойствами;

3) технологические – интенсификаторы помола, регулирующие основные свойства цемента: сроки схватывания, твердение, прочность цемента, пористость цементного камня (воздухововлекающие), пластичность цементно-песчаного раствора и бетона (пластифицирующие добавки), водоудерживающую способность, уменьшающие смачивание водой поверхности частиц цемента (гидрофобизирующие добавки);

4) регулирующие специальные свойства цемента: тепловыделение, объемные деформации, коррозионную стойкость, декоративные свойства и др.

В современной технологии производства бетона широко используют **поверхностно-активные добавки** в количестве 0,05—0,3 % от массы цемента.

К *гидрофильным* добавкам относится сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ), которая улучшает смачивание частиц цемента водой, при этом ослабляются силы взаимного сцепления между частицами вяжущего, повышаются пластичность цементного теста и подвижность бетонной смеси.

К *гидрофобизирующим* добавкам относятся мылонафт, асидол, синтетические жирные кислоты и их соли и кремнийорганические жидкости (ГКЖ-10, ГКЖ-11, ГКЖ-94).

Мылонафт – натриевое мыло нафтеновых кислот. Синтетические жирные кислоты изготавливают путем окисления парафина. Жидкости ГКЖ-10 и ГКЖ-11 представляют собой водно-спиртовые растворы метил- и этилсиликоната натрия, способные смешиваться с водой. Кремнийорганическая жидкость ГКЖ-94 – продукт гидролиза этилдихлорсилана, ее применяют в виде водной эмульсии. К добавкам-микропенообразователям относятся абиеатат натрия и омыленный древесный пек. Первый препарат получают омылением канифоли едким натром, а омыленный древесный пек представляет собой нейтрализованные щелочью смоляные кислоты древесного пека хвойных пород. Комплексные добавки обычно состоят из гидрофилизующих и гидрофобизирующих поверхностно-активных веществ.

*Синтетические химические добавки* – суперпластификаторы (С-3, 40–03 и др.) – в последнее время получают все большее применение. Они оказывают повышенное пластифицирующее действие на бетонные смеси, улучшают структуру и повышают прочность и морозостойкость бетона. Пластифицированный портландцемент отличается от обыкновенного содержанием поверхностно-активной пластифицирующей добавки. СДБ в количестве до 0,25 % (в расчете на сухое вещество) повышает подвижность и удобность укладки бетонной смеси и придает затвердевшим бетонам высокую морозостойкость. В качестве пластифицирующих добавок применяют СДБ, которую можно вводить как при помоле цемента, так и непосредственно в бетонную смесь во время ее приготовления.

Гидрофобный портландцемент отличается от обыкновенного наличием различных поверхностно-активных гидрофобизирующих добавок: мылонафта, асидола, асидол-мылонафта, олеиновой кислоты или окислительного петролатума, нафтеновой кислоты и ее солей, синтетических жирных кислот и их кубовых остатков, кремнийорганических полимеров и др. Эти вещества вводят в количестве 0,1–0,2 % от массы цемента в расчете на сухое вещество добавки. Гидрофобизирующие добавки

образуют на зернах цемента тонкие (мономолекулярные) пленки, уменьшающие способность цемента смачиваться водой. Такой цемент, находясь во влажных условиях, сохраняет активность и не комкуется. В то же время в процессе перемешивания бетонной смеси адсорбционные пленки сдираются с поверхности цементных зерен и не препятствуют нормальному твердению цемента.

В процессе приготовления бетонов некоторые гидрофобизирующие добавки вовлекают в бетонную смесь большое количество мельчайших пузырьков воздуха – до 30–50 л на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси (3–5 % по объему). Вовлеченный воздух или, если нет добавочного воздухововлечения, адсорбционные слои, активные в смазочном отношении, улучшают подвижность и удобство укладки смеси, а наличие в отвердевшем бетоне мельчайших замкнутых пустот способствует повышению морозостойкости бетона. Гидрофобный цемент отличается и более высокими водостойкостью и водонепроницаемостью.

### **Цементы с минеральными добавками**

К этой группе гидравлических вяжущих веществ принадлежат цементы, получаемые совместным помолом портландцементного клинкера и активной минеральной добавки или тщательным смешиванием указанных компонентов после отдельного измельчения каждого из них. В зависимости от вида исходного вяжущего компонента и добавки цементы с активными минеральными добавками делят на пуццолановые и шлакопортландцементы.

Активными минеральными (гидравлическими) добавками называют природные или искусственные вещества, которые при смешивании в тонкоизмельченном виде с известью-пушонкой и затворении водой придают ей гидравлические свойства, а при смешивании с портландцементом повышают его водостойкость. Гидравлические добавки в порошкообразном состоянии, будучи смешаны с водой, самостоятельно не затвердевают. Активные минеральные добавки подразделяют на природные и искусственные.

Активные минеральные добавки содержат вещество, способное в обычных условиях вступать в химическое взаимодействие с гидратом оксида кальция и давать труднорастворимые продукты реакции. В диатомитах, трепелах и других добавках осадочного происхождения этим веществом является водный кремнезем, а в вулканических и искусственных – преимущественно алюмосиликаты.

Минеральная добавка считается активной, если она обеспечивает схватывание теста, приготовленного на основе добавки и извести-пушонки, не позднее 7 суток после затворения и обеспечивает водостойкость образца не позднее 3 суток после конца его схватывания. Активность минеральных добавок характеризуется также количеством СаО, поглощенного из раствора на 1 г добавки в течение 30 суток.

Отдельные виды минеральных добавок имеют активность не менее (мг/л): трепелы и диатомиты – 150, трассы – 60, пемзы, туфы, пеплы – 50, глиежи – 30.

**Пуццолановый портландцемент** — гидравлическое вяжущее вещество, получаемое путем совместного тонкого измельчения клинкера, необходимого количества гипса (до 3,5 %) и активной минеральной добавки или тщательным смешиванием отдельно измельченных тех же материалов. Добавок вулканического происхождения – обожженной глины, глиежа или топливной золы – вводят 25–40 % от массы цемента, а добавок осадочного происхождения диатомитов, трепелов – 20–30 %. В зависимости от активности гидравлической добавки и минералогического состава клинкера учитывается соотношение между ними. Чем активнее добавка, тем больше она способна связывать гидраты оксида кальция и тем меньше потребуется ее в пуццолановом портландцементе, и наоборот.

Водопотребность пуццолановых портландцементов с плотными и твердыми добавками (трассы, туфы) почти такая же, как и у портландцемента, а при использовании мягких пористых добавок (диатомитов и трепелов) значительно увеличивается. По этой причине необходимая подвижность бетонной смеси обеспечивается более высокой добавкой воды, что вызывает, соответственно, увеличение расхода цемента, чтобы не снизить прочность бетона. Сроки схватывания и тонкость помола пуццоланового цемента такие же, как и для обыкновенного портландцемента, однако пуццолановые портландцементы характеризуются замедленным нарастанием прочности в начальный период твердения по сравнению с портландцементом без добавок, изготовленным из того же клинкера. Пуццолановый портландцемент выпускают марок М200, 300, 400.

При твердении пуццоланового портландцемента происходят два процесса:

- 1) гидратация минералов портландцементного клинкера;
- 2) взаимодействие активной минеральной добавки с гидратом оксида кальция, выделяющимся при твердении клинкера. При этом  $\text{Ca(OH)}_2$  связывается в нерастворимый в воде гидросиликат кальция.

В результате пуццолановый портландцемент оказывается более водостойким, чем обыкновенный портландцемент. При схватывании и твердении пуццоланового цемента выделяется меньше тепла, что позволяет использовать этот цемент для массивных бетонных конструкций. Непригоден пуццолановый портландцемент для изготовления элементов, предназначенных служить в условиях попеременного систематического увлажнения и замораживания или высушивания. Пуццолановые цементы имеют меньшую водопроницаемость, чем портландцемент. Объясняется это набуханием добавки, уплотняющей бетон. Их целесообразно применять для подводных и подземных бетонных и железобетонных конструкций, особенно тогда, когда от бетонов требуется большая водонепроницаемость и высокая водостойкость.

### **Шлаковые цементы**

Шлаковые цементы являются разновидностью цементов с активными минеральными добавками, в которых последние представлены доменными гранулированными шлаками. Утилизация доменных шлаков для получения цемента

– это один из примеров рационального и массового применения отходов производства.

Доменные шлаки представляют собой вторичный продукт (отход), получаемый при выплавке чугуна из руд. По химическому составу доменные шлаки приближаются к портландцементу и состоят в основном из трех оксидов:  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$  и 90–95 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Быстротвердеющий шлакопортландцемент, в отличие от обычного шлакового цемента, характеризуется более интенсивным нарастанием прочности в начальный период. Для получения быстротвердеющего шлакопортландцемента применяют клинкер быстротвердеющего цемента и доменные шлаки высокой активности.

Твердение шлакопортландцемента может быть разделено на два процесса: первичный – гидратация и твердение клинкерной части цемента и вторичный – химическое воздействие продуктов гидратации клинкерной части с доменными гранулированными шлаками. При гидратации трехкальцевого силиката клинкера происходит выделение гидрата оксида кальция, взаимодействующего с глиноземом и кремнеземом шлака и образуются гидросиликаты и гидроалюминаты кальция. По сравнению с портландцементом шлакопортландцемент характеризуется замедленным нарастанием прочности в начальные сроки твердения, но марочная и последующие его прочности примерно одинаковы. С понижением температуры прирост прочности шлакопортландцемента сильно снижается. Повышенная температура при достаточной влажности среды оказывает на твердение шлакопортландцемента более благоприятное влияние, чем на портландцемент.

По пределу прочности при сжатии и изгибе шлакопортландцемент делят на три марки: М300, 400 и 500. Быстротвердеющий шлакопортландцемент М400 должен иметь в трехсуточном возрасте предел прочности при сжатии не менее 20 МПа и на изгиб не менее 3,5 МПа.

Водостойкость бетонов на шлаковых цементах выше, чем на портландцементе, что объясняется отсутствием свободного гидрата оксида кальция. В шлакопортландцементном бетоне он связан шлаком в труднорастворимые гидроалюминаты и низкоосновные гидросиликаты кальция, тогда как в портландцементном бетоне гидрат оксида кальция в значительном количестве содержится в свободном виде и может вымываться, ослабляя бетон. Шлакопортландцементный бетон обладает удовлетворительной морозо- и воздухоустойкостью, однако он все же менее стоек, чем бетон на портландцементе.

Применяют шлакопортландцемент в гидротехнических сооружениях, а также в конструкциях, находящихся в условиях влажной среды. Не следует использовать этот цемент в конструкциях, подвергающихся частому замораживанию и оттаиванию, увлажнению и высыханию. Быстротвердеющий шлакопортландцемент эффективно применяют в производстве железобетонных изделий, подвергающихся тепловлажностной обработке.

### **Гипсоцементно-пуццолановое вяжущее**

Это вяжущее получают тщательным смешиванием 50–70 % полуводного гипса с 15–25 % портландцемента и 10–25 % активной минеральной добавки, содержащей кремнезем в активной форме, диатомит, трепел, опоку, активные вулканические породы, глины, обожженные при 600–700 °С, и т. п.

Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие (ГЦПВ) применяют для устройства оснований полов, панелей для внутренних стен, для изготовления санитарно-технических кабин и других изделий.

Прокатные панели основания пола изготавливают из бетона на гцпв с плотностью 1300 кг/м<sup>3</sup> и пределом прочности при сжатии не менее 7 МПа. Панели армируют деревянным каркасом. Эти панели обладают хорошими теплоизолирующими свойствами.

### **Глиноземистый цемент**

Глиноземистым цементом называют быстротвердеющее (но нормально схватывающееся) гидравлическое вяжущее вещество, получаемое при тонком измельчении обожженной до плавления (или спекания) сырьевой смеси бокситов и извести с преобладанием в готовом продукте низкоосновных алюминатов кальция. Для интенсификации процесса помола клинкера допускается введение технологических добавок до 2 %, не ухудшающих качество цемента и снижающих его стоимость. Глиноземистый цемент производят трех марок: М400, 500 и 600.

В состав клинкера этого цемента входят низкоосновные алюминаты, при этом главной составной частью является одно-кальциевый алюминат  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ . При затворении порошка глиноземистого цемента водой образование пластичного теста, последующее его уплотнение и твердение протекают аналогично обыкновенному портландцементу. Однокальциевый алюминат при взаимодействии с водой гидратируется, образуя в конечном итоге двухкальциевый восьмиводный гидроалюминат и гидрат оксида алюминия. В дальнейшем происходят уплотнение геля двухкальциевого гидроалюмината и кристаллизация продуктов гидратации. Уплотнение и кристаллизация геля глиноземистого цемента протекают очень интенсивно, что обеспечивает быстрое нарастание прочности. Примерно через 5–6 ч прочность глиноземистого цемента может достичь 30 % и более от марочной, через сутки твердения – свыше 90 %, а в 3-суточном возрасте – марочной прочности.

По величине предела прочности при сжатии глиноземистый цемент делят на три марки: М400, 500 и 600. Для определения марки испытывают на сжатие половинки образцов-балочек размером 40х40х160 мм, твердеющие 3 суток в нормальных условиях. Начало схватывания глиноземистого цемента должно наступать не ранее 30 мин, а конец – не позднее 12 часов.

Наиболее благоприятными для твердения глиноземистого цемента являются влажные условия и нормальная температура  $20 \pm 5$  °С. Нарастание прочности цемента в условиях температуры выше 25 °С уменьшается, возможно даже ухудшение достигнутой прочности и разрушение бетона в результате перекристаллизации двухкальциевого гидроалюмината в трехкальциевый. Такое

явление называют «болезнью глиноземистого цемента». Поэтому пропаривание изделий на глиноземистом цементе не допускается. При температуре ниже нормальной и близкой к нулю твердение глиноземистого цемента происходит удовлетворительно, что объясняется его высокой экзотермией. В течение 1–3 суток твердения он выделяет в 1,5–2 раза больше тепла, чем портландцемент. Большое тепловыделение ограничивает применение глиноземистого цемента в массивных конструкциях, так как разогрев бетона внутри массива и охлаждение его снаружи вызывают растягивающие напряжения в наружных слоях и образование трещин.

Применение глиноземистого цемента существенно ограничивается его стоимостью (он в 3–4 раза дороже портландцемента), хотя по своим физико-химическим свойствам (скорости твердения, стойкости в различных средах) он превосходит все другие вяжущие вещества, в том числе и портландцемент. Применяют глиноземистый цемент в тех случаях, когда наиболее рационально используются его специфические свойства, например при срочных восстановительных работах (ремонт плотин, дорог, мостов, при срочном возведении фундаментов). Химическая стойкость глиноземистого цемента делает целесообразным его использование для тампонирования нефтяных и газовых скважин, на предприятиях пищевой промышленности, на травильных и красильных предприятиях, для футеровки шахтных колодцев и туннелей. Глиноземистый цемент по сравнению с другими вяжущими обладает стойкостью против действия высоких температур (1200–1400 °С и выше), что позволяет использовать его для изготовления жаростойких бетонов, применяемых в качестве футеровки тепловых аппаратов.

### **Строительные растворы**

Строительным раствором называют отвердевшую смесь вяжущего вещества, мелкого заполнителя (песка) и воды. По своему составу строительный раствор является мелкозернистым бетоном, и для него справедливы закономерности, присущие бетонам. Среди большого разнообразия растворов отдельные их виды имеют много общего. В основу групповой классификации растворов положены следующие основные признаки: плотность, вид вяжущего вещества, назначение и физико-механические свойства.

По плотности в сухом состоянии растворы делят: на тяжелые с плотностью 1500 кг/м<sup>3</sup> и более (для их изготовления применяют тяжелые кварцевые или другие пески); и легкие растворы, имеющие плотность менее 1500 кг/м<sup>3</sup>, заполнителями в них являются легкие пористые пески из пемзы, туфов, шлаков, керамзита и других легких мелких заполнителей.

### **Свойства строительных растворов**

Основными свойствами растворной смеси являются подвижность, удобство укладки, водоудерживающая способность, а растворов – прочность и долговечность.

Растворная смесь в зависимости от состава может иметь различную консистенцию – от жесткой до литой. Строительные растворы для каменной кладки, отделки зданий и других работ готовят достаточно подвижными. **Подвижность** растворной смеси



определяют глубиной погружения в смесь металлического конуса массой 300 г с углом при вершине 30°.

Растворная смесь, приготовленная на одном портландцементе, часто содержит мало цементного теста и получается жесткой, неудобной для укладки. В таких случаях применяют добавки минеральных или органических поверхностно-активных пластификаторов. **Водоудерживающая способность** характеризуется свойством раствора не расслаиваться при транспортировании и сохранять достаточную влажность в тонком слое на пористом основании. Растворная смесь, имеющая низкую водоудерживающую способность, при транспортировании расслаивается, а при укладке на пористое основание (керамический кирпич, бетон, дерево) быстро отдает ему воду. Степень обезвоживания раствора может оказаться столь значительной, что воды будет недостаточно для твердения раствора и он не достигнет необходимой прочности. Повышают водоудерживающую способность добавлением в раствор минеральных и органических пластификаторов. Прочность затвердевшего раствора зависит от активности вяжущего вещества и величины водоцементного отношения.

**Прочность** смешанных растворов зависит также от вводимых в них тонкомолотых добавок. Каждый состав цементного раствора имеет свое оптимальное значение добавки, при котором смесь наиболее удобна для укладки и дает раствор наибольшей прочности.

Прочность раствора характеризуется, как отмечалось ранее, маркой. Марка раствора обозначается по пределу прочности при сжатии образцов размером 70,7х70,7х70,7 мм, изготовленных из рабочей растворной смеси на водоотсасывающем основании после 28-суточного твердения их при температуре 15–25 °С. Средняя относительная прочность цементных растворов (в том числе смешанных), твердеющих в условиях нормального влажностного режима при температуре 15–25 °С в возрасте 3 суток, составляет 0,25 от марочной 28-суточной прочности, в возрасте 7 суток – 0,5; 14 суток – 0,75; 60 суток – 1,2 и в 90-суточном возрасте – 1,3. Если твердение цементных и смешанных растворов происходит при температуре, отличной от 15 °С, то относительную прочность этих растворов принимают по специальным таблицам.

При использовании растворов, изготовленных на шлакопорт-ландцементе и пуццолановом портландцементе, следует учитывать замедление нарастания прочности при температуре твердения ниже 10 °С. В целях экономии вяжущего для приготовления растворов на цементах высоких марок необходимо вводить минеральные тонкомолотые добавки.

### **Классификация строительных растворов**

**По виду вяжущего вещества** строительные растворы бывают: **цементные**, приготовленные на портландцементе или его разновидностях; **известковые** — на воздушной или гидравлической извести, **гипсовые** — на основе гипсовых вяжущих веществ (гипсового вяжущего, ангидритовых вяжущих); **смешанные** – на цементно-известковом вяжущем. Выбор вида вяжущего производят в зависимости от назначения раствора, предъявляемых к нему требований, температурно-влажностного режима твердения и условий эксплуатации здания или сооружения.

**По назначению** строительные растворы делят на: *кладочные* для каменных кладок и кладки стен из крупных элементов; *отделочные* для штукатурки, изготовления архитектурных деталей, нанесения декоративных слоев на стеновые блоки и панели; *специальные*, обладающие некоторыми ярко выраженными или особыми свойствами (акустические, рентгенозащитные, тампонажные и т. д.).

**По физико-механическим свойствам** растворы классифицируют по двум важнейшим показателям: прочности и морозостойкости, характеризующим долговечность раствора. *По величине прочности* при сжатии строительные растворы подразделяют на восемь марок: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150 и 200. Растворы М4 и 10 изготавливают на местных вяжущих (воздушной и гидравлической извести и др.). *По степени морозостойкости* в циклах замораживания растворы имеют девять марок морозостойкости: от F10 до F300.

Состав раствора обозначают количеством (по массе или объему) материалов на 1 м<sup>3</sup> раствора или относительным соотношением (также по массе или объему) исходных сухих материалов. При этом расход вяжущего принимают за 1. Для простых растворов, состоящих из вяжущего и не содержащих минеральных добавок (цементных или известковых растворов), состав будет обозначен, например, 1:6, т. е. на 1 часть вяжущего приходится 6 частей песка. Состав смешанных растворов, состоящих из двух вяжущих или содержащих минеральные добавки, обозначают тремя цифрами, например 1:0,4:5 (цемент: известь: песок). Однако следует учитывать, что в цементных смешанных растворах за вяжущее принимают цемент совместно с известью.

В качестве мелкого заполнителя применяют для тяжелых растворов – кварцевые и полевошпатовые природные пески, а также пески, полученные дроблением плотных горных пород, для легких – пемзовые, туфовые, ракушечные, шлаковые пески. Для обычной кладки кирпича, камней правильной формы, в том числе и блоков, наибольший размер зерен песка не должен превышать 2,5 мм; для бутовой кладки, а также придания монолитной структуры стыкам сборных железобетонных конструкций и для песчаного бетона – не более 5 мм; для отделочного слоя штукатурки – не более 1,2 мм.

Минеральные и органические добавки применяют для получения удобной для укладки растворной смеси при использовании портландцементов. В качестве эффективных минеральных добавок в цементные растворы вводят известь в виде теста. Добавка извести повышает водоудерживающую способность растворов, улучшает удобство укладки и дает экономию цемента. В качестве неорганических дисперсных добавок применяют активные минеральные добавки – диатомит, трепел, молотые шлаки и т. д.

Поверхностно-активные добавки используют для повышения пластичности растворной смеси и уменьшения расхода вяжущего, их вводят в растворы в количестве, равном десятым и сотым долям процента от количества вяжущих. В качестве поверхностно-активной органической добавки применяют сульфитно-дрожжевую бражку, гидролизованную говяжью кровь, мылонафт, гидрофобно-пластифицирующую добавку «флегматор» и др.

Требования к качеству вяжущих, заполнителей, добавок и воды такие же, как и к материалам, применяемым для приготовления бетонов.

### **Растворы для каменной кладки**

Составы кладочных растворов и вид исходного вяжущего зависят от характера конструкций и условий их эксплуатации. Растворы для каменных кладок и для кладки крупных элементов стен и их монтажа готовят на вяжущих следующих видов: на портландцементе и шлакопортландцементе – для монтажа стен из панелей и крупных бетонных и кирпичных блоков, для изготовления виброкирпичных панелей и крупных блоков, для обычной кладки на растворах высоких марок, а также для кладки, выполняемой способом замораживания; на основе извести, если не требуются растворы высоких марок, и местных вяжущих (известково-шлаковых и известково-пуццолановых) – для малоэтажного строительства. Растворы на местных вяжущих не следует применять при температуре ниже 10 °С; на пуццолановом и сульфатостойком портландцементе применяют для конструкций, работающих в условиях воздействия агрессивных и сточных вод.

Строительные кладочные растворы подразделяются на три вида: цементные, цементно-известковые и известковые.

**Цементные растворы** применяют для подземной кладки и кладки ниже гидроизоляционного слоя, когда грунт насыщен водой, т. е. в тех случаях, когда необходимо получить раствор высокой прочности и водостойкости.

**Цементно-известковые растворы** представляют собой смесь цемента, известкового теста, песка и воды. Эти растворы удобны для укладки, обладают высокой прочностью и морозостойкостью. Цементно-известковые растворы применяют для возведения подземных и надземных частей зданий.

**Известковые растворы** обладают высокой пластичностью и удобством укладки, хорошо сцепляются с поверхностью, имеют малую усадку. Они достаточно долговечны, но являются медленноотвердевающими. Известковые растворы применяют для конструкций, работающих в надземных частях зданий, испытывающих небольшое напряжение. Состав известковых растворов зависит от качества применяемой извести.

Подвижность кладочных растворов определяют в зависимости от их назначения и способа укладки в следующих пределах: для заполнения горизонтальных швов при монтаже стен из бетонных и виброкирпичных панелей и для расшивки вертикальных и горизонтальных швов – 5–7 см; для изготовления крупных блоков из кирпича, заполнения горизонтальных швов при монтаже стен из бетонных блоков, блоков из кирпича, бетонных камней и камней из легких пород (туфы и др.) – 9–13 см; для бутовой кладки – 4–6 см, а для заливки пустот в ней – 13–15 см.

Расход цемента на 1 м<sup>3</sup> песка при подборе состава раствора устанавливают в зависимости от требуемой долговечности и условий эксплуатации 75 кг в цементно-известковых растворах. Для надземной кладки с относительной влажностью воздуха

помещений свыше 60 % и кладки фундаментов во влажных грунтах расход цемента в цементно-известковых растворах должен составлять не менее 100 кг. Указанные расходы цемента относятся к песку в рыхло-насыщенном состоянии при естественной влажности 1–3 %.

Как уже говорилось ранее, для получения растворов необходимой подвижности и водоудерживающей способности в их состав вводят неорганические или органические пластификаторы. Применение добавок при кладке ниже наивысшего уровня грунтовых вод не допускается. Для каменной кладки наружных стен используют цементно-известковые растворы марок: для зданий при относительной влажности воздуха помещений 60 % и менее – не ниже М10; при повышении влажности до 75 % марка раствора должна быть не менее М25, а при влажности 75 % и более – не менее М50.

Для подземной каменной кладки и кладки цоколей ниже гидроизоляционного слоя используют цементные и цементно-известковые растворы марок не ниже М25—50. При армированной кладке стен марка растворов по прочности должна быть: в сухих условиях эксплуатации (относительная влажность воздуха помещений до 60 %) – не менее М25, а во влажных (относительная влажность воздуха помещений выше 60 %) – не менее М50. Для кладки столбов, простенков, карнизов, перемычек, сводов и других частей зданий применяют растворы марок М25—50. Для заполнения горизонтальных швов при монтаже стен из панелей используют растворы не ниже М100 для панелей из тяжелого бетона и не ниже М50 для панелей из легкого бетона. При кладке стен из панелей, крупных блоков и обычной каменной кладки в зимних условиях марка раствора по прочности применяется в зависимости от температуры наружного воздуха и с учетом несущей способности конструкции. В растворы, используемые при монтаже стен из бетонных и виброкирпичных панелей и крупных блоков в зимних условиях, широко применяют химические добавки, понижающие температуру замерзания раствора и ускоряющие набор его прочности, вводят поташ в количестве 10–15 % от массы воды затворения, нитрит натрия 5—10 % и др.

### Отделочные растворы

Различают отделочные растворы – обычные и декоративные. **Обычные отделочные растворы** готовят на цементах, цементно-известковых, известковых, известково-гипсовых вяжущих. В зависимости от области применения отделочные растворы делят на растворы для наружных и внутренних штукатурок. Составы отделочных растворов устанавливают с учетом их назначения и условий эксплуатации. Эти растворы должны обладать необходимой степенью подвижности, иметь хорошее сцепление с основанием и мало изменяться в объеме при твердении, чтобы не вызывать образования трещин штукатурки.

Подвижность отделочных растворов и предельная крупность применяемого песка для каждого слоя штукатурки различны. Подвижность раствора для подготовительного слоя при механизированном нанесении составляет 6—10 см, а при ручном нанесении – 8—

12 см. Наибольшая крупность песка при этом не должна превышать 2,5 мм. Отделочные слои растворов, содержащих гипс, должны иметь большую подвижность (9—12 см), чем растворы без гипса (7—8 см). Для регулирования сроков схватывания в гипсовые растворы вводят замедлители твердения. Для отделочного слоя применяют мелкие пески крупностью не более 1,2 мм. Для увеличения подвижности штукатурных растворов вводят органические пластификаторы.

**Для наружных штукатурок** каменных и монолитных бетонных стен зданий с относительной влажностью воздуха помещений до 60 % применяют цементно-известковые растворы, а для деревянных и гипсовых поверхностей в районах с устойчиво сухим климатом – известково-гипсовые растворы. Для наружной штукатурки цоколей, поясков, карнизов и других участков стен, подвергающихся систематическому увлажнению, используют цементные и цементно-известковые растворы на портландцементях. **Для внутренней штукатурки** стен и перекрытий здания при относительной влажности воздуха помещений до 60 % применяют известковые, гипсовые, известково-гипсовые и цементно-известковые растворы.

**Декоративные** цветные растворы используют для заводской отделки лицевых поверхностей стеновых панелей и крупных блоков, для отделки фасадов зданий и элементов городского благоустройства, а также для штукатурок внутри общественных зданий. Декоративные растворы, применяемые для отделки железобетонных панелей, должны иметь марку не менее М150, а для отделки панелей из легких бетонов и для штукатурки фасадов зданий – не менее М50. Марка отделочных растворов по морозостойкости должна быть не менее F35; водопоглощение растворов с заполнителями из кварцевого песка – не более 8 %, а растворов с заполнителями из пород с пределом прочности ниже 40 МПа – не более 12 %.

Для приготовления декоративных растворов в качестве вяжущих применяют: портландцементы (обычный, белый и цветной) – для отделки слоистых железобетонных панелей и панелей из бетонов на легких пористых заполнителях; известь или портландцемент (обычный, белый и цветной) – для лицевой отделки панелей из силикатного бетона и для цветных штукатурок фасадов зданий; известь и гипс – для цветных штукатурок внутри зданий.

В качестве заполнителей для цветных декоративных растворов используют промытый кварцевый песок и песок, получаемый дроблением гранита, мрамора, доломита, туфа, известняка и других белых или цветных горных пород. Для придания отделочному слою блеска в состав раствора вводят до 1 % слюды или до 10 % дробленого стекла. В качестве красителей применяют стойкие к действию щелочей и света природные и искусственные пигменты (охру, сурик железный, мумию, оксид хрома, ультрамарин и др.).

Подбор состава декоративного раствора производят опытным путем. Подвижность декоративных растворов аналогична подвижности растворов для обычной штукатурки. Подвижность декоративных растворов для отделки панелей и крупных блоков устанавливают техническими условиями на изготовление этих изделий. Подвижность, водоудерживающая способность и атмосферостойкость

декоративных цветных растворов могут быть повышены введением гидрофобизирующих добавок (мылонафта) или пластифицирующей добавки СДБ. Иногда применяют сухие растворные смеси, которые на месте работ затворяют водой.

### **Специальные растворы**

К специальным относятся растворы для заполнения швов между элементами сборных железобетонных конструкций, инъекционные растворы, растворы для полов, гидроизоляционные, тампонажные, акустические и рентгенозащитные.

*Растворы для заполнения швов между элементами сборных железобетонных конструкций* готовят на портландцементе и кварцевом песке подвижностью 7–8 см. Растворы, воспринимающие расчетную нагрузку, должны иметь марку, равную прочности бетона соединяемых конструкций, а растворы, не воспринимающие расчетную нагрузку, – марку не менее М100. В тех случаях, когда в швах имеется арматура или закладные детали, растворы не должны содержать добавок, вызывающих коррозию металла, в частности хлористого кальция.

*Инъекционные растворы* представляют собой цементно-песчаные растворы или цементное тесто, применяемое для заполнения каналов предварительно напряженных конструкций. К инъекционным растворам предъявляются повышенные требования по прочности (не менее М300), водоудерживающей способности и морозостойкости. Для уменьшения вязкости раствора используют добавки СДБ или мылонафта в количестве до 0,2 % от массы цемента. Для инъекционных растворов применяют цемент марок М400 и выше.

*Гидроизоляционные растворы* готовят на цементах повышенных марок (М400 и выше) и кварцевом или искусственно полученном песке из плотных горных пород. Для устройства гидроизоляционного слоя, подвергающегося воздействию агрессивных вод, в качестве вяжущих для раствора применяют сульфатостойкий портландцемент и сульфатостойкий пуццолановый портландцемент. Ориентировочный состав растворов для гидроизоляционной штукатурки – 1:2,5 или 1:3,5. Для заделки трещин и каверн в бетоне и для устройства штукатурки по бетону или каменной кладке путем торкретирования или обычным способом используют цементные растворы с добавками полимеров или битумных эмульсий. При необходимости обеспечить водонепроницаемость швов и стыков в сооружении применяют гидроизоляционные растворы, приготовленные на водонепроницаемом расширяющемся цементе.

*Тампонажные растворы* применяют для тампонирования нефтяных скважин. Они должны обладать высокими однородностью, водостойкостью, подвижностью; сроками схватывания, соответствующими условиями нагнетания раствора в скважину; достаточной водоотдачей под давлением с образованием в трещинах и пустотах горных пород плотных водонепроницаемых тампонов; прочностью, противостоящей напору подземных вод, стойкостью в агрессивной среде. В качестве вяжущих для тампонажных растворов применяют портландцемент, при

агрессивных водах – шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент и сульфатостойкий портландцемент, а при наличии напорных вод – тампонажный портландцемент. Состав тампонажных растворов назначают в зависимости от гидрогеологических условий, типа крепи и способа ведения тампонажных работ. При проходке горных выработок с замораживанием и креплением бетоном используют цементно-песчано-суглинистые растворы с добавкой до 5 % хлористого кальция.

**Акустические растворы** применяют в качестве звукопоглощающей штукатурки для снижения уровня шумов. Их плотность – 600—1200 кг/м<sup>3</sup>. В качестве вяжущих используют портландцемент, шлакопортландцемент, известь, гипс или их смеси и каустический магнезит. Заполнителями служат однофракционные пески крупностью 3–5 мм из легких пористых материалов: пемзы, шлаков, керамзита и др. Количество вяжущего и зерновой состав заполнителя в акустических растворах должны обеспечивать открытую незамкнутую пористость раствора.

**Рентгенозащитные растворы** предназначены для штукатурки стен и потолков рентгеновских кабинетов. В качестве вяжущих используют портландцемент и шлакопортландцемент, а в качестве заполнителей – барит и другие тяжелые породы в виде песка крупностью до 1,25 мм и пыли. Для улучшения защитных свойств в рентгенозащитные растворные смеси вводят добавки, содержащие легкие элементы: водород, литий, кадмий и борсодержащие вещества.

### **Приготовление строительных растворов**

Строительные растворы по способу приготовления подразделяются на два вида: **готовые** растворные смеси необходимой подвижности и **сухие** растворные смеси, требующие перед употреблением смешивания с водой и в необходимых случаях введения специальных добавок.

Составы растворов для получения заданной марки следует подбирать любым обоснованным способом, обеспечивающим получение заданной прочности раствора к определенному сроку твердения при наименьшем расходе цемента. Дозирование вяжущих материалов производят по массе. Сухие растворные смеси с известью-пушонкой, без цемента и активных минеральных добавок можно готовить на песке с естественной влажностью, а при введении цемента или активных минеральных добавок – только с просушенным песком или добавками.

Контроль качества при проверке исходных материалов заключается в проверке их качества, дозировки и времени перемешивания. Кроме того, определяют удобство укладки и прочность раствора в определенные сроки твердения.

### **Искусственные каменные изделия на основе минеральных вяжущих**

Искусственные каменные изделия получают из растворных или бетонных смесей на основе минеральных вяжущих веществ в процессе их формования и последующего затвердевания.

Искусственные каменные изделия по виду минерального вяжущего принято разделять на следующие четыре группы: гипсовые и гипсобетонные; изделия на основе магнезиальных вяжущих; силикатные; асбестоцементные, изготавливаемые на основе портландцемента с добавкой асбеста.

### **Общие сведения о гипсовых и гипсобетонных изделиях**

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 гипсовое вяжущее, водостойкие гипсоцементно-пуццолановые смеси, а также ангидритовые цементы. В качестве заполнителей в гипсобетоне используют естественные материалы – песок, пемзу, туф, топливные и металлургические шлаки, а также легкие пористые заполнители промышленного изготовления – шлаковую пемзу, керамзитовый гравий, аглопорит и др. Органическими заполнителями (их называют еще наполнителями) являются древесные опилки, стружка или шерсть, бумажная макулатура, стебли и волокно камыша, льняная костра и др.

Для получения высокопористых теплоизоляционных гипсовых изделий – газогипса – в состав гипсовой массы вводят газообразующие добавки: разбавленную серную кислоту и углекислые соли, едкий натр и пероксид водорода, при взаимодействии которых с гипсом выделяется газ, вспучивающий гипсовую массу.

Наряду с рядом положительных технических свойств гипс обладает значительной хрупкостью, поэтому **для повышения прочности** гипсовых изделий (особенно тонкостенных) применяют армирующие материалы (волоконистые), вводимые в состав формовочной массы или являющихся частями конструкции самого изделия. Так, в гипсокартонных листах в качестве арматуры выступает картонная оболочка, в прокатных перегородочных гипсобетонных панелях – деревянные рейки. Роль арматуры могут также выполнять металлические стержни, проволока или сетка, однако следует иметь в виду, что стальная арматура в гипсовых изделиях подвергается коррозии, поэтому ее нельзя применять без защитного слоя. В качестве арматуры могут также использоваться органические волокна, равномерно распределенные в самой формовочной массе.

**По назначению** гипсовые и гипсобетонные изделия делят на: панели и плиты перегородочные; листы обшивочные; плиты теплоизоляционные; камни для наружных стен; изделия для перекрытий; изделия огнезащитные; архитектурные детали. Изделия из гипса могут быть сплошными и пустотелыми, армированными и неармированными.

Гипсовые изделия имеют ряд ценных качеств: сравнительно небольшая плотность, несгораемость, хорошая звукоизоляция и т. д. К числу их недостатков следует отнести значительное понижение прочности при увлажнении, высокую ползучесть под нагрузкой.

Изделия на основе гипса допускается применять в условиях, исключая систематическое увлажнение, и в помещениях с относительной влажностью воздуха



не более 60 %. **Для повышения влаго- и водостойкости** изделия покрывают водонепроницаемыми защитными красками или пастами (масляными, казеиновыми), а также применяют добавки к гипсу молотого доменного гранулированного шлака и пуццоланового портландцемента. В последнем случае получают довольно водостойкие гипсовые изделия на вяжущем, называемом гипсоцементно-пуццолановым.

Гипсовые и гипсобетонные изделия формуют различными способами – литьем, вибрированием, прессованием, прокатом – в процессе которых изделия быстро приобретают значительную прочность. Технологический процесс производства изделий из гипсовых или гипсобетонных смесей состоит из следующих операций: дозирование всех компонентов формовочной массы (вяжущего, заполнителей, воды и материалов, регулирующих сроки схватывания гипса); приготовление растворной и бетонной смеси; формование изделий; затверждение – сушки до воздушно-сухого состояния.

К гипсовым крупноразмерным изделиям относятся перегородочные плиты и панели, изготавливаемые из гипсобетонных и гипсоволокнистых масс, панели для санитарных узлов и кабин, получаемые на основе водостойкого гипсоцементно-пуццоланового вяжущего, плиты для настила полов под линолеум, вентиляционные блоки и другие изделия.

### **Гипсобетонные панели для перегородок**

Гипсобетонные панели применяют для устройства не несущих перегородок в жилых, общественных и производственных зданиях с относительной влажностью воздуха не более 60 %. Для жилищного строительства панели изготавливают как сплошными, так и с проемами для дверей и фрамуг размером «на комнату» высотой до 3 м и длиной 6 м, толщиной 80 и 100 мм. Прочность панелей при сжатии гипсобетона должна быть не менее 3,5 МПа, влажность в поверхностных слоях на глубине до 2 см – не более 8 %. При изготовлении перегородочных панелей предъявляются в основном требования по звукоизоляции и прочности. Этим требованиям удовлетворяет гипсобетон плотностью 1250–1400 кг/м<sup>3</sup>, получаемый при равных соотношениях по объему гипса, песка и опилок. Заполнителями могут служить также шлак, зола, сечка, солома, камыш.

Панели из гипсобетона производят методом непрерывного формования на прокатных станах и в кассетах.

### **Гипсовые вентиляционные блоки**

Гипсовые вентиляционные блоки для жилищного строительства изготавливают на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем размером «на этаж». Блоки устраивают со сквозными круглыми пустотами диаметром 140 мм, толщиной стенок 20 мм.

Сухие компоненты смеси дозируют объемными дозаторами и с помощью ленточных питателей подают в сборную воронку, а оттуда – в горизонтальный растворосмеситель непрерывного действия. Смесь тщательно перемешивают, вода

поступает через форсунки. Приготовленную до заданной консистенции массу направляют в подготовленную форму с пустотообразователями – пуансонами. Форма заполняется гипсобетоном в процессе ее перемещения и проходит под ленточным транспортером, при этом поверхность блока выравнивается. Для более легкого извлечения пуансонов из блока их протачивают на конус и смазывают петролатумом или парафином, разбавленным соляровым маслом. Отформованные блоки устанавливают на кассетную сушильную вагонетку и выдерживают в течение 3–4 ч в нормальных условиях (до полной гидратации вяжущего), а затем отправляют в туннельные сушилки на 12–13 ч с температурой поступающих газов до 120 °С. Высушенные изделия отправляют на склад готовой продукции.

Для приготовления гипсобетона для вентиляционных блоков применяют гипсовое вяжущее прочностью 12–13 МПа, полученное в гипсоварочных котлах с добавкой поваренной соли.

### **Изделия на основе извести**

Использование извести для получения прочных и водостойких искусственных каменных изделий долгое время не находило применения, так как в естественных условиях этот материал твердеет очень медленно, изделия на его основе имеют небольшую прочность (1–2 МПа) и легко размокают при действии воды.

Механизм превращения известково-песчаной смеси из легко-размокающего и малопрочного материала в прочный и водостойкий камень заключается в следующем. При естественных условиях песок в известково-песчаных смесях инертен и не способен химически взаимодействовать с известью. Приобретение прочности известково-песчаными растворами в естественных условиях достигается главным образом за счет твердения извести. Однако в среде насыщенного пара (100 % влажности) и температуре 170 °С и выше кремнезем приобретает химическую активность и начинает быстро взаимодействовать с известью. Из известково-песчаных смесей делают крупноразмерные изделия для сборного строительства – блоки и панели для стен и перекрытий, а также штучные изделия – силикатный кирпич и камни для стен. Изготовление силикатных блоков и панелей аналогично производству железобетонных изделий.

### **Силикатный кирпич**

Силикатный кирпич по своей форме, размерам и основному назначению практически не отличается от керамического кирпича. Материалами для изготовления силикатного кирпича являются воздушная известь и кварцевый песок. Известь применяют в виде молотой негашеной, частично загашенной или гашеной гидратной, она должна характеризоваться быстрым гашением и не должна содержать более 5 % MgO. Пережог замедляет скорость гашения извести и даже вызывает появление в изделиях трещин, вспучиваний и других дефектов, поэтому для производства автоклавных силикатных изделий она не должна содержать пережога. Кварцевый песок в производстве силикатных изделий применяют немолотый или в виде смеси немолотого и тонкомолотого, а также грубомолотого с содержанием кремнезема не менее 70 %. Наличие примесей в песке отрицательно

влияет на качество изделий: слюда понижает прочность, и ее содержание в песке не должно превышать 0,5 %; органические примеси вызывают вспучивание и также понижают прочность содержание в песке сернистых примесей ограничивается до 1 % в пересчете на  $SO_3$ . Равномерно распределенные глинистые примеси допускаются в количестве не более 10 %; при умеренном содержании они даже несколько улучшают удобство укладки смеси. Однако крупные включения глины в песке не допускаются, так как снижают качество изделий. Состав известково-песчаной смеси для изготовления силикатного кирпича следующий: 92–95 % чистого кварцевого песка, 5–8 % воздушной извести и примерно 7 % воды.

**Производство силикатного кирпича** ведут двумя методами – барабанным и силосным – отличающимися способом приготовления известково-песчаной смеси.

**При барабанном способе** песок и тонкомолотая негашеная известь, получаемая измельчением в шаровой мельнице комовой извести, поступают в отдельные бункеры над гасильным барабаном. Из бункеров песок, дозируемый по объему, а известь – по массе, периодически загружаются в гасильный барабан. Последний герметически закрывают и в течение 3–5 мин производят перемешивание сухих материалов. При подаче пара под давлением 0,15–0,2 МПа происходит гашение извести при непрерывно вращающемся барабане. Процесс гашения извести длится до 40 минут.

**При силосном способе** предварительно перемешанную и увлажненную массу направляют для гашения в силосы. Гашение в силосах происходит 7–12 ч, т. е. в 10–15 раз дольше, чем в барабанах, что является существенным недостатком силосного способа. Хорошо загашенную в барабане или силосе известковопесчаную массу подают в лопастный смеситель или на бегуны для дополнительного увлажнения и перемешивания и далее на прессование. Прессование кирпича производят на механических прессах под давлением до 15–20 МПа, обеспечивающим получение плотного и прочного кирпича. Отформованный сырец укладывают на вагонетку, на которой полуфабрикат направляют в автоклав для твердения.

Автоклав представляет собой стальной цилиндр диаметром 2 м и более, длиной до 20 м, с торцов герметически закрывающийся крышками. С повышением температуры ускоряется реакция между известью и песком, и при температуре 174 °С она протекает в течение 8–10 ч. Быстрое твердение происходит не только при высокой температуре, но и высокой влажности, для чего в автоклав пускают пар давлением до 0,8 МПа и это давление выдерживают 6–8 ч. Давление пара поднимают и снижают в течение 1,5 часа.

Под действием высокой температуры и влажности происходит химическая реакция между известью и кремнеземом. Образующиеся в результате реакции гидросиликаты срастаются с зернами песка в прочный камень. Однако твердение силикатного кирпича на этом не прекращается, а продолжается после запаривания. Часть извести, вступившей в химическое взаимодействие с кремнеземом песка, реагирует с углекислотой воздуха, образуя прочный углекислый кальций по реакции  $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$ .

Силикатный кирпич выпускают размером 250х120х65 мм, марок 75, 100, 125, 150, 200, 250 и 300, водопоглощением 8—16 %, теплопроводностью 0,70—0,75 Вт/м град, плотностью свыше 1650 кг/м<sup>3</sup> – несколько выше, чем плотность керамического кирпича; морозостойкостью F15. Теплоизоляционные качества стен из силикатного и керамического кирпича практически одинаковы.

Применяют силикатный кирпич примерно для тех же целей, что и керамический, но с некоторыми ограничениями. Силикатный кирпич нельзя применять для кладки фундаментов и цоколей, так как он менее водостоек, а также для кладки печей и дымовых труб, так как при длительном воздействии высокой температуры происходит дегидратация гидросиликата кальция и гидрата оксида кальция, которые связывают зерна песка, и кирпич разрушается.

С другой стороны, по технико-экономическим показателям во многом силикатный кирпич превосходит керамический. На его производство требуется в 2 раза меньше топлива, в 3 раза меньше электроэнергии, в 2,5 раза меньше трудоемкости производства; в конечном итоге себестоимость силикатного кирпича оказывается на 25–35 % ниже, чем керамического.

### **Известково-шлаковый и известково-зольный кирпич**

Известково-шлаковый и известково-зольный кирпичи являются разновидностью силикатного кирпича, однако отличаются от него меньшей плотностью и лучшими теплоизоляционными свойствами, так как в них тяжелый кварцевый песок заменен, соответственно, пористым легким шлаком и золой. Для приготовления известково-шлакового кирпича берут 3—12 % извести и 88–97 % шлака, а для известково-зольного – 20–25 % извести и 75–80 % золы. Так же как и шлак, зола является дешевым сырьевым материалом, образующимся при сжигании каменного, бурого угля и другого топлива в котельных ТЭЦ, ГРЭС и т. д. Использование шлаков и зол экономически выгодно, так как оно расширяет сырьевую базу силикатных и других строительных материалов и снижает их стоимость.

Производство известково-шлакового и известково-зольного кирпича аналогично технологической схеме производства силикатного кирпича. Шлаковый и зольный кирпич выпускают размером 250х120х140 мм и больше, марками по прочности при сжатии 25, 50 и 75, морозостойкостью такой же, как и у силикатного кирпича, плотностью 1400–1600 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводностью 0,5–0,6 Вт/м град.

Применяют известково-шлаковый и известково-зольный кирпич для возведения кладки стен зданий малой этажности (до трех этажей), а также для кладки стен верхних этажей многоэтажных зданий.

### **Крупноразмерные изделия из силикатного бетона**

Силикатным бетоном называют затвердевшую в автоклаве уплотненную смесь, состоящую из кварцевого песка (70–80 %), молотого песка (8—15 %) и молотой негашеной извести (6—10 %).

Силикатные бетоны, как и цементные, могут быть тяжелыми (заполнители плотные – песок и щебень или песчано-гравийная смесь), легкими (заполнители пористые – керамзит, вспученный перлит, аглопорит и др.) и ячеистыми (заполнителем служат пузырьки воздуха, равномерно распределенные в объеме изделия). Вяжущим в силикатном бетоне является тонкомолотая известково-кремнеземистая смесь – известково-кремнеземистое вяжущее, способное при затворении водой в процессе тепловлажностной обработки в автоклаве образовывать высокопрочный искусственный камень.

В качестве кремнеземистого компонента применяют молотый кварцевый песок, металлургические (главным образом доменные) шлаки, золы ТЭЦ. Кремнеземистый компонент (тонкомолотый песок) оказывает большое влияние на свойства силикатных бетонов. Так, с возрастанием дисперсности частиц молотого песка повышаются прочность, морозостойкость и другие свойства силикатных материалов.

С увеличением тонкости помола песка повышается относительное содержание оксида кальция в смеси вяжущего до тех пор, пока содержание активного СаО обеспечивает возможность связывания его во время автоклавной обработки имеющимся песком в низкоосновные гидросиликаты кальция.

Наибольшее практическое распространение получили **тяжелые мелкозернистые бетоны** плотностью 1800–2500 кг/м<sup>3</sup> и прочностью 15, 20, 25, 30 и 40 МПа. При увеличении дисперсности и количества тонкомолотого кварцевого песка в смеси известково-кремнеземистого вяжущего, сильном уплотнении и соответствующем режиме автоклавной обработки можно получить силикатный бетон прочностью до 80 МПа.

Прочность силикатного бетона при сжатии, изгибе и растяжении, составление деформации, сцепление с арматурой обеспечивают одинаковую несущую способность конструкций из силикатного и цементного бетона при одинаковых их размерах и степени армирования. Поэтому силикатный бетон можно использовать для армированных и предварительно напряженных конструкций, что ставит его в один ряд с цементным бетоном.

Из плотных силикатных бетонов изготавливают несущие конструкции для жилищного, промышленного и сельского строительства: панели внутренних стен и перекрытий, лестничные марши и площадки, балки, прогоны и колонны, карнизные плиты и т. д. В последнее время тяжелые силикатные бетоны применяют для изготовления таких высокопрочных изделий, как прессованный безасбестовый шифер, напряженно-армированные силикатобетонные железнодорожные шпалы, армированные силикатобетонные тубинги для отделки туннелей метро и для шахтного строительства (бетон прочностью 60 МПа и более).

Коррозия арматуры в силикатном бетоне зависит от плотности бетона и условий службы конструкций; при нормальном режиме эксплуатации сооружений арматура в плотном силикатном бетоне не корродирует. При влажном и переменном режимах

эксплуатации в конструкциях из плотного силикатного бетона арматуру необходимо защищать антикоррозионными обмазками.

**Силикатный бетон на пористых заполнителях** — сравнительно новый вид легкого бетона. Твердение его происходит в автоклавах. Вяжущие для этих бетонов применяют те же, что и для плотных силикатных бетонов, а заполнителями служат пористые заполнители: керамзит, вспученный перлит, аглопорит, шлаковая пемза и другие пористые материалы в виде гравия и щебня. Из силикатного бетона изготавливают крупные стеновые блоки внутренних несущих стен панели перекрытий и несущих перегородок, ступени, плиты, балки. Элементы, работающие на изгиб, армируют стержнями и сетками.

Технология изготовления силикатобетонных изделий состоит из следующих основных операций:

добычи песка и отделения крупных фракций; добычи и обжига известняка (если известь производят на силикатном заводе), дробления извести;

приготовления известково-песчаного вяжущего путем дозирования извести, песка и гипса и помола их в шаровых мельницах;

приготовления силикатобетонной смеси путем смешивания немолотого песка с тонкомолотой известково-песчаной смесью и водой в бетоносмесителях с принудительным перемешиванием;

формования изделий и их выдерживания; твердения отформованных изделий в автоклавах при температуре 174–200 °С и давлении насыщенного пара до 0,8–1,5 МПа. Для получения плотных силикатных изделий применяют известь с удельной поверхностью 4000–5000 см<sup>2</sup>/г, а песок – 2000–2500 см<sup>2</sup>/г.

Изделия на основе молотой негашеной извести можно получить повышенной прочности и морозостойкости. Для этой цели регулируют сроки гидратации извести путем введения гипса, поверхностно-активных веществ и т. д. Молотую негашеную известь целесообразно применять для изделий, изготовленных на пластичной бетонной смеси. В таких свежесформованных изделиях гашение молотой извести не вызывает образования трещин, а увеличение объема способствует большему уплотнению изделия. Кроме того, при последующей гидратации негашеной извести гидрат оксида кальция, образующийся в уже отформованных изделиях, более активно взаимодействует с кремнеземом, чем тот же гидрат, ранее образовавшийся в гашеной извести. В очень уплотненных прессованием изделиях из жестких смесей гашение молотой негашеной извести может привести к образованию трещин, поэтому с увеличением степени уплотнения целесообразно проводить частичное гашение извести путем совместного ее помола с влажным песком или предварительное выдерживание известково-песчаной смеси, как это предусматривается при производстве силикатного кирпича.

### **Ячеистые силикатные изделия**

Ячеистые силикатные изделия отличаются малой плотностью и низкой теплопроводностью. Они бывают двух видов: пеносиликатные и газосиликатные. **Пеносиликатные изделия** изготовляют из смеси извести (до 25 %) и молотого песка (иногда берут определенную часть немолотого песка). Молотый песок можно заменить измельченным шлаком или золой. Производство пеносиликатных изделий отличается от производства других известково-песчаных смесей добавкой пенообразователя: клееканифольного, состоящего из костного или мездрового клея, канифоли, едкого натра и воды. В **газосиликатных изделиях** образование ячеистой структуры происходит при введении в приготовленную смесь алюминиевой пудры.

Технологическая схема производства ячеистых силикатных пеноблоков состоит из следующих основных операций: приготовления известково-песчаного вяжущего совместным помолом извести и части песка (количество песка берут в пределах 20–50 % от массы извести); измельчения песка по сухому или мокрому способу; приготовления пено- или газобетонной массы; формования изделия. Приготовленную массу заливают в металлические формы с уложенными арматурными каркасами и закладными деталями. В формах газосиликатная масса вспучивается, образуя горбушку, которая затем срезается. В настоящее время на заводах ячеистого бетона все большее применение получает комплексная виброрезательная технология, которая позволяет управлять процессами структурообразования. Она имеет ряд технико-экономических преимуществ по сравнению с литьевой технологией: сокращается цикл приготовления смеси, улучшаются свойства ячеистых бетонов, снижается влажность готовых изделий.

Изделия из ячеистых бетонов изготовляют армированными и неармированными. В армированных силикатных бетонах стальная арматура, а также закладные детали больше подвержены коррозии, чем в цементных бетонах. Поэтому стальную арматуру в ячеистых изделиях покрывают цементно-казеиновыми, полимерцементными составами, а также применяют металлизацию арматурной стали.

Ячеистые силикатные бетоны делят на **теплоизоляционные**, имеющие плотность до 500 кг/м<sup>3</sup> и прочность при сжатии до 25 МПа, **конструктивно-теплоизоляционные** плотностью 500–800 кг/м<sup>3</sup> и прочностью при сжатии 2,5–7,5 МПа и **конструктивные** плотностью выше 850 кг/м<sup>3</sup> и прочностью 7,5–15,0 МПа. Изделия из ячеистого силикатного бетона достаточно морозостойки.

Применяют ячеистые силикатные изделия для возведения наружных стен зданий, перегородок, а также для покрытий промышленных зданий.

### **Асбестоцементные изделия**

Асбестоцементом называют искусственный каменный материал, получаемый в результате затвердения смеси, состоящей из цемента, воды и асбеста, который в асбестоцементе армирует цементный камень, обеспечивая высокую прочность изделий при растяжении и сгибе. Асбестом называют группу минералов, имеющих волокнистое строение и при механическом воздействии способных распадаться на тончайшие волокна.

Асбестоцемент – композиционный материал. Тонкие волокна асбеста, равномерно пронизывая массу гидратированного цемента, повышают его сопротивление растяжению. Цементный камень играет роль матрицы. Введение арматуры в матрицу приводит к получению нового материала, основные механические свойства которого отличаются от свойств матрицы и арматуры, взятых отдельно.

Асбестоцемент имеет высокую механическую прочность при изгибе, небольшую плотность, малую тепло- и электропроводность, стойкость против выщелачивания минерализованными водами, высокую огнестойкость, водонепроницаемость и морозостойкость. Недостатками асбестоцемента являются пониженная прочность при насыщении водой, хрупкость и коробление при изменении влажности.

### **Общие сведения и классификация асбестоцементных изделий**

Основным сырьем для производства асбестоцементных изделий являются хризотил-асбест и портландцемент. В зависимости от вида изделий, а также качества используемого асбеста содержание его в изделиях составляет 10–20 %, а портландцемента, соответственно, 80–90 %.

При производстве цветных асбестоцементных изделий наряду с асбестом и цементом применяют красители, а также цветные лаки, эмали и смолы. Для снижения утечки газа внутренние поверхности асбестоцементных газопроводных труб покрывают смолами.

Ныне промышленность производит несколько десятков видов асбестоцементных изделий: листы, трубы, панели и плиты, фасонные детали. Они различаются по форме, размерам, виду отделки, способу изготовления и назначению.

Широкое применение для промышленного, жилищного, гражданского и сельского строительства получили асбестоцементные **кровельные изделия**. В промышленном строительстве применяют кровельные изделия для неутепленных и утепленных покрытий. Для неутепленных покрытий в горячих цехах и неотапливаемых складских зданиях используют волнистые и полуволнистые большеразмерные листы с фасонными деталями. Для утепленных покрытий применяют полые и лотковые плиты. Полые плиты представляют собой два профилированных асбестоцементных листа, соединенных алюминиевыми заклепками и имеющих внутри прокладку из минеральной ваты. Лотковые плиты – это асбестоцементные лотки, заполненные теплоизоляционным материалом. Волнистые листы периодического профиля применяют для устройства стеновых ограждений здания различного назначения.

**Листы асбестоцементные волнистые** унифицированного **профиля УВ-7,5** чаще всего используют для устройства бесчердачных, а также утепленных кровель и стеновых ограждений промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений. Эти листы производят длиной 1750, 2000 и 2500 мм, шириной 1125 мм и толщиной 7,5 мм. Они обладают высокой прочностью при изгибе не менее 20 МПа, и плотностью не менее 1700 кг/м<sup>3</sup> и морозостойкостью F50. Такие листы изготавливают на автоматизированных линиях беспрокладочным способом.



Листы асбестоцементные волнистые унифицированного **профиля УВ-6** выпускают длиной 1750, 2000 и 2500 мм, шириной 1125 мм и толщиной 6 мм, с шагом волны 200 мм и высотой рядовой волны 54 мм, пределом прочности при изгибе не менее 18 МПа, плотностью 1700 кг/м<sup>3</sup> и морозостойкостью не менее F25. **Листы УВ-6-1750** применяют для чердачных кровель жилых и общественных зданий, **листы УВ-6-2000** — для свесов чердачных кровель и стеновых ограждений производственных зданий и **УВ-6-2500** — для стеновых ограждений зданий и сооружений.

Листы асбестоцементные волнистого **профиля СВ-40** используют для кровельных покрытий в массовом жилищном строительстве, а также для стеновых ограждающих конструкций промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений. Их выпускают длиной 1750 и 2500 мм, шириной 1130 мм и толщиной 5 и 6 мм, с шагом волны 150 мм и высотой 40 мм.

**Плиты асбестоцементные облицовочные с покрытием из полиэфирного асбестопластика** применяют для внутренней облицовки зданий. Они отличаются своеобразной декоративной поверхностью, которую нельзя получить обычными методами окраски и офактуривания. Покрытие асбестоцементных плит асбестопластиками увеличивает их ударную вязкость и уменьшает водопоглощаемость. Двустороннее покрытие асбестопластиковыми пленками примерно на 30 % увеличивает механическую прочность облицовочных плит при изгибе. Поверхность облицовочных плит может быть глянцевой или матовой; в зависимости от состава пигментов и способа нанесения покрытия – однотонной или мраморовидной, различных оттенков и самого разнообразного рисунка.

**Плиты асбестоцементные плоские облицовочные** предназначены для облицовки стен вестибюлей станций метро, магазинов, а также для изготовления отделочных архитектурных деталей и других элементов зданий. Их производят как обычными серыми, так и окрашенными эмалями, с рельефным рисунком. Для окраски применяют перхлорвиниловые, кремнийорганические, вод-о-эмульсионные и другие эмали, фасадные краски и лаки. Окраска плит должна производиться в специальных цехах пульверизационным, наливным или электростатическим способами. По способу производства плиты изготовляют **прессованными** и **непрессованными**.

**Листы асбестоцементные плоские** применяют для производства стеновых панелей, плит покрытий, сантехкабин, перегородок, устройства транспортных галерей, вентиляционных шахт, подвесных потолков, для внутренней и наружной облицовки жилых и общественных зданий. Листы прессованные и непрессованные могут выпускаться гладкими и тиснеными, в зависимости от назначения – обрезаемыми и необрезаемыми.

Асбестоцементные стеновые изделия выпускают для наружной и внутренней облицовки стен, как стеновые панели и перегородки. Для наружной облицовки стен применяют серые и цветные тисненные изделия, цветные прессованные плитки; для внутренней облицовки используют листы, в которых лицевая сторона окрашена водонепроницаемыми цветными эмалями и лаками.

**Плиты асбестоцементные стеновые унифицированные** представляют собой легкую трехслойную конструкцию с креплением фасадных асбестоцементных цветных листов к деревянному каркасу алюминиевыми раскладками, а к внутренней асбестоцементной обшивке из серых листов – шурупами «впотай»; в качестве утеплителя применяют стекловатные плиты. Стеновые панели производят длиной до 6000 мм, шириной 3300 мм и толщиной 140–170 мм.

**Трубы асбестоцементные** подразделяются на напорные, безнапорные и вентиляционные; применяют их для сетей водопровода и тепловых сетей, нефте- и газопровода. В настоящее время отечественная промышленность производит асбестоцементные трубы с газонепроницаемыми покрытиями из полимерных материалов. Эти трубы являются наиболее экономичными и достаточно надежными заменителями стальных труб. Асбестоцементные трубы с полимерными покрытиями обладают высокой водо-, бензо- и маслостойкостью, достаточной механической прочностью, хорошей адгезией к асбестоцементу. Водопроводные асбестоцементные трубы по максимальному рабочему давлению подразделяются на классы: до 0,6 МПа – класс ВТ6, до 0,9 МПа – класс ВТ9, до 1,2 МПа – класс ВТ12, до 1,5 МПа – класс ВТ15, до 1,8 МПа – класс ВТ18. Трубы газопроводные по максимальному рабочему давлению подразделяются на марки: ГАЗ-НД – для газопроводов низкого давления (до 0,005 МПа), ГАЗ-СД – среднего давления (до 0,3 МПа).

**Короба асбестоцементные прямоугольного сечения** предназначены для устройства вентиляции воздуха производственных вспомогательных и бытовых помещений, промышленных, жилых и гражданских зданий. Короба бесшовные без раструбов изготавливают из тонкостенных труб специальной навивки, свежесформованными на трубоформовочных машинах. Для придания свежесформованной трубе прямоугольной формы в нее вставляют деревянный сердечник, состоящий из трех частей клиновидной формы. Затем короба укладывают штабелем и выдерживают 1–2 дня, после чего сердечники вынимают, а короба складывают для дальнейшего затвердевания. Короба изготавливают длиной 4000 мм с внутренним сечением 150х300, 200х200, 200х300 мм и толщиной стенок 9 мм. Такие короба имеют высокую прочность, предел прочности при изгибе не менее 16 МПа, плотность – 1600 кг/м<sup>3</sup>.

**Доски асбестоцементные электротехнические дугостойкие (АЦЭИД)** служат для изготовления деталей, панелей, щитов и оснований электрических аппаратов и машин, подвергающихся действию высоких температур и электрического разряда. Асбестоцементные накаты (заготовки) для АЦЭИД изготавливают на листоформовочных машинах и разрезают на форматы установленной длины, ширины и толщины. Форматы укладывают на металлические прокладки и прессуют при давлении до 20 МПа. После этого доски на прокладках твердеют 10–16 ч, затем их отделяют от прокладок, обрезают и складывают.

Из асбестоцемента также производят специальные асбестоцементные изделия. К ним относятся крупногабаритные фигурные листы, применяемые для сводчатых покрытий, градилен, зерносушилок и пр.

## Материалы для производства асбестоцементных изделий

В качестве вяжущего для производства асбестоцементных изделий применяют портландцемент. Он должен быстро гидратироваться, но сравнительно медленно схватываться. Для перехода полуфабриката в готовую продукцию нарастание прочности изделия должно происходить достаточно быстро.

Схватывание и твердение цемента осуществляется в специфичных условиях. Начальная гидратация протекает при очень большом водоцементном отношении. В процессе отсоса жидкой фазы происходит фильтрование части новообразований и мелких зерен клинкера и, кроме того, физико-химическое воздействие асбеста на процессы твердения цемента в композиции. Для производства асбестоцементных изделий используют специальный портландцемент с удельной поверхностью 2200–3200 см<sup>2</sup>/г. Количество добавок в цементе устанавливают в зависимости от целей, но не более 3 % (за исключением гипса). Гипс добавляют для регулирования сроков схватывания в количестве не менее 1,5 % и не более 3,5 % от массы цемента, считая на SO<sub>3</sub>.

По минералогическому составу портландцемент должен быть алитовым (с содержанием трехкальциевого силиката не менее 52 %), обеспечивающим высокую производительность формовочных машин и интенсивное нарастание прочности асбестоцемента. Содержание трехкальциевого алюмината ограничивается, так как он дает малую прочность асбестоцементных изделий и низкую морозостойкость; содержание свободного оксида кальция в цементе не должно превышать 1 %, а оксида магния – 5 %. Формование асбестоцементных изделий продолжается дольше, чем изделий из бетона. В связи с этим начало схватывания у цемента для асбестоцементных изделий должно наступать несколько позже, чем у обычного портландцемента, – не ранее 1,5 ч с момента затворения водой, а конец – не позднее 10 ч после начала затворения.

Качество асбестоцементных изделий во многом зависит от качества асбеста и тонкости помола цемента и характеризуется следующими показателями: текстурой (степень распушенности волокон), средней длиной волокна, эластичностью, влажностью, степенью засоренности пылью. Наибольшее влияние на качество таких изделий оказывает длина волокон асбеста, поэтому она является основным признаком, по которому асбест делят на сорта и марки. В зависимости от длины волокон установлено восемь сортов хризотил-асбеста, который, как уже упоминалось, используется для производства асбестоцементных изделий. Асбест с наиболее длинными волокнами (более 18 мм) относят к 0-му и 1-му сортам, а с наиболее короткими (менее 1 мм) – к 7-му сорту. Для производства асбестоцементных изделий применяют 3, 4, 5 и 6-й сорта с длиной волокон от 10 мм и менее до нескольких сотых миллиметров.

Вода в производстве асбестоцементных изделий необходима для приготовления асбестоцементной смеси и промывки сукон и сетчатых цилиндров формовочной машины. Она не должна содержать глинистых примесей, органических веществ и минеральных солей. Глинистые частицы, осаждаясь на поверхности асбестовых

волокон, уменьшают их сцепление с цементом, затрудняют фильтрацию асбестоцементной суспензии и снижают механическую прочность изделий. Органические примеси замедляют гидратацию вяжущего.

Для окраски стеновых плиток и листов используют краски. Применяют также цветные цементы или минеральные щелочестойкие пигменты, обладающие высокой красящей способностью, свето- и атмосфероустойчивостью и не взаимодействующие с продуктами гидратации цемента: редоксайд (искусственный железоксидный), сурик железный, природная мумия, охра, оксид хрома, ультрамарин, пероксид марганца и др. Листы, предназначенные для облицовки стен и панелей санитарных узлов и кухонь, покрывают водонепроницаемыми эмалями и лаками, полученными на основе полимеров (глифталевых, перхлорвиниловых, нитроцеллюлозных).

### Производство асбестоцементных изделий

В настоящее время существует три способа производства асбестоцементных изделий: **мокрый способ** — из асбестоцементной суспензии, **полусухой** — из асбестоцементной массы и **сухой** — из сухой асбестоцементной смеси. Наиболее широкое распространение получил мокрый способ, а два других применяют только в опытных установках.

Технологическая схема производства асбестоцементных изделий мокрым способом состоит из следующих основных процессов: складирования и хранения основных материалов; составления смеси асбеста из нескольких сортов и марок, распушки смеси асбеста, приготовления асбестоцементной массы, ее силосования (складирования), формования асбестоцементных изделий (облицовочные листы и кровельные плитки дополнительно прессуются), предварительного твердения отформованных изделий, механической обработки изделий, твердения изделий, складирования.

### Цветные асбестоцементные изделия

Асбестоцементная промышленность выпускает следующие основные виды окрашенных изделий: цветные листы, отформованные из цветной асбестоцементной суспензии; листы с цветной лицевой поверхностью, получаемой при формовании на листоформовочной машине; офактуренные листы и плиты, лицевая поверхность которых покрыта цветными эмалями. При окраске изделий по всей толщине применяют цветной портландцемент заводского изготовления или пигмент, который загружают в аппарат одновременно с цементом. Следует отметить, что окрашенные пигментом изделия имеют высокую стоимость (из-за большого расхода красителя), пониженную механическую прочность и уступают в декоративном отношении изделиям, изготовленным на цветном цементе.

Для производства листов с цветной лицевой поверхностью используют окраску в процессе формования. Для нанесения на лицевую поверхность листов цветного слоя асбестоцемента на листоформовочной машине устанавливают дополнительно

сетчатый цилиндр, в ванне которого находится окрашенная асбестоцементная суспензия, или на первичный слой асбестоцемента посыпают цветной цемент, перед тем как слой подходит в вакуум-коробке (посыпной метод). Этим методом получить интенсивно окрашенную поверхность не удастся, так как через тонкий цветной слой просвечивает серая основная масса листа. Его применяют только для плоских листов, так как при изгибе на цветном неармированном волокнами асбеста слое образуется сеть мельчайших трещин. У плоских же листов получается интенсивно окрашенная лицевая поверхность. Нанесение покрасочного слоя можно также произвести с помощью пульверизатора или офактуриванием – прокаткой на валках, на поверхности одного из которых выгравирован рисунок.

Для предохранения облицовочных листов от коробления окрашивание их лицевой поверхности производят красками или цветными эмалями. Эти листы должны подвергаться прессованию и иметь гладкую ровную поверхность. Окрашивают листы через

3—4 недели после формования. При влажности более 7 % их подсушивают при температуре 50–60 °С. Лицевую поверхность предварительно покрывают глифталевой грунтовкой, а затем окрашивают нитроэмалями, перхлорвиниловой и другими эмалями. Для более высокой стойкости облицовочных листов от коробления при увлажнении их тыльную сторону также покрывают грунтовкой. Температуростойкость эмалей невысока (70 °С), но все они водонепроницаемы и щелочестойки. Применяют асбестоцементные листы, покрытые эмалями, для облицовки стен кухонь, санитарных узлов, вестибюлей магазинов и т. д.

### **Основные свойства асбестоцементных изделий**

Свойства асбестоцементных изделий определяются следующими факторами: качеством цемента, маркой асбеста, их количественным соотношением по массе, степенью распушки асбеста, расположением волокон асбеста в изделии, степенью уплотнения массы, условиями и продолжительностью твердения, а также влажностью асбестоцемента. Асбестоцементные изделия обладают высокой сопротивляемостью разрыву, изгибу и сжатию.

Асбестоцементные непрессованные изделия имеют предел прочности при растяжении 10–17 МПа, при изгибе – 16–27 МПа, а прессованные асбестоцементные изделия имеют предел прочности при растяжении 20–25 МПа, а при изгибе – 27–42 МПа.

С течением времени механическая прочность и плотность изделий возрастают. Асбестоцемент легко пилится, сверлится и шлифуется. Изделия из него обладают высокой морозостойкостью и водонепроницаемостью, под влиянием влаги не корродируют, поэтому могут применяться без окраски. По сравнению со сталью и чугуном они имеют в несколько раз меньше теплопроводность и (в 3,5–4 раза) плотность. Асбестоцемент обладает высокими электроизоляционными свойствами. Асбестоцементные трубы почти непроницаемы при транспортировании газа,

особенно если газопровод проложен во влажных грунтах. Недостатками асбестоцементных изделий являются малое сопротивление удару и коробление.

### Органические вяжущие и материалы на их основе

**Битумные и дегтевые вяжущие материалы** представляют собой сложные смеси высокомолекулярных углеводородов и их неметаллических производных (соединений углеводородов с серой, кислородом, азотом), изменяющие свои физико-механические свойства в зависимости от температуры.

Битумные и дегтевые вяжущие делят на следующие группы: **битумные**, состоящие из нефтяных битумов или сплавов нефтяных и природных битумов; **дегтевые** — смесь каменноугольных и сланцевых дегтей или сплавов с дегтевыми маслами; **гудрокамовые**, состоящие из продуктов совместного окисления каменноугольных масел и нефтяного гудрона; **дегтебитумно-полимерные**, содержащие нефтяные битумы или каменноугольные дегтевые вещества и полимеры (включая каучук).

К положительным свойствам битумов и дегтей относятся гидрофобность, водонепроницаемость, стойкость против действия кислот, щелочей, агрессивных жидкостей и газов, способность прочно сцепляться с каменными материалами, деревом, металлом, приобретать пластичность при нагревании и быстро увеличивать вязкость при остывании.

Битумные и дегтевые вяжущие в промышленности строительных материалов и строительстве предназначаются для приготовления асфальтовых бетонов, изготовления кровельных, гидро- и пароизоляционных материалов и изделий, гидроизоляционных и дорожных мастик, битумных эмульсий, кровельно-гидроизоляционных паст, а также устройства кровельных покрытий.

#### Битумы

Битумы представляют собой вещества, состоящие главным образом из смеси высокомолекулярных углеводородов метанового, нафтенного и ароматического рядов и их кислородных и сернистых производных.

В зависимости от исходного сырья различают битумы природные и искусственные нефтяные. По консистенции (при температуре 18 °С) битумы делят на твердые, полутвердые и жидкие; по преимущественному назначению – на дорожные, строительные и кровельные.

**Природный битум** — органическое вещество черного или темно-коричневого цвета, при нагревании постепенно размягчается и переходит в жидкое состояние, а при охлаждении затвердевает. Природный битум нерастворим в воде, но легко растворяется в сероуглероде, хлороформе, бензоле и трудно в бензине. Структура природных битумов, их физико-химические и физико-механические свойства близки к нефтяным битумам. Природный битум в чистом виде бывает редко, чаще встречаются пропитанные битумом горные породы (известняки, доломиты, песчаники, грунт). Природный битум образовался из нефти в результате

медленного удаления из нее легких и средних фракций, а также под влиянием процессов полимеризации и окисления. В верхние слои земной коры нефть попала в результате миграции, при этом под влиянием тепловых воздействий и давления на протяжении тысячелетий происходило заполнение пустот и пор горных пород и их пропитывание нефтью.

Природные битумы можно извлекать из битумных пород вываркой в котлах или растворением в органических растворителях (методом экстрагирования). Извлечение битума из асфальтовых пород целесообразно лишь в том случае, когда содержание его в породе составляет не менее 10–15 %. Более экономичным является экстрагирование природного битума вываркой в воде, для чего асфальтовую породу измельчают до крупности 6–8 мм и загружают в котел с водой, подкисленной соляной кислотой. Воду в котле подогревают до кипения, при этом битум отделяется от породы и всплывает в виде пены. Этот битум переводят в отстойники для отделения от воды и минеральных примесей. Если битум имеет недостаточную вязкость, то его продувают перегретым паром или воздухом. Битумные известняковые и доломитовые породы без извлечения битума используют в виде тонкого порошка (асфальтовый порошок) для получения асфальтовой мастики и асфальтовых бетонов.

**Нефтяные битумы** являются продуктом переработки нефти и ее смолистых остатков. В зависимости от вязкости нефтяные битумы делят на твердые, полутвердые и жидкие, а в зависимости от способа переработки – на остаточные гудроны, окисленные, крекинговые и экстрактные. *Остаточные гудроны* получают при атмосферно-вакуумной перегонке высокосмолистой нефти после отбора бензина, керосина и масляных фракций. Они представляют собой черные твердые или почти твердые при нормальной температуре вещества темного или темно-коричневого цвета. *Окисленные битумы* производят путем продувки воздуха через нефтяные остатки. В процессе производства окисленных битумов кислород воздуха реагирует с водородом, содержащимся в остатках, образуя водяные пары. Потеря водорода сопровождается уплотнением нефтяных остатков вследствие их полимеризации и сгущения.

*Крекинговые битумы* получают при крекинге (разложении при высокой температуре) нефти и нефтяных масел с целью получения большого выхода бензина. Продувка воздуха через эти остатки дает окисленные крекинговые битумы. Нефтяные битумы в нагретом состоянии разливают в тару и после остывания направляют по назначению.

**Свойства битумов.** Физико-механические свойства битумных материалов должны характеризовать материал с точки зрения его молекулярного строения, а также по совокупности присущих ему свойств. Битумы твердые и полутвердые делят на марки. В основу этого деления положены вязкость, пластичность и поведение битума при изменении температуры.

*Вязкость* битума зависит от температуры. При пониженных температурах она велика и битум приобретает свойства твердого тела; с увеличением температуры вязкость уменьшается и битум переходит в жидкое состояние. Для характеристики

вязкости битумов (вязких и твердых) пользуются условным показателем твердости – глубиной проникания иглы (пенетрацией). Вязкость жидких битумов определяют на стандартном вискозиметре по времени истечения порции битума при определенной его температуре и диаметре отверстия прибора.

*Пластичность* вязких битумов характеризует растяжимость, которую определяют с помощью специального прибора – дуктилометра. Испытаниям подвергают образцы битума в виде восьмерок стандартной формы и размеров. Показателем растяжимости битума служит величина деформации шейки образца в момент разрыва, выраженная в сантиметрах. Это испытание проводят при скорости растяжения 5 см/мин и температурах 25 и 0 °С. Так же как и вязкость, пластичность битумов зависит от температуры, группового состава и характера структуры. Пластические свойства наблюдаются у битумов, содержащих значительное количество смол, оптимальное количество асфальтенов и масел и небольшое – карбенов и карбоидов. Вязкие битумы, содержащие твердые парафины, при низких температурах имеют небольшую тягучесть.

*Температура размягчения* является важной оценкой свойств битумов и характеризует верхний температурный предел его применения. Определяют ее на приборе «кольцо и шар». Латунное кольцо диаметром 16 мм и высотой 6,4 мм заполняют битумом, на поверхность последнего укладывают шарик диаметром 9,5 мм и массой 3,5 г. Температуру размягчения определяют по температуре воды в приборе, когда битум размягчится и шарик опустится на нижнюю полочку этажерки.

*Температура хрупкости* характеризует нижний температурный предел применения битума. При этой температуре появляется первая трещина в тонком слое битума, нанесенном на стальную пластинку стандартного прибора при ее изгибе и распрямлении. Температурный интервал между температурой хрупкости и температурой размягчения называют *температурным рабочим интервалом*. Для учета огнеопасности при нагревании битума определяют *температуру вспышки паров*, выделяемых из битума при нагревании от прикосновения пламени.

Наряду с основными свойствами битумов, определяющими их марку, битумы характеризуются также и другими показателями, например их устойчивостью в водной среде, которая обуславливается содержанием масел, смол и асфальтенов; когезией, прочностью межмолекулярных связей, прилипанием битума к каменным материалам (адгезия), погодоустойчивостью битумов, т. е. способностью противостоять воздействию атмосферных факторов в элементах сооружений.

Для строительных целей применяются битумы, свойства которых соответствуют условиям их работы в строительных конструкциях. Битумы классов БГ и СГ получают в результате разбавления вязких битумов легкими разжижителями (керосином и т. п.). Битум класса МГ получают в остатке после перегонки нефти или разжижением вязких битумов масляными продуктами нефтяного или каменноугольного происхождения. Каждый класс в зависимости от вязкости делят на марки.



## Дегти

Дегти представляют собой вязкие жидкости черного или бурого цвета, состоящие из углеводородов и их сернистых, азотистых и кислородных производных, получаемых конденсацией парообразных продуктов, образующихся при разложении органических материалов (каменного угля, торфа, древесины и др.) в условиях высокой температуры без доступа воздуха. Этот процесс называется сухой деструктивной перегонкой, при которой химическая структура перегоняемого вещества полностью изменяется.

По исходному сырью дегти делят на каменноугольные, торфяные, древесные и сланцевые, а в зависимости от метода переработки сырья – на коксовые и газовые. В строительстве наибольшее значение имеют **каменноугольные дегти**, которые являются побочным продуктом процессов коксования и газификации каменного угля. Каменноугольные дегти в зависимости от температуры коксования делят на **высокотемпературные**, получаемые в результате коксования исходного сырья при температуре 900—1100 °С, **низкотемпературные**, получаемые в результате полукоксования при температуре 500–700 °С, и **газовые** — образующиеся при газификации топлива в производстве светильного газа.

При разложении каменного угля образуются **сырые дегти**, которые непосредственно для производства строительных материалов не применяются. В них содержится значительное количество летучих составных фракций, которые даже при слабом нагревании испаряются, что приводит к изменению первоначальных свойств строительных материалов. Из сырого дегтя отгоняют легкие и средние масла, в результате чего получают так называемый отогнанный деготь.

Составные части дегтя отгоняют при различных температурах: при температуре до 170 °С отделяется легкое масло, при 170–270 °С – среднее, при 270–300 °С – тяжелое и при 300–360 °С – антраценовое масло. После окончания отгонки масел получают твердое вещество черного цвета, называемое пеком. Антраценовое масло представляет собой жидкую маслоподобную зеленовато-желтую массу с запахом, обусловленным наличием в нем фенолов и сернистых соединений.

Сырой деготь (каменноугольная смола), каменноугольные пек и масло характеризуются следующими физико-механическими показателями. Смола каменноугольная в своем составе содержит до 7 % свободного углерода, до 4 % воды и нафталина, при 80 °С обладает вязкостью 2,5–4,5 м<sup>2</sup>/с. Пек каменноугольный производят двух марок: среднетемпературный и высокотемпературный, отличающиеся главным образом температурой размягчения, содержанием свободного углерода, воды и нерастворимых в бензоле веществ. Масло каменноугольное характеризуется большим содержанием – до 70 % – тяжелых фракций, отгоняемых в интервале температур 275–360 °С, до 0,3 % нерастворимых в бензоле веществ и до 1,5 % воды. Составленный деготь получают сплавлением пека с дегтевыми маслами или обезвоженными сырыми дегтями. Дегти каменноугольные дорожные образуются при коксовании угля или сплавлением пека каменноугольного с маслами или обезвоженным сырым дегтем.

По физико-химическим показателям **смешанные дегти** характеризуются относительно высоким содержанием нерастворимых в бензоле соединений – до 20 %, и водорастворимых соединений – 0,5–7 %. По фракционному составу они имеют большое количество средних и тяжелых фракций, с точкой кипения в интервале температур 270–300 °С. Характерным показателем смешанных дегтей является их вязкость. Наполненные дегти получают, вводя в составленные дегти тонкоизмельченные материалы (известняк, доломит). Таким образом повышают вязкость, погодо- и температуростойкость дегтей.

**Сланцевые дегти** получают при нагревании горючих сланцев без доступа воздуха в специальных генераторах или туннельных печах до 500–550 °С, при этом выделяются газ, низкотемпературная смола в количестве 15–20 % от массы сланца и полукокс. Низкотемпературную смолу разделяют на автомобильный бензин, тракторное и дизельное топливо и мазут как остаток после отгона всех фракций. Этот остаток составляет около 60 % и используется как жидкий сланцевый деготь. Последний бывает шести марок, каждая марка характеризуется в основном тремя показателями: вязкостью при температуре 25 и 60 °С, фракционным составом и температурой вспышки.

**Транспортирование и хранение.** Битумные и дегтевые вяжущие материалы должны иметь заводскую упаковку. При перевозке их защищают от повреждений и атмосферных воздействий, а хранят в закрытых складах или под навесом в рассортированном виде. Битумы полутвердые, дегти каменноугольные и сланцевые, пек жидкий транспортируют в бункерных полувагонах, автоцистернах, контейнерах, бочках и железнодорожных цистернах. Битум строительный и кровельный транспортируют в бочках, фанерных барабанах, бумажных мешках и без тары в крытых вагонах и на платформах. Пек перевозят без тары в крытых вагонах и на платформах. Битумы жидкие и дегти каменноугольные перевозят в железнодорожных цистернах, бункерах-полувагонах, автоцистернах.

### Асфальтовые и дегтевые бетоны

Асфальтовыми и дегтевыми бетонами называют искусственные материалы, получаемые в результате уплотнения специально подобранной смеси, состоящей из щебня (или гравия), песка, минерального порошка, битума или дегтя и пека. Применяют их главным образом в дорожном строительстве. **Асфальтовые бетоны** в зависимости от вида каменного материала делят на *щебеночные*, состоящие из гравия, песка или гравийно-песчаного материала, минерального порошка и битума, и *гравийные*, скомпонованные из песка, минерального порошка и битума. В зависимости от температуры, при которой укладывают и уплотняют смесь в покрытие, и вязкости применяемого битума различают следующие разновидности асфальтовых бетонов: *горячие*, приготовляемые на вязких битумах марок БНД-90/130, БНД-60/90 и БНД-40/60, формирование структуры бетона в основном заканчивается в период уплотнения, температура при укладке должна быть 80–110 °С; *теплые*, на основе битумов пониженной вязкости марок БНД-200/300 и БНД-130/200 или жидких битумов марок БГ-70/130, формирование структуры также в основном заканчивается в период уплотнения; *холодные*, приготовляемые на

жидких битумах марок СГ-70/130, укладываемые в покрытие после полного их остывания, формирование их структуры продолжается в течение 20–30 суток. К холодным относятся асфальтобетоны только на мелкозернистом или песчаном заполнителе.

По максимальной крупности зерен минерального материала асфальтовый бетон делят на *крупнозернистый* с наибольшим размером зерен 40 мм, *среднезернистый* – 25 мм, *мелкозернистый* – 15 мм и *песчаный* – 5 мм. По структурным признакам (плотности) асфальтовый бетон может быть *плотный*, имеющий суммарную пористость 3–5 % объема, и *крупнопористый* с пористостью 5–10 % от объема.

Для устройства покрытий на дорогах облегченного типа используют мелкозернистые асфальтобетонные смеси холодного типа. Крупнозернистые холодные бетоны применяют для устройства оснований и нижнего слоя двухслойных покрытий. Холодные бетоны проще и дешевле в изготовлении и удобнее в укладке, особенно в сырую и холодную погоду, чем обычные асфальтовые бетоны.

В строительной практике наряду с горячими, теплыми и холодными асфальтовыми бетонами применяют такжелитой *асфальтобетон*. Уплотняют его в горячем состоянии утюгами или легкими (0,5–1,5 т) катками. Литой асфальт используют в стесненных условиях, где нельзя использовать тяжелые катки и вибраторы, или при малых объемах работ (для устройства покрытий на тротуарах, плоских кровель, полов в складских и производственных помещениях, а также для гидроизоляции).

**Дегтебетон** представляет собой материал, аналогичный асфальтобетону. В качестве вяжущего для его изготовления применяют каменноугольный деготь марок от Д-5 до Д-8 или деготь, состоящий из каменноугольного пека, каменноугольного масла и сырого дегтя. Дегтебетон укладывают в горячем и холодном состояниях. В зависимости от крупности каменного материала дегтебетон делят на крупно-, средне- и мелкозернистый. Для производства горячего дегтебетона применяют те же минеральные материалы, что и для асфальтобетона; требования предъявляются к ним аналогичные. Дегтебетонную смесь готовят в асфальтобетонных установках при температуре 100–130 °С. Дегтебетон обладает меньшей водостойкостью, износостойкостью и теплостойкостью, чем асфальтобетон, менее пластичен, поэтому больше деформируется в холодное время. Применяют дегтебетон преимущественно для дорог III категории и для ремонта.

### **Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы**

Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы на основе битумных и дегтевых вяжущих или их смесей по структуре полотна материала подразделяются на **основные** и **безосновные**.

В качестве основы рулонного материала применяют кровельный картон, стеклоткани, фольгу и асбестовую бумагу. На картонной основе производят рубероид, пергамин и толь, на стеклооснове – стеклорубероид и армогидробутил, на основе фольги – фольгоизол и фольгорубероид и на асбестовой бумаге – гидроизол.

Безосновные рулонные материалы изготавливают в виде полотнищ определенной толщины, применяя прокатку смесей, составленных из органического вяжущего (чаще битума), наполнителя (минерального порошка или измельченной резины) и добавок (пластификатора, антисептика). К безосновным материалам относятся изол, бризол и гидробутил.

**По виду вяжущих материалов** различают следующие кровельные и гидроизоляционные материалы: *битумные*, состоящие из нефтяных битумов или сплавов нефтяных и природных битумов; *дегтевые*, представляющие смесь каменноугольных и сланцевых дегтей или сплавов пеков с каменноугольными дегтями или дегтевыми маслами; *дегтебитумные* – смеси каменноугольных дегтепродуктов или сланцевых дегтей с нефтяными битумами; *битумно-полимерные*, состоящие из нефтяных битумов и полимеров (включая каучуки); *резинобитумные*, получаемые в результате совместной переработки нефтяных битумов и старой резины; *резинодегтевые*, производимые при совместной переработке старой резины и дегтепродуктов; *полимерные* – на основе полимерных вяжущих материалов.

### Рулонные материалы

В строительстве применяют два типа битуминозных кровельных и гидроизоляционных материалов: *основные*, получаемые пропиткой основы (специального картона) нефтяными битумами или дегтевыми составами с последующим покрытием более тугоплавким составом и нанесением посыпки, и *безосновные*, получаемые путем прокатки термомеханически обработанных смесей вяжущих материалов с наполнителями и добавками. Рулонные материалы производят с защитным слоем, в качестве которого может быть посыпка (крупнозернистая – соответственно, в наименовании изделия обозначается буквой К, чешуйчатая – Ч и пылевидная – П), покрытие фольгой, а также специальные щелоче-, кислото- и озоностойкие покрытия.

**Рубероид** представляет собой рулонный кровельный материал, изготавливаемый пропиткой кровельного картона мягкими нефтяными битумами с последующим покрытием его с одной или с обеих сторон тугоплавким нефтяным битумом и нанесением на его поверхность тонкого слоя мелкоизмельченного минерального порошка, слюды или цветной минеральной посыпки. Рубероид выпускают в виде полотнищ, обычно по ширине кровельного картона 1000, 1025 и 1050 мм, свернутых в рулоны площадью 10, 15 и 20 м<sup>2</sup>. Производство рубероида состоит из следующих операций: подогрева пропиточной и кровельной массы в котлах до температуры 180–200 °С или окисления в конвертерах; подготовки посыпочных материалов; пропитки полотна картона в пропиточной ванне; отжима валками машины лишнего битума; протягивания пропитанного картона через другую ванну с более тугоплавким битумом (с наполнителем, имеющим температуру размягчения не ниже 85 °С) для нанесения кровельного слоя; посыпки минеральным порошком или другим посыпочным материалом с одной или обеих сторон; охлаждения материала на

цилиндрах с водяным или иным охлаждением; окончательного охлаждения; резки ленты на куски стандартной длины и свертывания их в рулоны.

**Дегтебитумные материалы** (ДБ) изготавливают путем пропитки кровельного картона дегтепродуктами с последующим покрытием с обеих сторон нефтяным битумом. Дегтебитумные материалы производят шириной 65—105 см, площадью рулона  $20 \pm 0,5 \text{ м}^2$ . Их применяют для многослойных плоских совмещенных и водоналивных кровельных покрытий, оклеечной гидроизоляции и пароизоляции. Для верхнего слоя кровельного ковра используют дегтебитумные материалы с крупнозернистой или чешуйчатой посыпкой; для подкладочных слоев кровли и гидроизоляции – материал с мелкой минеральной посыпкой. Дегтебитумные материалы укладывают на холодных и горячих битумных и дегтевых мастиках.

**Толь кровельный** производят, пропитывая кровельный картон дегтепродуктами. По виду материала, применяемого для посыпки, и составу покровного слоя толь бывает с крупнозернистой и песчаной посыпками. *Толь с крупнозернистой посыпкой* изготавливают путем пропитки картона дегтепродуктами с последующим покрытием его с обеих сторон тугоплавкими дегтепродуктами, содержащими минеральный наполнитель. Его производят шириной 65–103 см и площадью рулона  $10 \pm 0,5 \text{ м}^2$ . Толь с крупнозернистой посыпкой применяют для верхнего слоя пологих и широких кровель на горячих дегтевых мастиках.

*Толь с песчаной посыпкой* изготавливают пропиткой и покрытием кровельного картона одними и теми же дегтями и последующей посыпкой их кварцевым песком. Поверхность толя всегда покрыта равномерным слоем посыпки, его полотно не должно иметь разрывов, складок, вмятин, дыр. В разрыве материал бывает черного цвета без светлых прослоек непропитанного картона. Толь с песчаной посыпкой производят шириной 75—105 см, площадью рулона  $15 \pm 0,5 \text{ м}^2$ . Его применяют для устройства кровель временных сооружений, изоляции фундаментов и других частей сооружений. Толь с песчаной посыпкой укладывают на горячих дегтевых мастиках.

**Кровельные материалы на стеклооснове** делят на кровельную стеклоткань, кровельный стекловолок и гидроизоляционные асфальтовые армированные маты.

*Кровельная стеклоткань и стекловолок* изготавливают путем совмещения стеклоосновы с битумной, резинобитумной или битумнополимерной пленками и с одной или с обеих сторон покрывают слоем посыпки. Их изготавливают в рулонах площадью  $10 \text{ м}^2$ . Стеклоткань и стекловолок укладывают на горячих и холодных битумных мастиках; их применяют для многослойных плоских кровель, оклеечной гидроизоляции и пароизоляции.

**Асфальтовые армированные маты** изготавливают путем покрытия с обеих сторон стеклоткани слоем битума или гидроизоляционной асфальтовой мастики. В зависимости от пропиточного материала и состава покровного слоя различают обычные асфальтовые армированные маты и с повышенной теплостойкостью. Армированные маты производят длиной 3—10 м, шириной до 1 м и толщиной 4–6 мм. Асфальтовые армированные маты применяют для устройства оклеечной гидроизоляции и уплотнения деформированных швов.

**Беспокровные рулонные материалы на основе** подразделяют на пергамин и толь беспокровный. *Пергамин* представляет собой кровельный и изоляционный материал, изготовленный из кровельного картона, пропитанного нефтяными битумами. Пергамин не имеет на поверхности покровного слоя. Его производят на пергаминовых агрегатах, состоящих из размоточного станка для картона, магазина запаса картона, пропиточной ванны с отжимными вальцами, охлаждающих цилиндров и намоточного станка. Выпускают пергамин в рулонах площадью 20—(40+0,5) м<sup>2</sup>, массой 15 или 30 кг. Пергамин должен быть гибким и водонепроницаемым: под давлением 0,01 МПа в течение 10 мин не должно быть признаков проникания воды, водопоглощение не более 20 %, а разрывная нагрузка не менее 270 Н. Пергамин применяют как подкладочный материал под рубероид, а также для пароизоляции на горячих битумных мастиках.

*Толь беспокровный* изготовляют пропиткой кровельного картона каменноугольными дегтевыми составами. Для пропиточной массы применяют смесь отогнанного битума с песком, имеющую температуру размягчения 34–40 °С; отношение пропиточной массы к массе картона 1,15:1,0. Толь беспокровный применяют для устройства кровель как подкладочный материал под толь с крупнозернистой посыпкой, для пароизоляции, а также в многослойных плоских кровельных покрытиях на горячих дегтевых мастиках.

**Гидроизол** — беспокровный биостойкий гидроизоляционный рулонный материал, получаемый путем пропитки асбестовой бумаги нефтяным битумом. Гидроизол, в зависимости от качественных показателей, выпускают двух марок: ГИ-Г и ГИ-К. Этот кровельный материал изготовляют в рулонах шириной 95+0,5 см, длиной 20±0,4 м, толщиной 0,7 мм. Допускается в одном рулоне соединять не более двух полотен гидроизола, из которых меньшее не короче 3 м. Края полотен в стыке должны быть ровно обрезаны. Поверхность полотна гидроизола должна быть гладкой, допускаются отдельные жирные пятна, не вызывающие склеивания полотна в рулоне. В разрезе гидроизол должен быть черным или черным с коричневым оттенком, без светлых прослоек непропитанной бумаги. Гидроизол применяют в качестве оклеечной гидроизоляции с использованием горячих битумных мастик, для устройства защитного противокоррозионного покрытия металлических трубопроводов, а также для гидроизоляции плоских кровель.

**Фольгоизол** — рулонный двухслойный материал, состоящий из тонкой рифленой фольги, покрытой с нижней стороны слоем битумно-резинового или битумно-полимерного вяжущего, минерального наполнителя и антисептика. Для приготовления битумно-резинового или битумно-полимерного вяжущего применяют следующие материалы: нефтяные битумы, дробленую резину марки РД, синтетические каучуки марок СКС-30, АРКМ-27 или битумкаучук, хризотилковый асбест 7-го сорта, сосновую канифоль, автомобильные моторные масла, каменноугольное масло и иден-кумаровую смолу. Фольга для фольгоизола применяется марки М (отожженная), а для гидроизоляционного фольгоизола — марки Т (нагартанная).

Фольгоизол – водонепроницаемый и долговечный материал, не требующий ухода в течение всего периода его эксплуатации. В силу отражательной способности фольги температура нагрева солнечными лучами кровли из фольги на 20°C ниже, чем температура аналогичных кровель черного цвета. Фольгоизол податлив в обработке, гибок, хорошо режется и гвоздится. Его внешняя поверхность может быть гладкой и рифленой, окрашенной в различные цвета атмосферостойкими лаками или красками.

Основные физико-механические показатели фольгоизола следующие: масса резинобитумного или полимерно-битумного вяжущего на 1 м<sup>2</sup> должна быть не менее 2000 г, водопоглощение – не более 3,5–4,0 г/м<sup>2</sup>, гибкость при стержне диаметром 20 мм – до 13 °С, температура хрупкости вяжущего по Фраасу – не выше —13 и – 20 °С, водонепроницаемость в течение 2 ч под давлением – 2,0–2,5 МПа. Фольгоизол производят двух видов: кровельный (ФК) на битумно-полимерном вяжущем, предназначенный для верхнего слоя рулонного ковра с различным уклоном и конфигурацией, и гидроизоляционный (ФГ), изготовленный на битумно-резиновом вяжущем и применяемый для устройства защитного покрытия тепловой изоляции трубопроводов. Фольгоизол выпускают в рулонах шириной полотна 960—1020 мм, площадью 10 м<sup>2</sup>.

**Стеклоизол** – рулонный кровельный и гидроизоляционный материал, полученный путем двустороннего нанесения на поверхность холста типа стеклоосновы резинобитумной массы. Стекло-рубероид – кровельный и гидроизоляционный материал на стеклянной основе. Получают его путем нанесения битума на обе стороны стекловолоконного холста. Лицевая поверхность рубероида равномерно покрывается сплошным слоем крупнозернистой или чешуйчатой посыпки, а обе стороны гидроизоляционного рубероида – пылевидной минеральной посыпкой. Стеклорубероид производят трех марок: С-РК – стеклорубероид кровельный с крупнозернистой посыпкой с лицевой стороны; С-РЧ – с чешуйчатой посыпкой с лицевой стороны; С-РМ – стеклорубероид гидроизоляционный с мелкой посыпкой с двух сторон. Этот материал применяют для нижних слоев кровельного ковра и для оклеечной гидроизоляции. Его производят толщиной полотна 2,5+0,5 мм, шириной 960—1000 мм; масса стеклянной основы должна быть не более 100 г/м<sup>2</sup>. Стеклорубероид должен быть водонепроницаемым и достаточно гибким.

Утяжеленный стеклорубероид – рулонный гидроизоляционный материал, получаемый путем нанесения битумной массы на биостойкую штапельную стеклосетку. Он предназначен для высококачественной гидроизоляции подземных и наземных частей зданий и сооружений (туннелей метрополитенов, мостов, гидросооружений).

**Безосновные кровельные и гидроизоляционные рулонные материалы.** Наибольшее применение получили резинобитумные материалы, выпускающиеся в виде изола, бризола и гидробутила.

**Изол рулонный** — кровельный и гидроизоляционный безосновный резинобитумный материал. Он долговечнее рубероида примерно в два раза, эластичен, устойчив против гниения и невлагомок. Изол изготавливают из

материалов, содержащих каучук в сочетании с нефтяными битумами, каменноугольными смолами, минеральными наполнителями. Изол выпускают в рулонах длиной до Юм, шириной 1 м, толщиной 2 мм, прочностью на разрыв не менее 0,4 МПа, водопоглощением за 24 ч не более 1 %, гибкостью на стержне диаметром 10 мм при 15 °С, теплостойкостью в течение 2 ч при 150 °С. Изол применяют для оклеечной гидроизоляции конструкции зданий, двух- и трехслойных покрытий пологих и плоских кровель на битуме и горячих мастиках.

**Бризол** — резинобитумный изоляционный материал, получаемый смешением нефтяного битума с дробленой резиной с введением асбестового волокна и пластификатора. Бризол производят шириной 0,4–0,45 м, толщиной до 2 мм и общей площадью рулона до 25 м<sup>2</sup>. Его применяют для антикоррозионной защиты подземных металлических трубопроводов.

**Гидробутил** — гидроизоляционный безосновный материал из бутилкаучука, отличается хорошей адгезией к бетону и металлу.

### **Эмульсии и пасты**

Эмульсиями называют дисперсные системы, состоящие из двух не смешивающихся между собой жидкостей, одна из которых находится в другой в мелкораздробленном (диспергированном) состоянии. В подобных системах различают дисперсионную среду и дисперсную фазу, которая распределена в первой.

**Битумные и дегтевые эмульсии** — это дисперсные системы, в которых вода является средой, а диспергированный битум или деготь – фазой. Образование и устойчивость эмульсии достигается путем введения в нее специальных **эмульгаторов** – поверхностно-активных веществ или тонкодисперсных твердых порошков, которые, с одной стороны, понижают поверхностное натяжение между битумом и водой и этим способствуют более мелкому раздроблению, а с другой – сообщают частицам определенный заряд, препятствующий слиянию частиц. В качестве органических эмульгаторов для получения битумных эмульсий применяют олеиновую кислоту, концентраты ССБ и асидол.

**Битумные пасты** готовят из битума, воды и эмульгатора. В качестве эмульгатора используют неорганические тонкодисперсные минеральные порошки, содержащие активные коллоидные частицы размером менее 0,005 мм, добавляемые в воду при производстве паст: известь, глины, трепел молотый. Наиболее водостойчивые пасты получают при применении известковых эмульгаторов. Битумные пасты применяют для устройства защитного гидроизоляционного покрытия, грунтовки изолируемой поверхности, уплотнения стыков в кровле, а также в качестве вяжущего для изготовления холодных мастик.

Качество битумных эмульсий, характеризующееся скоростью распада, зависит от свойств эмульгаторов и дисперсности эмульсии. Эмульсии, применяемые для смешивания с мелкими материалами, не должны распадаться до полного объединения с ними, а при обработке сырых поверхностей должны быть устойчивыми при разведении водой. Битумные эмульсии после нанесения их на



поверхность должны относительно быстро и полно выделять битум в виде тонкой и плотной пленки, которая снова переходит в эмульсию при действии воды. В отличие от битумов, дегтей и пеков, которые применяют в строительстве обычно разогретыми, в сухую погоду и при сухих заполнителях, битумные эмульсии используют в холодном состоянии. Их можно наносить на влажные поверхности.

Эмульсии применяют для устройства защитного гидроизоляционного и пароизоляционного покрытия, грунтовки основания под гидроизоляцию, приклейки штучных и рулонных материалов, а также гидрофобизации поверхностей изделий. Кроме того, эмульсию добавляют к воде затворения при изготовлении бетонов; этим достигается их объемная гидрофобизация. Хранят эмульсию в металлической таре в закрытых помещениях с температурой не ниже 0 °С; тара должна быть чистой, так как присутствие посторонних примесей может вызвать быстрый ее распад. Транспортируют эмульсии в бочках или цистернах.

### Мастики

*По виду исходного вяжущего материала* различают мастики битумные, битумно-полимерные, битумно-эмульсионные, резинобитумные, полимерные, дегтевые и дегтеполимерные.

Мастики *по назначению* бывают *приклеивающие* – для приклеивания рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов, и *для устройства защитного слоя кровель*. Кроме того, мастики производят для устройства мастичных слоев гидро- и пароизоляции, а также для изоляции подземных стальных трубопроводов и других сооружений с целью защиты их от коррозии.

*По способу укладки* мастики подразделяются на горячие и холодные. *Горячие мастики* применяют с предварительным подогревом: битумные – до температуры 160–180 °С, резинобитумные – 170–180 °С, дегтевые – 130–150 °С и гудрокамполимерные – 70 °С. *Холодные мастики* используют при температуре окружающего воздуха 5 °С без подогрева, при более низких температурах с подогревом до 60–70 °С.

Мастики изготовляют из органического вяжущего, разбавителя и наполнителя. Наполнители применяют для повышения теплостойкости, уменьшения хрупкости при пониженных температурах и снижения расхода вяжущего. Для мастики используют пылевидные, волокнистые и комбинированные (смесь пылевидного и волокнистого) наполнители. В качестве пылевидных наполнителей применяют известняк, доломит, кварц, тальк, трепел, золу, цемент и др., а в качестве волокнистого наполнителя – хризотилковый асбест 7-го и 8-го сортов, асбестовую пыль, коротковолнистую минеральную вату. В качестве разбавителя мастики могут содержать воду, органические растворители, нефтяные масла, битумы, гудрон, мазут.

Горячие мастики в зависимости от области применения подразделяют на приклеивающие, кровельно-изоляционные и гидроизоляционные асфальтовые и антикоррозионные. Приклеивающие мастики выпускают четырех видов: битумные, состоящие из битума, наполнителя и антисептика; резинобитумные – из

резинобитумного вяжущего, полимерной добавки, наполнителя и антисептика; дегтевые – из каменноугольных дегтепродуктов и наполнителя; гудрокамовые – из гудрокама, нефтяного битума и наполнителя. Приклеивающие мастики предназначены для склеивания рулонных материалов при устройстве многослойных кровельных покрытий и гидроизоляции.

### **Штучные изделия**

Штучные гидроизоляционные изделия выпускают трех видов: плиты гидроизоляционные асфальтовые, камни гидроизоляционные и сборные гидроизоляционные железобетонные изделия.

*Плиты гидроизоляционные асфальтовые* изготовляют путем покрытия предварительно пропитанной стеклоткани или металлической сетки слоем горячей гидроизоляционной мастики или песчаной асфальтобетонной смеси и дальнейшего прессования. Плиты бывают армированные и неармированные. Неармированные плиты выпускают длиной 80—100 см, шириной 50–60 см и толщиной 1–2 см, а армированные – длиной 100–120 см, шириной 75—120 см и толщиной 2–4 см. Плиты гидроизоляционные асфальтовые применяют для устройства оклеечной гидроизоляции и заполнения деформационных швов. Их можно использовать в зимнее время.

*Камни гидроизоляционные* изготовляют, пропитывая естественные или искусственные пористые материалы (кирпич, бетон, туф, опоку, мел, известняк и т. п.) битумом или каменноугольными дегтепродуктами на глубину до 10–15 мм. Камни водонепроницаемы, их применяют для гидроизоляции в виде кладки и футеровки на цементном и асфальтовом растворах.

*Сборные гидроизоляционные железобетонные изделия* получают путем пропитки сборных железобетонных элементов (свай, плит, секций труб, тубингов и т. д.) органическими вяжущими материалами на глубину 10–15 мм. Такой способ применяют для антикоррозионной гидроизоляции сооружения, подвергающегося механическим ударным нагрузкам при одновременном воздействии минерализованных вод.

### **Герметизирующие материалы**

Герметизирующие материалы применяют для заделки наружных швов между элементами сборных конструкций зданий и сооружений. В зависимости от назначения уплотняющего шва герметизирующие материалы выполняют следующие функции: тепло-, гид-ро- и звукоизоляцию и воздухонепроницаемость.

По виду герметизирующие материалы делят на эластичные прокладки и герметизирующие мастики.

*Эластичные прокладки* изготовляют в виде пористых или монолитных жгутов различной конфигурации. Устанавливают их насухо или на специальных приклеивающих мастиках. К *пористым* эластичным прокладкам относится пороизол, изготовляемый путем вулканизации газонаполненной резины, модифицированной нефтяными дистиллятами. Пороизол бывает с монолитной оболочкой и без нее. Для придания пороизолу герметизирующих свойств его

предварительно сжимают на 40–60 % первоначального объема и помещают в шов на холодной мастике изол. Пороизол имеет плотность 250–400 кг/м<sup>3</sup>, растяжимость до 20 %, восстанавливает первоначальный объем после сжатия на 50 %, в течение 24 ч – на 70 %; температуроустойчивость пороизола 40–70 °С.

В отличие от пороизола марки М – материала с незакрытыми порами на поверхности, который применяется в сочетании с холодной мастикой изол, пороизол марки П – это материал с защитным протектором из монолитной пленки, наличие которой позволяет применять его для герметизации наружных швов без мастики.

**Герметизирующие мастики** делят на уплотняющие и защитные. Для уплотнения швов применяют резинобитумную мастику изол Г-М и мастику УМ-40.

Резинобитумную мастику изол изготавливают смешением резинобитумного вяжущего (полученного в результате термомеханической обработки девулканизованной резины и нефтяного битума) с высокомолекулярными полиизобутиленом, канифолью, кумароновой смолой, наполнителем – асбестом 7-го сорта и антисептиком. Изол вводится в шов в подогретом состоянии. Уплотняющую мастику УМ-40 изготавливают смешением высокомолекулярного полиизобутилена, раствора резины и наполнителя.

Для устройства герметизирующих защитных покрытий швов применяют мастики на основе полисульфидных каучуков (тиоколовые). Тиоколовые мастики наносят на поверхность шпателем или кистью в зависимости от консистенции мастики.

## **Металлические материалы и изделия**

Из металлов в строительстве наиболее широко применяют стали и чугуны. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди.

Широкому использованию металла в строительстве способствует ряд ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы обладают и недостатками: при действии различных газов и влаги сильно корродируют, а с повышением температуры деформируются.

### **Общие сведения о металлах и сплавах**

Металлы, применяемые в строительстве, разделяются на две группы: черные и цветные.

**Черные металлы** представляют собой сплав железа с углеродом. Кроме углерода черные металлы в небольшом количестве могут содержать кремний, марганец, фосфор, серу и другие химические элементы. Для придания черным металлам специфических свойств к ним добавляют некоторые так называемые легирующие вещества – медь, никель, хром и др. Черные металлы в зависимости от содержания углерода подразделяют на чугуны и стали.

Чугун представляет собой сплав железа и углерода 2–4,3 %. В специальных чугунах – ферросплавах – количество углерода может достигать 5 % и более. Присутствующие в чугуне кремний, марганец, фосфор и сера существенно влияют на его свойства: сера и фосфор повышают хрупкость чугуна, а легирующие присадки хрома, никеля, магния, алюминия и кремния придают чугуну более высокие жаростойкость, износостойкость, повышенную сопротивляемость коррозии. В зависимости от формы, в которой углерод находится в чугуне, различают чугуны серые (литейные) и белые (передельные). В серых чугунах углерод находится в свободном состоянии в виде графита, а в белом – в связанном состоянии в виде цемента. Пластинки графита, перерезающие металлическую структуру чугуна, понижают его прочность. Модифицированный серый чугун имеет более высокие механические свойства благодаря шаровидной и раздробленной форме графита.

Сталь содержит углерода до 2 %. В отличие от чугуна – хрупкого металла, – сталь пластична, упруга и обладает высокими технологическими свойствами (способностью обрабатываться). В зависимости от назначения различают стали конструкционные, содержащие 0,02—0,85 % углерода, и инструментальные – 0,65–1,4 %. Конструкционные стали, применяемые для строительных конструкций и арматуры железобетона, а также в машиностроении, обладают хорошей пластичностью, низкой хрупкостью. Повышение же углерода в инструментальных сталях придает им высокую твердость и хрупкость.

Механические и физические свойства сталей (жаростойкость, износостойкость, коррозионная стойкость) повышаются добавкой к ним никеля, хрома, вольфрама, молибдена, кобальта, меди, алюминия и др., такие стали, соответственно, называются легированными. В зависимости от количества вводимых легирующих добавок различают стали низколегированные, содержащие до 2 % легирующих веществ, среднелегированные – 2—10 %, и высоколегированные – более 10 %. В строительстве наиболее широко применяется низколегированная сталь. Нержавеющая сталь является высоколегированной.

**Цветные металлы и сплавы** подразделяются по плотности на легкие и тяжелые. К *легким* относятся сплавы на основе алюминия, магния, а к *тяжелым* – на основе меди, никеля, олова, свинца.

За последние годы в технологии металлургии внедрены новые усовершенствования: освоен эффективный метод вакуумной обработки стали, получены новые виды высокопрочных сталей и чугунов, разработана эффективная технология получения алюминия из нефелинов, освоены новые виды облегченного проката, гнутого из лент и полос, диффузионный метод сварки металлов в вакууме, легирование с вакуумной обработкой, широко развивается порошковая металлургия.

### **Строение металлов и их свойства**

Металлы и металлические сплавы представляют собой кристаллические тела, состоящие из бесчисленного множества кристаллических образований, групп (в виде отдельных прочно связанных между собой зерен). Железо может быть в нескольких кристаллических формах с различным расположением атомов. Это

явление называется **аллотропией**. Аллотропические превращения железа наблюдаются при изменении температуры. Железо из расплавленной массы кристаллизуется в форме решетки объемноцентрированного куба; при охлаждении до температуры 1390 °С она перекристаллизовывается в решетку гранецентрированного куба, а при 898 °С снова образует решетку объемноцентрированного куба и  $\alpha$ -модификации. Аллотропия железа имеет большое значение в процессах горячей механической и термической обработки чугуна и стали. Регулируя закалкой, отжигом и другими способами содержание этих модификаций в сталях, им придают необходимые механические свойства.

При затвердевании расплава металла вначале образуются мельчайшие кристаллы правильной формы, затем, по мере охлаждения, они увеличиваются в размерах и срастаются между собой в виде деформированных неправильной внешней формы кристаллов, называемых кристаллитами.

**Физические свойства металлов и сплавов** характеризуются цветом, плотностью, температурой плавления, теплопроводностью, коэффициентом температурного расширения.

**Плотность** большинства металлов превышает 7000 кг/м<sup>3</sup>. К легким металлам относятся металлы (алюминий, бериллий, магний) с плотностью менее 3000 кг/м<sup>3</sup>. Чем меньше плотность металла, тем легче и эффективнее оказываются строительные конструкции из него. Именно по этой причине конструкции из сплавов на основе алюминия все шире применяются в строительстве.

**Температуру плавления** металлов важно знать для выбора режима горячей обработки металлов и получения изделий литьем. Температура плавления металла изменяется при добавке к нему других веществ. Большинство сплавов, например на основе железа, имеют температуру плавления ниже, чем входящие в их состав металлы. Однако некоторые сплавы цветных металлов, например, никеля и алюминия, имеют более высокую температуру плавления, чем чистый никель и алюминий. Изменение температуры плавления металла от содержания в нем других веществ характеризуется так называемой диаграммой состояния. Расширение металлов при нагревании характеризуется коэффициентом линейного и объемного расширения. Это свойство металла необходимо учитывать при проектировании металлических строительных конструкций, так как последние под действием изменяющейся температуры могут вызвать разрушение сооружения. Важно учитывать это свойство металла при сварке, так как в результате местного нагрева свариваемых деталей может произойти образование трещин. Способность металла удлиняться при нагревании эффективно используется при производстве предварительно напряженных железобетонных изделий способом электротермического натяжения арматуры.

**Механические свойства** металлов характеризуются их прочностью, вязкостью, усталостью, ползучестью и твердостью.

**Прочность** – это способность металла или сплава сопротивляться действию внешних сил. В зависимости от характера этих сил различают прочность при

растяжении, сжатии, изгибе, кручении. Характеризуются они соответствующим пределом прочности, т. е. условным напряжением, при котором испытуемый образец металла разрушается.

При испытании металлов на *растяжение* определяют *предел текучести* – напряжение, при котором растяжение образца происходит без увеличения растягивающей нагрузки. Этот показатель служит основным при расчете металлических конструкций.

На усталость, или выносливость, испытывают образцы из стали и цветных тяжелых и легких сплавов, детали из которых работают в условиях повторно-переменных растягивающих, изгибающих, сжимающих, крутящих и других нагрузок.

На *ползучесть*, т. е. способность деформироваться под постоянной нагрузкой, испытывают металлы, непрерывно работающие под напряжением. В результате ползучести могут увеличиваться прогибы строительных конструкций, произойти потеря устойчивости. Особенно опасна ползучесть арматурной стали в предварительно напряженных железобетонных конструкциях. Как результат ее могут произойти потеря предварительного напряжения арматуры, образование трещин в бетоне и разрушение конструкции.

*Твердость* металла определяет противодействие его при вдавливании в него твердого стального шарика (метод Бринелля), алмазного корпуса или алмазной пирамиды.

*Вязкость* различают статическую и ударную (динамическую). Статическая вязкость характеризуется относительным удлинением (в % длины образца при разрыве) к его первоначальной длине, а ударная вязкость – количеством работы, необходимым для разрушения образца ударной нагрузкой.

**Технологические свойства** характеризуют способность металла подвергаться обработке. К ним относятся: *пластичность*, позволяющая получать металлические изделия ковкой, прокаткой, волочением, *обрабатываемость резанием*, *свариваемость*, характеризуемая способностью металла давать прочные соединения путем их местного нагрева до пластичного или жидкого состояния.

### Черные металлы и стали

Продуктами доменного производства являются чугун, доменный шлак, колошниковый газ и колошниковая пыль.

**Чугун**, выплавляемый в доменных печах, по своему назначению делят на три группы: литейный, перепельный и ферросплавы. Из всей выплавки более 80 % составляет **перепельный чугун**. Это преимущественно белый чугун, в котором весь углерод содержится в химически связанном состоянии. Перепельный чугун применяют для производства стали. Около 20 % приходится на долю литейных чугунов и ферросплавов. **Литейный серый чугун** используют для получения фасонных отливок. **Ферросплавы**, содержащие повышенное количество кремния и марганца, применяют в качестве добавки при производстве стали повышенного качества.

В строительстве применяют главным образом серый чугун для изготовления деталей, работающих при сжатии (башмаков, колонн), а также санитарно-технических (отопительных радиаторов, труб) и архитектурно-художественных изделий. Значительное количество чугуна расходуется для изготовления тюбингов, из которых сооружается туннель метрополитена. Серые чугуны обладают хорошими литейными качествами – жидкотекучестью, мягкостью, хорошо обрабатываются, сопротивляются износу. Установлены следующие марки отливок из серого чугуна: СЧ 00; СЧ 120–280; СЧ 150–320; СЧ 180–360; СЧ 210–400; СЧ 240–440; СЧ 280–480; СЧ 320–520; СЧ 360–560; СЧ 400–600 и СЧ 440–640. СЧ обозначает серый чугун, первое число показывает предел прочности (МПа) при испытании на разрыв, а второе – на изгиб. Серый чугун марки СЧ 00 не испытывается.

**Стали** по химическому составу делят на углеродистые и легированные. **Углеродистые стали**, в свою очередь, бывают обыкновенного качества, качественные конструкционные (для машиностроения и наиболее ответственных конструкций) и инструментальные (для изготовления режущих инструментов, штампов, матриц). Легированные стали выпускают конструкционные, инструментальные и специального назначения, отличающиеся некоторыми специфическими свойствами. Стали, применяемые для строительных целей, различаются по качеству, назначению и способу выплавки (мартеновская или конвертерная).

По качеству и назначению сталь бывает: углеродистая обыкновенного качества, углеродистая горячекатаная для мостостроения, углеродистая толстолистовая и широкополосная, термически обработанная, углеродистая качественная конструкционная для железнодорожных и крановых рельсов; низколегированная конструкционная.

В зависимости от способа обработки строительные стали делят на три группы: I – горячего проката, II – холодной вытяжки (выпускается в виде высокопрочной холодноотянутой проволоки круглого и периодического профиля, а также в виде холодноотянутой проволоки обыкновенного качества), III – комбинированной обработки – гнутые профили. В строительстве в основном используется сталь углеродистая обыкновенного качества. Она представляет собой сплав железа с углеродом, кроме того, в ней присутствуют примеси кремния и марганца. Наиболее нежелательны примеси фосфора, который вызывает ее хрупкость при низких температурах (хладноломкость), и серы.

В зависимости от назначения и гарантируемых механических характеристик сталь углеродистую обыкновенного качества делят на две группы и одну подгруппу: группа А – поставляемая по механическим свойствам; группа Б – поставляемая по химическому составу; подгруппа В – поставляемая по механическим свойствам с дополнительными требованиями по химическому составу. Для строительных целей используют в основном сталь группы А.

Углеродистые стали обыкновенного качества применяют без термообработки. Углеродистую сталь обыкновенного качества группы А производят следующих марок: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6 и Ст7. С увеличением содержания углерода

марка стали повышается, растут прочность и твердость, снижаются пластичность и ударная вязкость. Сталь группы Б изготавливается тех же марок, что и сталь группы А, но перед маркой стали ставят букву Б (БСтО, БСт1). Сталь группы В изготавливают марок ВСт2, ВСт3, ВСт4 и ВСт5.

В *легированных сталях* в качестве легирующих веществ применяют кремний – в марке стали обозначается буквой С, хром – Х, никель – Н, молибден – М, марганец – Г, вольфрам – В, алюминий – А, медь – Д, кобальт – К. Обозначение марки легированной стали, например 25ХГ2С, используемой для арматуры предварительно напряженных железобетонных конструкций, показывает, что в ней содержится 0,25 % углерода, 1 % хрома, 2 % марганца и 1 % кремния. Таким образом, первые две цифры в обозначении марки стали показывают содержание углерода в сотых долях процента, а остальные цифры – содержание легирующего элемента, стоящего перед цифрой в целых процентах. При маркировке высококачественной легированной стали (с низким содержанием серы и фосфора) в конце ставится буква А. Например, 30ХМА – легированная хромомолибденовая сталь высокого качества. Высоколегированные стали подразделяются на три группы: нержавеющие и кислотостойкие, окалиностойкие и жаропрочные и сплавы с высоким электросопротивлением.

***Низкоуглеродистые и низколегированные стали*** применяют для изготовления металлических конструкций мостов, опор, транспортных галерей, подкрановых балок, мостовых кранов, арматуры железобетонных конструкций и др. Строительные стали применяют в горячекатаном состоянии и после термической обработки. Стали поставляют в виде прутков, профилей, листов и широких полос.

Кроме того, применяют следующие изделия из стали: заклепки, болты, гайки, шайбы, винты, гвозди, поковки, а также стальные канаты. Заклепки используют для неразборного соединения металлических конструкций, а болты и гайки – для разъемных соединений, для крепления деревянной обшивки к металлическому каркасу и т. д. Болты выпускают с шестигранной головкой нормальной и повышенной точности. Болты повышенной точности отличаются более точными размерами и обработанной поверхностью стержней. Поковки строительные изготавливают в виде скоб, применяемых при скреплении деревянных конструкций, для предотвращения их сдвига; в виде штырей – для наращивания досок или брусьев; крючьев – для крепления настенных желобов и водосточных труб. Канаты стальные применяют для такелажных и монтажных работ, а также для крепления подвесных ферм, висячих мостов, для оттяжек мачт и вантовых конструкций. Стальные канаты изготавливают из проволоки марки В (высшая). Проволоку используют светлую или оцинкованную с пределом прочности при растяжении 1100–2000 МПа. Канаты изготавливают однопрядные или многопрядные с крестовой или односторонней свивкой, с органическим или металлическим сердечником.

### **Термическая обработка стали**

Термическая обработка придает стальным изделиям определенные механические свойства: высокую твердость (при этом повышается сопротивление износу),



меньшую хрупкость для улучшения обработки или повышения ударной вязкости и т. д. Это достигается нагревом и последующим охлаждением стали по строго определенному температурному режиму. В результате в нужном направлении изменяется структура стали, которая и определяет ее механические свойства.

Различают следующие виды термической обработки стали: закалку, отпуск, отжиг и нормализацию, а также обработку холодом и химико-термическую обработку.

**Закалка** – термическая обработка стали путем ее нагрева до определенной температуры, некоторой выдержки при этой температуре до завершения фазовых превращений с быстрым последующим охлаждением в воде, масле и других жидкостях. При закалке увеличиваются твердость и прочность, но снижается ударная вязкость. Закаленная сталь обладает большой хрупкостью, что делает ее малоприменимой для практического использования.

**Отпуску** подвергают сталь после закалки для уменьшения хрупкости и ослабления внутренних напряжений. Отпуск стали заключается в нагреве ее ниже температуры закалки с последующим постепенным охлаждением на воздухе. В зависимости от вида отпуска изделие нагревают от 150 до 550 °С. С повышением температуры отпуска сильно изменяются механические свойства закаленной стали: предел прочности и твердость понижаются, а относительное удлинение и вязкость возрастают.

**Отжиг** уменьшает структурную неоднородность стали, придает мелкозернистую структуру, снижает напряжение, возникшее при обработке давлением (ковке, волочении) или литьем, а также улучшает обрабатываемость стали резанием.

**Нормализация** — это, по существу, процесс отжига. Стальное изделие нагревают до температуры несколько ниже температуры закалки, выдерживают сталь при этой температуре, а затем охлаждают на воздухе. В результате сталь получается более мелкозернистой, чем при отжиге, повышаются ее твердость, прочность, ударная вязкость по сравнению с отожженной сталью.

**Обработка холодом** способствует более равномерной структуре и повышает твердость стали. Структура закаленной стали с содержанием углерода более 0,6 % оказывается недостаточно равномерной и несколько пониженной твердости. Если же такую сталь подвергнуть после закалки обработке холодом, твердость повышается.

**Химико-термическая обработка стали** заключается в изменении химического состава поверхностного слоя стального изделия путем насыщения его каким-либо другим веществом (углеродом, азотом, цианом, хромом) с целью повышения твердости, износостойкости или коррозионной стойкости поверхности и сохранения при этом высоких механических качеств самого изделия. Видами химико-термической обработки стали являются цементация, азотирование, цианирование и хромирование.

**Цементацию** стали осуществляют насыщением углеродом поверхностного слоя стального изделия при температуре среды 880–950 °С.

**Азотирование** – насыщение азотом поверхностного слоя стального изделия при нагревании до 500–700 °С в атмосфере аммиака, при этом повышаются коррозионная стойкость, твердость, износоустойчивость и предел усталости стали. Азотированию подвергают легированные стали, содержащие в качестве легирующего вещества алюминий и прошедшие предварительную термическую и механическую обработку, кроме окончательного шлифования. Глубина азотированного слоя 0,01—1,0 мм.

**Хромирование** – насыщение поверхностного слоя хромом. Этим достигается повышение коррозионной стойкости стали при действии пресной и морской воды, азотной кислоты, окислительной среды при высокой температуре (окалиностойкость). Твердость хромированного слоя низколегированной стали составляет HB 250–300, а высокоуглеродистой – HB 1200–1300.

### **Производство металлических изделий и конструкций**

При изготовлении металлических изделий расплавленный чугун или сталь разливают по специальным формам, так называемым изложницам, а затем слитки металла от 500 кг до нескольких (иногда десятков) тонн подвергают дальнейшей обработке давлением или литьем, в результате которой получают изделия требуемых форм, размеров и свойств. Затем изделия соединяют в конструкцию с помощью сварки, клепки или болтов. Обработка давлением основана на высоких пластичных свойствах металла. На практике применяют следующие способы обработки металлов давлением: прокат, ковку, волочение, штамповку и прессование.

**Прокат** — наиболее распространенный и дешевый способ производства металлических изделий. Сущность проката заключается в обжатии металла между вращающимися валками, при этом заготовка уменьшается в сечении, вытягивается и приобретает форму, соответствующую валкам, если последние гладкие.

Прокатывают металл в холодном и горячем состоянии. **Холодный**

**прокат** применяют для металлов, обладающих высокой пластичностью (свинец, олово), или для получения тончайших стальных листов (по причине их быстрого остывания). Однако подавляющее большинство стальных изделий прокатывают в **горячем состоянии** при температуре 900—1250 °С. Обжатие стального слитка до требуемой формы и размера производят за несколько последовательных приемов путем пропуска его через ряд валков с уменьшающимся зазором. Способом прокатки получают большинство стальных строительных изделий: балки, рельсы, листовую и прутковую сталь, арматуру, трубы.

**Ковка** — процесс деформации металла под действием повторяющихся ударов молота или пресса. Ковка может быть **свободная**, когда металл при ударе молота имеет возможность свободно растекаться во все стороны, и **штампованная**, когда металл, растекаясь под ударами молота, заполняет формы штампов, а избыток его вытекает в специальную канавку и отрезается. Штамповка позволяет получить изделия очень точных размеров. В условиях строительства пользуются преимущественно свободной ковкой для изготовления различных деталей (болтов,

скоб, анкеров), для пробивки отверстий, рубки и резки металла. Клепка также относится к операциямковки. В настоящее время ковку производят посредством механических молотов.

**Волочение** заключается в протягивании металлической заготовки через отверстие, сечение которого меньше сечения заготовки. В результате этого металл обжимается, а профиль его строго соответствует форме отверстия. В качестве заготовки используют предварительно прокатанный или прессованный прутки или трубу. Волочение металла производят обычно в холодном состоянии, при этом получают изделия точных профилей с чистой и гладкой поверхностью. Способом волочения изготавливают тонкостенные изделия (трубки), а также круглые, квадратные, шестиугольные прутки небольшой площади сечения (до 10 мм<sup>2</sup>).

При волочении в металле появляется так называемый *наклеп* – упрочнение металла в результате пластической деформации. Наклеп повышает твердость стали, но снижает пластичность и вязкость. Явление наклепа вызывает старение стали – структурные изменения, повышающие ее хрупкость. Старение стали особенно опасно в конструкциях, подвергающихся ударной нагрузке (в железнодорожных мостах, рельсах, подкрановых балках). Однако явление наклепа широко используют на практике при механическом упрочнении арматурной стали для повышения предела текучести.

**Холодное профилирование металла** — процесс деформирования листовой или круглой стали на прокатных станах. Из листовой стали получают гнутые профили с различной конфигурацией в поперечнике, они экономичнее профилей горячей прокатки – за счет сокращения толщины профиля до 2 мм.

### Стальная арматура для железобетона

Арматуру, как уже упоминалось ранее, располагают главным образом в тех местах конструкции, которые подвергаются растягивающим усилиям (при изгибе, растяжении, внецентренном сжатии). Арматура является важнейшей составной частью железобетона; она должна надежно работать совместно с бетоном на всех стадиях службы изделия. С целью более рационального использования в качестве арматуры для железобетона применяют высокопрочные низколегированные стали или арматурную сталь подвергают механическому упрочнению или термической обработке.

**Механическое упрочнение стали** осуществляют путем волочения или скручивания. При *волочении* стержень проходит через коническое отверстие и обжимается. Вытяжку арматуры производят усилиями, превышающими предел текучести стали, при этом арматура несколько вытягивается. Способ упрочнения арматуры *путем скручивания* ее в холодном состоянии вокруг продольной оси имеет преимущества как в техническом, так и в экономическом отношении по сравнению с другими способами упрочнения арматуры. Механическое упрочнение изменяет структуру металла и способствует повышению предела текучести стали, который после упрочнения повышается почти на 30 %. Настолько же можно увеличить напряжение

в арматуре железобетона или сэкономить металл, применив стержни меньшего сечения. Повышают качество арматурной стали также **методом термической обработки**: закалкой токами высокой частоты, изотермической закалкой, закалкой после нагрева электротоком и последующим отпуском и закалкой после нагрева в печи с отпуском.

**Стержневая арматура** бывает горячекатаной, термически упрочненной и упрочненной вытяжкой – подвергнутой после прокатки упрочнению вытяжкой в холодном состоянии.

**Проволочная арматура** подразделяется на арматурную проволоку и арматурные проволочные изделия. Арматурную проволоку различают двух классов: холодноотянутую класса В-I (низкоуглеродистую), предназначенную для ненапрягаемой арматуры, и класса В-II (углеродистую), предназначенную для напрягаемой арматуры (высокопрочная арматурная проволока), а также Вр-I и Вр-II (буква «р» обозначает наличие периодического профиля).

Арматурные проволочные изделия бывают: а) нераскручивающиеся стальные арматурные пряди класса П (3, 7 и 19-проволочные), предназначенные для напрягаемой арматуры; количество проволок в прядях обозначается соответствующей цифрой, например П-7 (7-проволочная арматурная прядь); б) стальные арматурные канаты двух- и многопрядные класса К, предназначенные для напрягаемой арматуры; для обозначения типа арматурного каната к индексу К добавляют две цифры: первая из них соответствует количеству прядей, а вторая – количеству проволок в прядях, например, К219 – двухпрядный арматурный канат, каждая прядь которого состоит из 19 проволок; в) сварные арматурные сетки для ненапрягаемой арматуры; г) тканые или сварные проволочные сетки для армирования армоцементных конструкций. Проволочную арматуру выпускают диаметром 3–8 мм с пределом прочности от 1400 (для диаметра 8 мм) до 1900 МПа (для диаметра 3 мм), с пределом текучести соответственно 1120 и 1520 МПа.

### **Цветные металлы и их сплавы**

Для получения строительных изделий высоких технических свойств широко применяют сплавы цветных металлов: алюминиевые, титановые, магниевые и др.

**Алюминиевые сплавы**, применяемые в строительстве, приближаясь по прочности к основным маркам строительных сталей, имеют небольшую плотность ( $2,7\text{--}2,9\text{ т/м}^3$ ) и высокую стойкость к коррозии. Алюминиевые сплавы широко используют для изготовления проката в виде профилей: уголков, швеллеров, двутавров, труб круглого и прямоугольного сечений. Они также применяются при изготовлении заклепок, болтов. Изделия из алюминиевых сплавов отличаются простотой технологии изготовления, хорошим внешним видом, сейсмостойкостью, хладостойкостью, огнестойкостью, антимагнитностью и долговечностью, что позволяет им успешно конкурировать со сталью и другими строительными материалами.

Алюминий в чистом виде обладает многими высокими техническими свойствами: хорошей сопротивляемостью коррозионным воздействиям среды, высокой

электропроводностью, он пластичен, что позволяет легко изготавливать из него детали самого разнообразного и весьма сложного профиля. Недостатком алюминия является незначительная прочность – всего 70—100 МПа, что не позволяет его использовать для несущих строительных конструкций.

При этом алюминий резко повышает свои механические показатели при добавке к нему других металлов – меди, марганца, магния. В настоящее время расширяется сфера применения алюминиевых конструкций и полуфабрикатов путем создания новых конструктивно-облицовочных материалов с разнообразными защитно-декоративными полимерными, лакокрасочными, эмалевыми и электротехническими покрытиями.

В многоэтажных общественных, административных и промышленных зданиях с высотой этажа до 5 м и шагом колонн каркаса 6 м применяют стеновые панели П-1А размером 1880х162х4125 мм. Каркас панели состоит из двух рам, соединенных болтами через текстолитовые прокладки. Рама заполняется двумя слоями асбестоцементных листов с внутренним утепляющим слоем. На одной стороне наклеен алюминиевый лист (пароизоляция). Наружную декоративную вставку изготавливают из шпунтовых профилей или штампованного листа. Панели производят размером 3500х750х62 мм, массой 35 кг.

Для покрытий отапливаемых производственных общественных и гражданских зданий применяют панели покрытия с предварительно напряженными обшивками из рулонных алюминиевых листов. Панель позволяет перекрывать пролеты до 30 м и более непосредственно от стены до стены здания без устройства несущих элементов шатра. Такие панели выпускают размером 30000х3000х1750 мм, массой 2000 кг, расход алюминиевых сплавов на 1 м<sup>2</sup> панели составляет 12 кг.

**Сплавы на основе меди.** В чистом виде медь практически не находит применения в строительстве, используют ее в виде латуни и бронзы. **Латунь** — это сплав меди с цинком (до 40 %), а **бронза** — сплав меди с оловом или каким-либо другим металлом, кроме цинка. Наиболее распространены оловянистые бронзы, содержащие 10–20 % олова; применяют также алюминиевые, марганцовистые, свинцовистые и другие виды бронз.

Латуни и бронзы обладают многими очень важными для техники свойствами – они достаточно прочны (до 300–600 МПа), могут быть получены высокой твердости (НВ 200–250), обладают хорошими антифрикционными свойствами, благодаря чему они широко используются в подшипниках, имеют высокую коррозионную стойкость. Однако по экономическим причинам сплавы на основе меди в строительстве применяют лишь для изготовления санитарно-технической аппаратуры (кранов, вентиляей), в отдельных случаях – для отделочных и декоративных целей. Основное же использование латуни и бронзы находят в машино- и приборостроении.

**Цинк** в строительстве в основном используют для кровельных покрытий, карнизов и водосточных труб, **свинец** — для футеровки кислотостойких устройств химических аппаратов, для особых видов гидроизоляции, для зачеканки швов и стыков

элементов строительных конструкций, например швов между тубингами в туннелях метрополитена.

### **Коррозия металлов и меры защиты от нее**

В результате взаимодействия металла с окружающей средой может происходить его разрушение, т. е. коррозия. Различают коррозию химическую и электрохимическую.

**Химическая коррозия** возникает при действии на металл сухих газов и растворов масел, бензина, керосина и др. Примером химической коррозии металла служит его окисление при высоких температурах; окалина, образующаяся на поверхности металла, является продуктом коррозии.

**Электрохимическая коррозия** возникает при действии на металл растворов кислот и щелочей. При этом металл отдает свои ионы электролиту, а сам постепенно разрушается. Коррозия может возникать также при контакте двух разнородных металлов или в результате химической неоднородности. Каждый металл имеет определенные электрические свойства, характеризуемые рядом напряжений. При контакте двух металлов разрушается тот, который стоит ниже в ряду напряжений. Например, железо в ряду напряжений стоит выше хрома и цинка, но ниже меди и серебра. Следовательно, при контакте железа с хромом или цинком будет разрушаться хром или цинк, а при контакте железа с медью или серебром – железо. Степень разрушения при этом будет зависеть от температуры, вида и концентрации электролита. На сталь вредно действуют кислоты и щелочи, растворяя ее.

Содержащийся в воздухе углекислый или сернистый газ усиливает коррозию, так как при увлажнении на поверхности металла образуются кислоты, вступающие во взаимодействие с металлом. Коррозия может быть *местная*, когда разрушение металла происходит на некоторых участках, *равномерная*, когда металл одинаково разрушается по всей поверхности и *межкристаллитная*, когда разрушение происходит по границам зерен металла.

**Защита от коррозии** осуществляется несколькими способами, простейшим из которых является *покрытие металла различными красками, лаками, эмалями*. Образующаяся при этом пленка изолирует металл от действия внешней среды (газов, влаги). Кроме вышеуказанных существуют более совершенные и эффективные способы защиты от коррозии: *легирование* – сплавление металла с легирующими веществами, повышающими его коррозионную стойкость; *воронение* – получение на поверхности изделия защитного слоя, состоящего из оксидов данного металла; *металлическое покрытие металла пленкой из другого металла*, менее подверженного коррозии в данных условиях (цинком, оловом). Металлические покрытия производят осаждением на поверхности изделия металла из раствора (гальванические покрытия), обрызгиванием или погружением в ванну с другим расплавленным металлом.

### **Материалы и изделия из стекла**

Силикатным расплавам присуща способность переходить при быстром охлаждении в стеклообразное состояние. Характерный признак для стекла – наличие ближнего

порядка, т. е. существование упорядоченных групп, размер которых лишь немного превышает размер элементарной ячейки. Поэтому свойства стекла изотропны, т. е. одинаковы во всех направлениях. Вещество в стеклообразном состоянии гомогенно и не имеет определенной температуры плавления; постепенно размягчаясь при нагревании, стеклообразные вещества переходят в жидкое состояние. Характерным признаком стеклообразного состояния является также его неравномерность (метастабильность).

Получение изделий из минеральных расплавов также базируется на едином комплексе технологических операций – плавлении исходного сырья, формовании и термической обработки изделий с целью получения требуемой микроструктуры и физико-химических свойств.

### **Физико-химические основы получения изделий из стекольных расплавов**

Изменение химического состава стекольного расплава позволяет эффективно регулировать прочностные, теплофизические, диэлектрические, химические и другие свойства стекла. Так, повышение химической устойчивости и механической прочности достигается за счет увеличения в составе стекла  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{CaO}$ ; замена части  $\text{SiO}_2$  на  $\text{PbO}$  придает стеклу повышенный блеск; введение в расплав фторидов позволяет получить глушеное стекло и т. д.

Разнообразие свойств изготавливаемых стекол обуславливает и разнообразие используемого сырья. Все сырьевые материалы, применяемые для варки стекла, делят на главные и вспомогательные. Первые вводят в состав стекольной шихты необходимые для данного стекла основные и кислотные оксиды, вторые придают стекломассе специфические свойства, облегчают ее варку и выработку. Главные стеклообразующие оксиды вводят в состав шихты со следующими видами сырья:  $\text{SiO}_2$  – с кварцевыми песками или песчаниками;  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  – с известняками и доломитами;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – с пегматитом или полевым шпатом;  $\text{Na}_2\text{O}$  – с содой;  $\text{K}_2\text{O}$  – с поташом;  $\text{B}_2\text{O}_3$  – с бурой;  $\text{PbO}$  – с сурьмой и т. д. Основное требование, предъявляемое ко всем видам сырья, – чистота и однородность по составу. Особенно жесткие требования предъявляют к чистоте кремнеземсодержащего сырья, составляющего до 70 % шихты.

К вспомогательным материалам относят вещества, создающие восстановительную или окислительную среду в стекольной шихте и печной атмосфере, ускоряющие процессы стеклообразования и обесцвечивания стекломассы, и красители. В качестве восстановителей применяют антрацит и кокс, окислителей – нитраты натрия или калия, оксиды мышьяка и сурьмы. Ускоряют процесс стекловарения добавкой сульфата натрия, кремнефтористого и хлористого натрия. Красителями стекла являются соединения металлов, растворимые в стекломассе или образующие в ней взвешенные микрочастицы металлов и их соединений. Обязательным компонентом шихты является стекольный бой. Перед обработкой стекольный бой должен быть отсортирован, измельчен, вымыт и подвергнут магнитной сепарации для удаления металлических включений.

## Материалы и изделия из стекольных расплавов

Стекло – материал, обладающий комплексом разнообразных, не присущих другим видам строительных материалов свойств, самыми характерными из которых можно считать светопропускание и хрупкость. Свойства стекла зависят от многих факторов: состава, режима теплообработки, состояния поверхности, размеров образца и др. **Прочность стекла** на сжатие достигает 700—1000 МПа, на растяжение – 30–80 МПа, прочность на растяжение стекловолокна диаметром  $10^{-4}$  см составляет 200–500 МПа, т. е. в 10 раз больше. На прочность стекла оказывают влияние внутренние дефекты, инородные включения (непровар, частицы огнеупора от футеровки печи и т. п.) и так называемый свиль (химически неоднородные участки).

Обычное силикатное стекло хорошо пропускает всю видимую часть спектра и практически не пропускает ультрафиолетовые (длина волны менее 300 мкм) и инфракрасные (длина волны более 3000 мкм) лучи. Изменяя химический состав стекла и его окраску, можно регулировать **светопропускание стекла** в этих областях.

Показатель преломления строительного стекла (1,50—1,52) определяет силу отраженного света и светопропускаемость стекла при разных углах падения света. Так, при изменении угла падения света с 0 (перпендикулярно плоскости стекла) до 75° светопропускание стекла уменьшается с 92 до 50 %. Светопреломление оконного стекла принимают равным 1,5, а светопропускаемость стекла в зависимости от длины волны видимого спектра достигает 97 %. По оптическим свойствам различают прозрачное, окрашенное, бесцветное и рассеивающее свет стекло. Силикатное стекло обладает высокой стойкостью к большинству агентов, за исключением плавиковой и фосфорной кислот.

**Оконное листовое** стекло является наиболее распространенным видом плоского стекла. Светопропускаемость оконного стекла в зависимости от толщины, которая составляет 2–6 мм, равна 85–90 %. Исходным сырьем для получения строительного листового стекла служат кварцевые пески, сульфат натрия или кальцинированная сода, известняк, доломит, уголь и некоторые другие вещества.

**Армированное стекло** может иметь гладкую, кованую или узорчатую поверхность, быть бесцветным или цветным. Оно обладает повышенной огнестойкостью (до 1,3 ч). При его разрушении осколки удерживаются армирующей металлической сеткой. Светопропускаемость составляет не менее 60 %. Армированное стекло выпускают длиной 1200–2000 мм, шириной 400—1500 мм и толщиной 5,5 мм. Предел прочности при сжатии – 600 МПа при изгибе – 30–40 МПа. Армированное стекло применяют для остекления фонарей верхнего света, оконных переплетов, устройства перегородок, ограждения балконов, лестничных маршей и др.

**Цветное армированное стекло** получают из стекломассы, окрашенной в процессе варки оксидами металлов. Основные цвета – золотисто-желтый, зеленый, лилово-розовый, голубой. Применяют его для ограждения балконов, лоджий, лестниц, лифтовых шахт, для устройства декоративных светопрозрачных плафонов и перегородки в жилых домах и санаториях, пансионатах, на предприятиях



общественного питания и торговли, а также в других общественных и промышленных зданиях. Максимальные размеры цветного армированного стекла 800х1500 мм при толщине  $6\pm 1$  мм.

**Защитное стекло** получают специальной термической обработкой (для повышения прочности и упругости). **Солнце-** и **теплозащитное стекло** применяют для остекления зданий и средств транспорта с целью уменьшения солнечной и тепловой радиации. Размеры стекла 1600х2000 мм, толщина 3–6 мм. Пропускание видимого света 30–70 %, тепловых лучей 40–60 %. Такое стекло не оказывает слепящего действия и не вызывает утомления у человека. Оно также является хорошим тепло- и звукоизолятором. Теплопоглощающее стекло, окрашенное в массу, содержит в своем составе специальные добавки, обеспечивающие преимущественное поглощение инфракрасных лучей солнечного спектра. Теплопоглощающее листовое стекло имеет легкую голубую или голубовато-зеленую окраску, почти не искажающую просматриваемый через него предмет. Оно предназначено для заполнения оконных проемов с целью уменьшения солнечной радиации в музеях, выставочных залах и др. Пропускная способность видимого света не менее 65 %, инфракрасных лучей – не более 35 %. Размеры стекла до 1600х2000 мм, толщина 3–4 мм.

**Облицовочное стекло** применяют для облицовки панелей стен жилых и общественных зданий. Это стекло устойчиво против атмосферных влияний и гигиенично.

**Профильное строительное стекло** представляет собой элементы швеллерного и коробчатого сечения, формируемые на горизонтальных прокатных установках, в виде бесконечной ленты, разрезаемой затем на отрезки длиной до 6000 мм. Профильное стекло обычно монтируется поштучно. Возможно изготовление укрупненных сборных светопрозрачных конструкций из профильного стекла на домостроительных комбинатах или полигонах. При изготовлении конструкций из стеклодеталей между ними необходимо прокладывать различные герметики – мастики или специально изготовленные профилированные детали из губчатой резины или синтетических материалов.

Конструкции из профильного стекла в виде остекленных поверхностей дают мягкий рассеивающий свет, светопропускание 43–53 %. Стена из коробчатых (в один ряд) или швеллерных (в два ряда) стеклодеталей по своим акустическим свойствам не уступает глухим межкомнатным оштукатуренным перегородкам из кирпича и других материалов. Звукоизоляция таких конструкций составляет 27–18 дБ, коэффициент теплопередачи 2,5–5,2 Вт/м<sup>2</sup>рад. Предел прочности при изгибе конструкций из профильного стекла швеллерного сечения составляет 17,5 МПа, а коробчатого сечения – 10,5 МПа, огнестойкость конструкции – 15 минут.

Профильное стекло используют для светопрозрачных ограждений и самонесущих стен, для устройства внутренних перегородок и прозрачных плоских кровель в различных типах зданий. Профильное стекло можно применять в виде крупноразмерных панелей. Такое стекло устойчиво против воздействия концентрированных кислот, щелочей и влаги. Профильное стекло часто сочетают с

металлическими, бетонными, кирпичными или деревянными элементами зданий. Профильное стекло швеллерного сечения выпускают бесцветным и цветным, неармированным и армированным стальной проволокой. Оно характеризуется повышенной огнестойкостью и безопасностью при разрушении.

**Стеклянные блоки** представляют собой полые, пропускающие свет изделия с разнообразной фактурой внутренней или наружной поверхности. В зависимости от профиля и размера стенок блока изменяются интенсивность и направленность световых лучей, а также создается равномерное освещение отдельных участков и больших площадей в зданиях. В зависимости от требований к естественному освещению через светопроемы стеклоблоки подразделяются на *светорассеивающие, прозрачные и светонаправляющие*.

Стеклянные блоки используют в фасадах промышленных зданий, для освещения лестничных клеток гражданских зданий и разного рода складских помещений, требующих верхнего света, а также в архитектурно-декоративных целях. Их с успехом применяют в цехах с агрессивной средой, а также в цехах, где характер производства требует создания постоянных климатических условий.

**Дверные полотна** изготовляют из листового подвергнутого специальной термической обработке (закалке) стекла. Стеклянные полотна для дверей представляют собой листы утолщенного полированного, неполированного, прокатного узорчатого стекла с обработанными кромками, отверстиями и вырезками для крепления дверных приборов. Стеклянные полотна выпускают бесцветные, прозрачные, с полированной и неполированной поверхностью, а также цветные и бесцветные светорассеивающие с узорчатой или кововой поверхностью. *Цветные полотна* могут быть желтыми, голубыми и зелеными. Стеклянные *бесцветные полотна* применяют для наружных и внутренних дверей в жилых, общественных и промышленных зданиях.

Цветные полотна используют только для внутренних дверей. Двери из *полированного и неполированного стекла* значительно расширяют объем помещений и связывают их с внешней средой. Цветные и бесцветные полотна из прокатного и узорчатого стекла применяют в помещениях, где необходимо исключить сквозную видимость. Максимальные размеры полотен из полированного стекла 2400х1040 мм и узорчатого 2400х900 мм, толщина стекла 10–15 мм. Масса 1 м<sup>2</sup> полотна – 25–28 кг (в зависимости от толщины), термическая стойкость (резкий перепад температур) – 80–90 °С, светопропускание на 10 мм толщины полированного и неполированного стекла не менее 84 %, а прокатного узорчатого – 80–90 %. Предел прочности при сжатии – 800–900 МПа, и при изгибе – 250 МПа. Дверные полотна обладают повышенной прочностью и выдерживают, не разрушаясь, удар свободно падающего с высоты 1500 мм стального шара массой 800 граммов.

**Витринное стекло** производят из полированного и неполированного стекла толщиной 6—12 мм, площадью полотен 4—12 м<sup>2</sup>. Его получают способом горизонтального проката с последующей шлифовкой и полировкой поверхностей. В настоящее время внедряется новый метод получения витринного полированного

стекла по методу плавающей ленты. По этому методу исключена необходимость шлифовки и полировки поверхностей; стеклянная лента после расплава приобретает полированную поверхность. Витринное стекло характеризуется высоким пределом прочности на сжатие – до 1200 МПа. Оно может быть плоским и гнутым. Применяют витринное стекло для остекления внутренних и наружных витрин и проемов в магазинах, ресторанах, аэропортах и т. д.

**Стекланную коврово-мозаичную плитку** изготавливают в форме квадратов из непрозрачного прессованного или прокатного стекла различного цвета с глянцевой или матовой поверхностью размерами 18х18х4; 22х22х4; 23х23х4 мм.

Такие плитки характеризуются высокой долговечностью и постоянством цвета. Стекланную коврово-узорчатую плитку применяют для наружной облицовки стеновых панелей и внутренней отделки помещений. Она позволяет обеспечить индустриальную отделку железобетонных панелей.

**Стекланная вата** представляет собой материал, состоящий из тонких (5–6 мкм) гибких нитей. Она обладает высокой прочностью на разрыв, химической стойкостью, низкой звуко- и теплопроводностью. Стекланную вату получают способом механического вытягивания, центробежным и дутьевым (газоструйным) способами.

**Стекланную массу** используют в качестве тепло- и звукоизоляционного материала в промышленности и строительстве. Она эластична, устойчива к температурным изменениям, химически стойка, не поддается гниению и горению. Стекланную массу можно применять в качестве **наполнителя** (вместо асбеста) при изготовлении асбоцементных изделий, а также в качестве **тонкого заполнителя** для штукатурных и отделочных растворов. Ее используют для изготовления **антикоррозионных стекломатов** на фенольной смоле. Стекломаты обладают высокими диэлектрическими свойствами, стойки против коррозии в агрессивных химических средах. Стекломаты выпускают в виде рулонного материала и используют для изоляции газовых и водяных трубопроводов.

**Пеностекло и газостекло** получают путем вспучивания расплава размолотого стекла, смешанного с веществом (известняком, углем), которое при температуре 750–850 °С способно выделять газ. Пеностекло является хорошим тепло- и звукоизоляционным материалом, обладает малой плотностью и низким коэффициентом теплопроводности. Водопоглощение пеностекла не более 2 %, предел прочности при сжатии – 4,0–6,5 МПа, а при изгибе – 0,5—

3,5 МПа. Пеностекло применяют для теплоизоляции тепловых и холодильных установок, звукоизоляции общественных и коммунально-бытовых помещений и т. д.

### **Материалы и изделия из полимеров**

Пластмассами называют обширную группу органических материалов, основу которых составляют искусственные или природные высокомолекулярные соединения – полимеры, способные при нагревании и давлении формоваться и устойчиво сохранять приданную им форму. Главными компонентами пластмасс

являются: связующее вещество – полимер, наполнители в виде органических или минеральных порошков, волокон, нитей, тканей, листов, пластификаторы, стабилизаторы, отвердители и красители.

### Классификация пластмасс

В основу классификации пластмасс положены их физико-механические свойства, структура и отношение к нагреванию. По физико-механическим свойствам все пластмассы разделяют на пластики и эластики.

**Пластики** бывают жесткие, полужесткие и мягкие. **Жесткие пластики** — твердые упругие материалы аморфной структуры с высоким модулем упругости (свыше 1000 МПа) и малым удлинением при разрыве, сохраняющие свою форму при внешних напряжениях в условиях нормальной или повышенной температуры. **Полужесткие пластики** – твердые упругие материалы кристаллической структуры со средним модулем упругости (выше 400 МПа), высоким относительным и остаточным удлинением при разрыве, причем остаточное удлинение обратимо и полностью исчезает при температуре плавления кристаллов. **Мягкие пластики** — мягкие и эластичные материалы с низким модулем упругости (не выше 20 МПа), высоким относительным удлинением и малым остаточным удлинением, причем обратимая деформация исчезает при нормальной температуре с замедленной скоростью.

**Эластики** — мягкие и эластичные материалы с низким модулем упругости (ниже 20 МПа), поддающиеся значительным деформациям при растяжении, причем вся деформация или большая ее часть исчезает при нормальной температуре с большой скоростью (практически мгновенно).

По **строению полимерной цепи** различают пластмассы *карбо-цепные* (цепь состоит только из атомов углерода) и *гетероцепные* (в состав цепи кроме углерода входят кислород, азот и другие элементы).

По **структуре** пластмассы делят на *гомогенные* (однородные) и *гетерогенные* (неоднородные). Структура пластмасс зависит от введения в нее наряду с полимером других компонентов. По этому показателю пластмассы делят на *ненаполненные*, *газонаполненные*, *наполненные* и *составные*. *Ненаполненные пластмассы* состоят из полимера, иногда из красителя, пластификатора и стабилизатора. В *газонаполненные*, кроме указанных материалов, вводят также воздух или другой газ путем использования добавок газообразующих или воздухововлекающих веществ.

В большинстве случаев для изготовления пластмассовых строительных материалов и изделий используют *наполненные пластмассы*, состоящие из полимера и наполнителя. Наполнители бывают порошкообразные, волокнистые и слоистые. Порошкообразные наполнители – кварцевая мука, мел, барит, тальк – и органические – древесная мука придают пластмассам ценные свойства (теплостойкость, кислотостойкость и т. д.), а также повышают твердость, увеличивают долговечность, снижая стоимость. Волокнистые наполнители – асбестовое, древесное и стеклянное волокно – широко используют в производстве пластмасс; они повышают прочность и снижают хрупкость, улучшают

теплостойкость и ударную вязкость пластмасс. Слоистые наполнители – бумага, хлопчатобумажная и стеклянная ткани, асбестовый картон, древесный шпон и другие – придают высокую прочность пластмассам. Например, асбестовый картон придает пластмассе не только высокую прочность, но и тепло-и кислотостойкость. Наполнители намного дешевле полимеров, поэтому чем больше введено наполнителя, тем дешевле изделие.

Наряду с наполнителями в пластмассы вводят пластификаторы, красители, смазки, катализаторы и другие вещества. Для изготовления пористых пластических масс используют порообразователи.

Пластификаторы применяют для придания пластмассе большей пластичности при нормальной температуре, они облегчают переработку пластмасс, снижая температуру перехода полимера в вязкотекучее состояние (например, глицерин, диокрилфталат). Количество пластификаторов в пластмассе может достигать 30–50 % от массы полимера. Они должны быть химически инертными, мало летучими и нетоксичными.

В производстве полимеров и пластмасс применяют стабилизаторы и отвердители; первые способствуют сохранению свойств пластмасс во времени, а вторые сокращают время отверждения пластмасс, что важно в технологии производства изделий. Красители используют для придания пластмассам определенного цвета. Они должны быть стойкими во времени, не должны выцветать под действием света и т. д. В качестве красителей применяют как органические (нигрозин, пигмент желтый, хризоидин и др.), так и минеральные пигменты (охра, мумия, сурик, белила, оксид хрома, ультрамарин и др.).

Смазывающие материалы применяют для предотвращения прилипания пластмасс к формам, в которых изготавливают изделия. В качестве смазки используют стеарин, олеиновую кислоту и др.

**По отношению к нагреванию** пластмассы делят на термопластичные и термореактивные. **Термопластичные материалы** (полиэтилен, поливинилхлорид, полистирол и др.) при нагревании размягчаются и приобретают пластичность, а при охлаждении отвердевают. Из этих материалов можно отливать, вытягивать и штамповать различные изделия. Недостатком этих пластмасс являются незначительная прочность и теплостойкость. **Термореактивные материалы** (реактопласты) при нагревании переходят в неплавкое, нерастворимое твердое состояние и безвозвратно утрачивают свойства плавиться. Эти материалы обладают повышенной теплостойкостью. К реактопластам относятся аминопласты и пластмассы на основе полиэфирных и эпоксидных смол.

## Полимеры

В технологии производства строительных пластмасс полимеры, получаемые синтезом из простейших веществ (мономеров), по способу производства подразделяются на два класса: класс А – полимеры, получаемые цепной полимеризацией, класс Б – полимеры, получаемые поликонденсацией и ступенчатой полимеризацией.

Наиболее распространенными полимерами, применяемыми в производстве строительных материалов, являются: по классу А – полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиизобутилен, полистирол, поливинилацетат, полиакрилаты и кумароноинденовые полимеры; по классу Б – фенолоальдегидные, фенолоформальдегидные и резорциноформальдегидные полимеры, полимеры на основе амидо- и аминформальдегидной поликонденсации, глифталевый полимер, полиуретаны, полиэфирмалеиновые и полиэфиракрилатные полимеры, а также кремнийорганические и эпоксидные полимеры.

### Основные свойства пластмасс

Пластмассы обладают рядом очень ценных физико-механических свойств. *Плотность* пластмасс колеблется в широких пределах и составляет 10—2200 кг/м<sup>3</sup>. Пластмассы обладают высокими механическими показателями. Так, пластмассы с порошкообразными и волокнистыми наполнителями имеют предел *прочности* при сжатии до 120–200 МПа, а предел прочности при изгибе – до 200 МПа. Прочность пластмасс на растяжение с листообразными наполнителями достигает 150 МПа, а стекловолокнистого анизотропного материала (СВАМ) – 480–950 МПа.

Пластмассы *не подвергаются коррозии*, они стойки против действия растворов слабых кислот и щелочей, а некоторые пластмассы, например из полиэтилена, полиизобутилена, полистирола, поливинилхлорида, *стойки к воздействию* даже концентрированных растворов *кислот и щелочей*, их используют при строительстве предприятий химической промышленности, канализационных сетей, для изоляции емкостей.

Пластмассы, как правило, являются плохими проводниками тепла, в связи с чем их широко используют в качестве теплоизоляционных материалов. Пластмассы хорошо окрашиваются в любые цвета и долго сохраняют цвет. *Водопоглощение* пластмасс очень низкое – у плотных материалов оно не превышает 1 %.

Ценным свойством пластмасс является *легкость их обработки* – возможность придания им разнообразной, даже самой сложной формы различными способами: литьем, прессованием, экструзией (непрерывным выдавливанием пластической массы из экструдера). Большая группа пластмасс позволяет сваривать их между собой и, таким образом, изготавливать сложной формы трубы и различные емкости.

Следует отметить, что пластмассы обладают и рядом недостатков. Большинство пластмасс имеет невысокую теплостойкость (70—200 °С), высокий коэффициент термического расширения, повышенную ползучесть; в них при постоянной нагрузке развивается пластическое течение, большее, чем, например, в стали и бетоне. Со временем некоторые пластмассы стареют, т. е. происходит постепенное их разрушение (деструкция), снижаются прочность и твердость, появляются хрупкость, потемнение. Старение пластмасс происходит под действием света, воздуха, температуры. При возгорании многие пластмассы выделяют токсические вещества.

## Конструкционные материалы

Характерными отличиями полимерных строительных материалов от обычно применяемых в строительстве являются их малая плотность, высокая прочность, хорошие тепло-, звуко- и гидроизоляционные свойства, а также стойкость против химических веществ.

В качестве конструкционных полимерных материалов используют главным образом армированные пластмассы. Для строительных конструкций применяют следующие виды материалов и изделий, изготовленных на основе полимеров: стеклопластики, органическое стекло, винипласт листовой, сотопласты и жесткие пенопласты.

**Стеклопластики** — это пластмассы, состоящие из полимера и наполнителя или армирующего материала в виде стеклянного волокна. В зависимости от вида стекловолокнуистого наполнителя стеклопластики для строительных конструкций подразделяются на три группы:

I группа – стекловолокно непрерывное прямолинейное, расположенное слоями по толщине материала, связующее – модифицированные фенолоформальдегидные, эпоксидно-феноловые и другие полимеры;

II группа – стекловолокно рубленое в виде матов или нанесенное напылением, связующее – полиэфирные и другие полимеры;

III группа – стекловолокно в виде холстов, связующее фенолоформальдегидные полимеры.

В строительных конструкциях применяют также стеклотекстолиты, в которых в качестве армирующего наполнителя используют ткань из бесщелочного стеклянного волокна, а в качестве связующего – модифицированные фенолоформальдегидные или полиэфирные полимеры. Стекловолокнуистые анизотропные материалы (СВАМ) представляют собой один из видов стеклопластиков, которые получают путем укладки вытянутых стеклянных волокон параллельно друг другу с одновременным нанесением на них связующего.

Стеклопластики в строительстве применяют для устройства светопрозрачных ограждений и перегородок, световых холодных и полутеплых проемов стен и фонарей верхнего света, а также в качестве наружных слоев панелей цехов с химической агрессией (для светопрозрачного материала).

**Органическое стекло** (полиметилметакрилат) представляет собой высокопрозрачный, светостойчивый, относительно легкий материал. С течением времени органическое стекло не мутнеет, не желтеет, не становится хрупким, хорошо противостоит атмосферным влияниям. Органическое стекло эластично и сохраняет это свойство даже при пониженных температурах, когда его прочность на изгиб и растяжение возрастает, не увеличивая хрупкости; оно превосходит по прочности на изгиб силикатное стекло в 7 раз. Органическое стекло применяют для устройства светопрозрачных ограждений и перегородок, световых одинарных и двойных вертикальных проемов и куполов верхнего света общественных и промышленных зданий, ограждений теплиц.

Характерным признаком **сотопластов** являются регулярно повторяющиеся полости, имеющие правильную геометрическую форму. Полости образуются при формовании или литье исходного пластического материала без его вспенивания. Изготавливают сотопласты горячим формованием пропитанных термореактивными полимерами листов бумаги, ткани, шпона и т. д.

Пенополистирол как тепло- и звукоизоляционный материал применяют для устройства трехслойных панелей для стен и плит покрытий жилых, общественных и промышленных зданий. Трехслойные панели изготавливают клееными, в качестве наружных слоев используют стеклопластики, асбестоцемент, алюминий и другие материалы, а для приклеивания – фенолоформальдегидные, карбамидные, эпоксидные и другие клеи. Пенополистирол можно получить несколькими способами: прессовым, беспрессовым (из гранул), автоклавным и т. д.

Жесткий пенополивинилхлорид используют главным образом в качестве тепло- и звукоизоляционного материала для среднего слоя трехслойных панелей стен и плит покрытий жилых, общественных и промышленных зданий.

### **Погонажные изделия на основе полимеров**

Погонажные изделия (плинтусы, поручни, накладки на проступи, раскладки, наличники, нащельники, штанги, конструктивные погонажные материалы – уголки, тавры, трубы) представляют собой длинномерные элементы разнообразных профилей, цвета и назначения, выпускающиеся в полной заводской готовности и не требующие никакой дополнительной отделки или покраски. Погонажные изделия изготавливают на основе поливинилхлорида, пластификатора, наполнителя и красителя методом экструзии, т. е. непрерывного выдавливания пластической массы из экструдера.

Физико-механические свойства строительных погонажных изделий характеризуются следующими показателями: водопоглощение – до 0,5 %, твердость по шариковому твердомеру ПШР-2 – не более 0,3–0,5 мм; упругость – не менее 60 %; усадка по длине – не более 0,5 %. Ко всем этим изделиям предъявляют общие требования: поверхность должна быть равномерно глянцевая или матовая без царапин, раковин, трещин и расслоений; они не должны изменять цвет под влиянием воздуха, света и воды, иметь однородное строение и единый профиль и цвет. Погонажные изделия крепят мастиками, клеями или шурупами.

### **Трубы и санитарно-технические изделия**

Трубы из пластмасс в последние годы начали широко применяться при монтаже различных трубопроводов в промышленности, а также при сооружении водопроводов, канализации, нефтепроводов, ирригационных систем и т. д. Наибольшее применение получили полиэтиленовые, поливинилхлоридные, стеклопластиковые трубы и трубы из органического стекла; менее распространены трубы из полипропилена и фенолита. Полипропиленовые трубы хорошо работают при температурах до 100 °С, а фенолитовые, устойчивые в эксплуатации, – в условиях химической агрессии. Пластмассовые трубы более долговечны, чем металлические, не подвержены электрохимической коррозии, имеют меньшую



массу и теплопроводность, высокую водо- и химическую стойкость. Стоимость устройства трубопровода из пластмассовых труб и его эксплуатация дешевле металлических.

Отрицательным свойством пластмассовых труб является их малая теплостойкость; например, поливинилхлоридные трубы непригодны для транспортирования жидкости с температурой выше 60 °С.

**Полиэтиленовые трубы** изготавливают из полиэтилена высокого давления методом экструзии. Полиэтилен обладает высокими диэлектрическими свойствами, устойчивостью против действия воды, растворов солей, кислот и щелочей, различных масел, незначительным водопоглощением (до 0,1 % после 24 ч выдержки), слабо воспламеняется и медленно горит. Полиэтиленовые трубы морозостойки, что позволяет эксплуатировать их в интервале температур от +60 до -80 °С; пластичны, поэтому их можно наматывать на барабаны и транспортировать; легко поддаются механической обработке. Клеить их нельзя, так как к поверхности полиэтилена клей не пристает. Обычно полиэтиленовые трубы сваривают горячим воздухом. Для монтажа труб применяют фитинги из легких металлов и винипласта.

Материалом для производства **поливинилхлоридных труб** является стабилизированный поливинилхлорид – винипласт – и стабилизатор. Производят такие трубы методом непрерывной экструзии или же путем компрессионной сварки листовой заготовки. Отечественная промышленность производит винипласт двух марок: стабилизированный меламинам (марка А) и свинцовый глет (марка Б). Для производства труб применяют винипласт, стабилизированный меламинам, который имеет состав (частей по массе): поливинилхлорид – 100, меламин – 2, трансформаторное масло – 2 и стеарин – 1. Теплопроводность винипластовых труб в 400 раз меньше стальных. Трубы из винипласта прочно склеиваются различными клеями, свариваются или соединяются с помощью фланцев и накидных гаек. Их выпускают длиной 1,5–3 м, применяют для устройства водопроводных, канализационных и вентиляционных сетей, а также для транспортирования агрессивных жидкостей и газов. Винипластовые трубы хранят в сухих закрытых помещениях при температуре 10–20 °С.

### **Теплоизоляционные и акустические материалы**

Качество и стоимость жилья, решение проблем энергосбережения и экологической чистоты напрямую связаны с используемыми в строительстве изоляционными материалами. При сооружении новых и реконструкции старых жилых, общественных и промышленных зданий теплосбережение является одной из наиболее актуальных задач. Увеличение стоимости тепловой энергии и коммунальных услуг также вызывает необходимость эффективной теплозащиты зданий для снижения затрат на отопление в процессе эксплуатации. В любом случае наружная теплоизоляция – это самый эффективный вид утепления.

На отечественном рынке предлагается широкий ассортимент теплоизоляционных материалов, отличающихся техническими характеристиками – теплопроводностью,

толщиной, плотностью, прочностью, огнеупорностью, формой, а следовательно – и сферами применения. Традиционно наиболее распространены *минераловатные утеплители*. Широкое применение получили также *стекловолоконные* и *пенополистирольные теплоизоляционные материалы*. Другие утеплительные пенополимеры – *пенополиуретан*, *пенополиэтилен* и пр. – пока не получили такого распространения, как перечисленные.

Сферы применения наиболее распространенных утеплителей – минеральной и стеклянной ваты и пенополистирола – порой пересекаются. Ведущие производители разработали завершённый ассортимент материалов для изоляции всех элементов строения, через которые теряется тепло – фундамента, стен, полов на лагах, бетонных полов, межэтажных перекрытий, крыш, чердаков, кровель с озеленением, покатых кровель (вентилируемых и невентилируемых). Там, где на утеплитель нет нагрузки – подкровельная изоляция, полы на лагах, перегородки, чердаки, трехслойные стены – применяются материалы малой плотности. Материалы высокой плотности используются для теплоизоляции полов на цементной стяжке, фасадов, плоских кровель.

Удобство применения ТИМ зависит от многих факторов – начиная от сырья, из которого изготавливают материал, и технологии производства, заканчивая геометрическими размерами и удобством монтажа. Например, утеплители на основе стекловолокна легче аналогов из базальтовой ваты, что облегчает как транспортировку, так и монтаж материалов. Ориентируясь на потребности рынка, компании-производители предлагают различные варианты облегчения изоляционных работ.

Существенное влияние на теплопроводность оказывают температура и влажность утеплителя. В различных странах методики измерения теплопроводности значительно отличаются, поэтому при сравнении этой характеристики важно учитывать, при каких условиях проводились измерения. К дополнительным параметрам ТИМ можно отнести плотность, прочность на сжатие, сжимаемость, водопоглощение, сорбционную влажность, морозостойкость, паропроницаемость и огнестойкость.

Специалисты утверждают, что больше всего тепла уходит из здания через стены. Между тем традиционные строительные материалы (железобетон, кирпич, дерево) не способны в однослойной ограждающей конструкции обеспечить необходимое значение термического сопротивления. Оно может быть достигнуто лишь в многослойной системе, где в качестве утеплителя применяются эффективные теплоизоляционные материалы.

Одна из основных причин, способствующих увеличению популярности теплоизоляционных материалов, – принятие новых строительных норм с более жесткими требованиями к теплоизоляции, предполагающих увеличение толщины изоляционного слоя минимум на 40 %.

Однако развитие сегмента теплоизоляционных материалов явно не успевает за ускоренными темпами строительного рынка. Соответственно, ощущается явный дефицит определенных категорий теплоизоляционной продукции. В частности, наблюдается явная нехватка базальтовых утеплителей, немного меньше – стекловаты и полистирола.

Основные характеристики наиболее распространенных ТИМ представлены в таблице 2.

### Акустические материалы и изделия

Под звуком понимают волнообразно распространяющееся колебательное движение частиц упругой среды (воздуха, воды, твердого тела). Частотный диапазон звуков, слышимых человеческим ухом, лежит в пределе от 15 до 20 000 Гц (1 Гц – 1 кол/с). Волны с меньшими и большими частотами человеческим ухом не воспринимаются. Звуки могут быть разделены на музыкальные, шумы и звуковые импульсы.

Таблица 2. Характеристики утеплителей

Утеплитель	Применение	Преимущества	Недостатки
<p><b>Минеральная (базальтовая) вата</b> – строительный теплоизоляционный материал, состоящий из волокон на основе базальта неорганического происхождения склеенных между собой.</p> <p>Основные ТМ: Rockwool – 68% (Дания, Польша), Ragoc – 8% (Финляндия, Польша, Литва), Техно – 6% (Россия), «Белтеп» – 5% (Беларусь), Novasil – 3% (Словакия), Изовол – 2% (Россия). Отечественные производители (4%): «Минмат Ревверберие» г. Луик, Днепропетровский ЗТМ, Донецкий завод «Изоляция», Житомирский ЗМИ, Черновицкий ЗТМ «Ротис», «ЗИМ» г. Мариуполь, Костопольский ЗБТМ (Ровенская обл.)</p>	<p>Крыши (скатные, плоские), трехслойные стены, мокрые фасады, вентфасады, полы под стяжку и на лагах, перегородки, перекрытия, теплоизоляция (воздуховоды, вентканалы, трубопроводы, дымоходы, каминные и т. д.).</p>	<p>– Отличная теплоизоляция;</p> <p>– пожарная безопасность;</p> <p>– хорошая звукоизоляция;</p> <p>– паропроницаемость;</p> <p>– устойчивость к влаге;</p> <p>– хорошая упругость и выносливость на сжатие и разрыв;</p> <p>– долговечность.</p>	<p>– Нежелательно применять при отрицательных температурах;</p> <p>– нежелательно применять в особо влажных помещениях без пленки (цокольных этажах).</p>
<p><b>Стекловата</b> – строительный теплоизоляционный материал, получаемый из расплавленной стекланной массы.</p> <p>Основные ТМ: Isover – 36% (Финляндия, Польша, Румыния, Россия), Ursa – 27% (Польша, Румыния, Россия), турецкая стекловата – 13%, китайская стекловата – 12%, Кляуф – 6% (Россия).</p>	<p>Крыши (скатные, плоские), трехслойные стены, мокрые фасады, вентфасады, полы под стяжку и на лагах, перегородки, перекрытия, теплоизоляция.</p>	<p>– Паропроницаемость;</p> <p>– хорошая теплоизоляция;</p> <p>– противопожарная изоляция;</p> <p>– хорошие акустические свойства.</p>	<p>Хорошо впитывает влагу, возможно выветривание волокон (мягкая вата), проседание ваты в перегородках.</p>

<p><i>Foamglass (пенистое стекло)</i> — легкий ячеистый (с закрытыми ячейками) теплоизоляционный материал из затвердевшей стекланный пены (вспененного стекла). Материал полностью неорганического происхождения без связующих веществ.</p> <p>Основные ТМ: Pittsburgh Corning Foamglass — 55,5% (Бельгия), Гомельстекло — 40,5% (Беларусь), китайское пеностекло — 4%.</p>	<p>Крыши и чердачные перекрытия, полы, внутреннее и наружное утепление стен, изоляция цоколей.</p>	<p>— Негорючий материал; — не выделяет газов и паров при нагревании; — устойчив к воздействию кислот; — высокая прочность на сжатие; — водонепроницаемость; — устойчивость к воздействию грызунов; — долговечность и стабильность свойств во времени; — легкость в обработке и применении; — экологическая чистота и санитарная безопасность.</p>	<p>— Паронепроницаемость; — высокая цена.</p>
---	--	---	---

Количество энергии, приносимое звуковой волной каждую секунду через площадку в  $1 \text{ см}^2$  перпендикулярно направлению распространения волны, называется *силой звука*. Сила звука пропорциональна квадрату амплитуды колебаний частиц среды, а также квадрату амплитуды колебаний давления в звуковой волне. Сила звука выражается в децибелах (дБ), а физиологической характеристикой его служит уровень громкости звука, выражаемый в фонах. Скорость распространения звука в воздухе –  $340 \text{ м/с}$  при  $15^\circ \text{C}$ .

*Шум* – совокупность многочисленных звуков, быстро меняющихся по частоте и силе. Шумы по своему характеру могут быть *слышимые* и *неслышимые*, *воздушные* и *ударные*. Длительное воздействие слышимого шума, особенно высокочастотного, на органы слуха и вредно для здоровья человека.

Уровень шума значительно снижается, если на основе методов архитектурной акустики приняты правильные конструктивные и отделочные решения помещений. Архитектурная акустика – раздел строительной физики, рассматривающий звуковые процессы в помещении. Наряду с этой областью науки различают строительную акустику, рассматривающую вопросы звукоизоляции ограждающих конструкций зданий от воздушного и ударного шумов.

Звуковая энергия, падающая на ограждающую конструкцию (пол, стену, потолок), частично отражается от ее поверхности, частично поглощается материалом конструкции, а частично проходит через нее и передается на другую сторону конструкции. Способность материала пропускать через себя звук характеризует его звукопроницаемость или, если пользоваться обратным понятием, звукоизоляцию. Звукоизоляционная способность материала в ограждении оценивается по разности уровней звука с обеих сторон ограждения и выражается, как и сила звука, в децибелах. Материалы, обладающие преимущественным свойством поглощать звуковую энергию, относятся к звукопоглощающим, а материалы, способные изолировать от проникновения звука, – к звукоизоляционным. Все они имеют общее название – акустические материалы.

*Звукопоглощающие* и *звукоизоляционные* строительные материалы и изделия классифицируют по следующим основным признакам: назначению, форме, жесткости (величине относительного сжатия), возгораемости и структуре.

## Звукоизоляционные материалы и изделия

Звукоизоляционные материалы и изделия применяют главным образом в виде прокладок и прослоек в перекрытиях, во внутренних и наружных ограждениях и других частях зданий с целью гашения ударных шумов, передаваемых через перекрытие (хождение по полу), вибрации (работа машин) и т. п.

Звукоизоляционные материалы в строительных конструкциях могут находиться в свободном (не сжатом), подвешенном (например, крепление плит к потолку с воздушной прослойкой) или сжатом состоянии (например, между несущими панелями потолка и конструкцией пола). Звукоизоляционные материалы, находящиеся в свободном и рыхлом состоянии, применяются для изоляции от воздушного шума, а сжатые – от ударного шума. Для материалов, применяемых в свободном состоянии (в конструкциях стен, перекрытий), толщина не должна превышать 5 см, а в сжатом состоянии (например, в перекрытиях под полом) – не менее 1,2 см.

Звукоизоляционные материалы бывают *пористо-волокнистой структуры* (на основе минеральной или стеклянной ваты, асбестового и другого вида волокон), *пористо-губчатой* (на основе пластмасс и различного вида резины) и *сыпучие* естественного и искусственного происхождения (песок, шлак и др.). Первые имеют форму плит, рулонов, матов, полосовых и штучных прокладок. По величине относительно сжатия под нагрузкой различают звукоизоляционные материалы *твердые, жесткие, полужесткие и мягкие*.

Основной расчетной характеристикой, по которой определяют условия их применения в конструкциях, является динамический модуль упругости. По этой величине звукоизоляционные материалы делят на три группы: 1-я группа – материалы с динамическим модулем упругости меньше 1 МПа; 2-я группа – 1–5 МПа; 3-я группа – 5—15 МПа.

Звукоизоляционные материалы 1-й группы применяют в виде плит, рулонов и матов, уложенных сплошным слоем в конструкциях перекрытий с «плавающим» полом, а также многослойных перекрытий, стен и перегородок для звукоизоляции от воздушного и ударного шума. Звукоизоляционные материалы 2-й группы используют в виде полосовых и штучных прокладок в конструкциях межэтажных перекрытий с «плавающим» полом и в многослойных перекрытиях для изоляции от ударного шума. Звукоизоляционные материалы 3-й группы используют в виде засыпок в многослойных конструкциях межэтажных перекрытий для улучшения изоляции от ударного и воздушного звука.

Звукоизоляционные материалы плотностью до 200 кг/м<sup>3</sup> делят на марки от 15 до 200, материалы с плотностью выше 200 кг/м<sup>3</sup> по этому признаку не маркируют. Указанным требованиям удовлетворяют звукоизоляционные материалы и изделия пористо-волокнистой и пористо-губчатой структуры.

Для гашения и локализации вибраций применяют *вибропоглощающие материалы* – поливинилхлоридные и полиэтиленовые жесткие и мягкие листовые материалы, листовую резину, битумные и полимерные мастики, в том числе каучуковые,

поливинил ацетатные, эпоксидные и др. К звукоизоляционным относятся главным образом эластичные материалы: маты и плиты полужесткие минераловатные на синтетическом связующем; плиты, маты и рулоны из стеклянного штапельного волокна; плиты древесноволокнистые изоляционные; плиты из полистирольного пластифицированного пенопласта; плиты фибролитовые на портландцементе; песок речной, шлак топливный или металлургический и крошка из пробки. Стекловатные и минераловатные маты и плиты на синтетическом связующем имеют плотность 50—225 кг/м<sup>3</sup>, относительное сжатие 15–40 % при нагрузке 0,02 МПа и динамический модуль упругости 0,3–0,7 МПа.

*Древесноволокнистые и фибролитовые* плиты на портландцементе применяют в конструкциях перекрытий под полами для изоляции от ударного шума, они имеют относительное сжатие при той же нагрузке до 1,5 %, а динамический модуль упругости – 1,0–1,8 МПа.

*Плиты из полистирольного эластифицированного пенопласта* марки ПСБ-Э изготавливают плотностью 20–35 кг/м<sup>3</sup> с динамическим модулем упругости 0,8–1,0 МПа.

Указанные изделия обеспечивают звукоизоляцию железобетонных межэтажных перекрытий, равную 35–40 дБ. Такая изоляция отвечает нормам проектирования.

Основным сырьем для производства акустических плит служат минеральная вата, стеклянное штапельное волокно, крахмал, литопон, поливинилацетатная эмульсия и др. Технологический процесс изготовления плит состоит из рыхления и грануляции минеральной ваты, смешивания полученных гранул со связующим, формования плит, сушки и механической обработки, окраски и упаковки.

*Звукоизоляционно-прокладочные материалы* применяют для сплошных прокладок под полы (маты и плиты минераловатные и стекловатные, плиты древесноволокнистые изоляционные), для полосовых прокладок в конструкциях перекрытий обычного типа (плиты древесноволокнистые, асбестоцементные) и раздельного типа (пакеты из асбестового картона).

### **Звукопоглощающие материалы и изделия**

Звукопоглощающими называют материалы, применяемые для внутренней отделки помещений с целью улучшения акустических свойств последних. Основной целью применения звукопоглощающих материалов является снижение слышимых шумов в промышленных и общественных зданиях.

Звукопоглощающие материалы способны обеспечивать требуемую продолжительность реверберации в помещениях различного назначения, причем коэффициент звукопоглощения, измеренный в диффузном поле (в реверберационной камере при непосредственном размещении материала или изделия на жестком основании) в частотных полосах 125–500, 500—2000 и 2000–8000 соответственно не ниже 0,2; 0,4 и 0,6. Под *реверберацией* понимают наличие постепенно затухающего в закрытом помещении звука вследствие повторных

отражений после прекращения звучания. Время реверберации в зависимости от вида помещений и частот составляет 0,2–2 секунды.

Звукопоглощающие материалы применяют для равномерного распределения уровней полезного сигнала по площади в данном помещении, а также для предотвращения распространения звука вдоль длинных помещений. *По характеру поглощения звука* звукопоглощающие материалы делят на *пористые с твердым скелетом*, в которых звук поглощается в результате вязкого трения в порах, при этом звуковая энергия переходит в тепло (пеностекло, газобетон и другие пористые материалы с твердым скелетом); *пористые с гибким скелетом*, в которых, кроме резкого трения в порах, возникают релаксационные потери, связанные с деформацией нежесткого скелета (минеральная, скелетная, базальтовая и хлопковая ваты, древесноволокнистые плиты и другие аналогичные по характеру материалы); панельные материалы и конструкции, звукопоглощение которых обусловлено активным сопротивлением системы, совершающей вынужденные колебания под действием падающей звуковой волны (тонкие панели из фанеры, жесткие древесноволокнистые плиты, звуконепроницаемые ткани и т. п.). Звукопоглощение пористых материалов можно также увеличить посредством устройства воздушного слоя между ними и ограждающей конструкцией.

*По структуре* различают звукопоглощающие материалы: *пористо-зернистые*, *пористо-волокнистые* и *пористо-губчатые*, а по *степени твердости скелета* их делят на *мягкие*, *полужесткие*, *жесткие* и *твердые*. В зависимости от вида звукопоглощающие материалы выпускаются в виде плит, рулонов и сыпучих материалов; их используют также в виде штукатурки, имеющей гладкопористую, перфорированную и бороздчатую структуру.

В ограждающих конструкциях звукопоглощающие материалы применяют в виде однослойного однородного материала с офактуренной поверхностью, многослойного пористо-волокнистого с жестким перфорированным покрытием, а также в виде штучных материалов разнообразных размеров и формы, однослойных и многослойных.

**Из конструкций без защитной оболочки** наиболее распространены минераловатные акустические плиты на синтетическом связующем типа ПА/С, ПА/О и ПА/Д; плиты из гранулированной минеральной ваты на крахмальном связующем; плиты из штапельного стеклянного волокна типа ПС и ПЖС; базальтовые звукопоглощающие маты марки БЗМ; древесноволокнистые плиты с перфорацией; гипсовые плиты, армированные стекловолокном со сквозной перфорацией; плиты из ячеистого бетона типа «Силак-пор» с пористой структурой и перфорацией лицевого слоя; плиты из газосиликата и др.

**Звукопоглощающие материалы с защитными оболочками** применяют в ограждающих конструкциях. Это минераловатные полужесткие плиты марок ПП, ППМ на синтетическом связующем; минераловатные маты прошивные на металлической сетке; маты из штапельного стеклянного волокна на синтетическом связующем; маты из супертонких стеклянных волокон, а также холсты и маты из перепутанных супертонких базальтовых волокон. В строительстве общественных

зданий успешно используют защитные оболочки и экраны, которые изготавливают из стеклянного или капронового волокна, гипсовых перфорированных плит, с тыльной стороны оклеенных технической бязью.

Толщина защитных перфорированных покрытий для звукопоглощающих материалов и изделий I класса в диапазоне средних и высоких частот не должна превышать 1,5 мм, а для изделий всех классов в диапазоне низких частот – не более 10 мм. В ряде случаев в качестве звукопоглощающих материалов применяют древесностружечные плиты, акустическую штукатурку с заполнителем из обожженной каолиновой корки или перлитового песка.

**Минераловатные акустические плиты** ПА/С, ПА/О и ПА/Д изготавливают из минерального волокна путем пропитки его синтетическим связующим с последующей тепловлажностной обработкой в специальных камерах. Полученные заготовки подвергают механической обработке, после чего на них наносят декоративный покровный слой. Указанные плиты выпускают размером 500х500х20 мм, плотностью 130–140 кг/м<sup>3</sup> и пределом прочности на разрыв до 0,4 МПа, коэффициентом звукопоглощения 0,4–0,87 в интервале частот от 500 до 2000 Гц. Хорошие декоративные качества минераловатных акустических плит позволяют широко использовать их для облицовки потолков, вестибюлей театров, концертных залов, радиостудий и помещений со значительным шумовыделением.

**Плиты, изготавливаемые на основе гранулированной минеральной ваты и композиций крахмального связующего с добавками**, выпускают размером 300х300х20 мм, плотностью 350–400 кг/м<sup>3</sup> и пределом прочности при изгибе 0,7–1,0 МПа, с высоким коэффициентом звукопоглощения – до 0,8. Эти плиты предназначены для звукопоглощающей отделки потолков и верхней части стен помещений общественных и административных зданий, эксплуатируемых с относительной влажностью воздуха не более 70 %. Лицевая поверхность плит имеет фактуру в виде направленных трещин (каверн), подобно фактуре поверхности выветрившегося известняка. Крепление плит к перекрытию осуществляется с помощью металлических профилей, их можно также приклеивать специальными мастиками непосредственно к жесткой поверхности.

**Плиты из газосиликата** обладают хорошими эксплуатационными и архитектурно-строительными свойствами и представляют особую группу звукопоглощающих материалов, в том числе с макропористой структурой. Из газосиликата изготавливают плиты размером 750х350х25 мм, плотностью 500–600 кг/м<sup>3</sup> и пределом прочности при сжатии 1,5–2,0 МПа, коэффициентом звукопоглощения в диапазоне частот от 500 до 4000 Гц для микропористых плит 0,2–0,3, а для макропористых – 0,6–0,9. Технологический процесс производства плит состоит из смешения сырьевых материалов – извести, песка и красителя, заливки приготовленного раствора в формы и автоклавной обработки, после чего изделия фрезеруют и калибруют. Хорошим внешним видом, достаточной огнестойкостью и высокими звукопоглощающими свойствами обладают акустические перфорированные плиты из сухой штукатурки и гипсовые перфорированные плиты с минераловатным



звукопоглотителем. Их широко используют для внутренней отделки стен и потолков в культурно-бытовых и общественных зданиях.

**Акустические экраны из сухой гипсовой штукатурки** получают методом штамповки. Сухую гипсовую штукатурку, разрезанную на плиты размером 1000х500х8 мм, направляют на пресс-штамп, на котором проделываются отверстия диаметром 6 и 10 мм. После штамповки экраны подают на шлифовальные станки для снятия шероховатостей, далее на конвейер для приклейки подстилающего слоя из ткани с одновременной подсушкой клея. Для облицовки стен и потолков помещений с относительной влажностью воздуха не более 70 % экраны выпускают с минераловатным или стекловолоконным звукопоглотителем.

**Акустические гипсовые перфорированные плиты** с минераловатным звукопоглотителем состоят из гипсовой скорлупы, армированной стекложгутом и стальной проволокой диаметром 0,8—

1,2 мм, минеральной ваты ПП-80, вкладываемой в свободные секции гипсовой плиты, и алюминиевой фольги, которая защищает вату от увлажнения. Плиты имеют коэффициент звукопоглощения до 0,7 при частотах звука 400—1500 Гц.

**Асбестоцементные акустические экраны** отличаются высокой механической прочностью (до 10 МПа), огнестойкостью, они долговечны и гигиеничны, обладают хорошими декоративными качествами и высоким коэффициентом звукопоглощения – 0,6–0,9. Асбестоцементные акустические плиты производят двух видов: перфорированные с круглыми или щелевыми сквозными отверстиями и с перфорированными экранами из асбестоцемента с минераловатным звукопоглотителем.

**Перлитовые звукопоглощающие плиты** изготавливают на основе вспученного перлита на вяжущем из жидкого стекла или синтетических смол с добавкой пигментов для придания различной цветовой окраски. Перлитовые плиты производят размером 300х300х30 мм, плотностью 250–500 кг/м<sup>3</sup>, пределом прочности при изгибе 0,4—

1,2 МПа, коэффициентом звукопоглощения до 0,7 в интервале частот от 500 до 2000 Гц. Применяют их для снижения уровня шума и создания хороших акустических условий в помещении.

### **Заполнение проемов. Двери и окна**

При выборе окон по-прежнему актуальным является качественное и долговечное заполнение проемов, что позволит забыть о холоде и сквозняках на долгие годы. В данном разделе мы подробно остановимся на основных характеристиках, достоинствах и недостатках современных окон и дверей, а также сопутствующих материалах и технике их монтажа.

#### **Окна**

Окно состоит из следующих элементов:

рама – неподвижная пластиковая часть окна, на которую крепятся створки;

створка – открывающаяся часть окна;

стеклопакет – стекла, герметично скрепленные между собой;

фурнитура – все устройства, обеспечивающие открывание створок, запираение и фиксацию в каком-нибудь положении. Например, ручки, шпингалеты, запорные механизмы и т. д.;

армирующий профиль – стальной элемент, находящийся внутри поливинилхлоридного (ПВХ) профиля, служащий для обеспечения жесткости конструкции пластикового окна;

импост – профиль, который используется для визуального разделения конструкции на части. Может быть вертикальным, горизонтальным, наклонным;

штапик – пластиковая рейка, удерживающая стеклопакет в окне;

отлив – плоский и широкий профиль, крепится снаружи окна для отвода дождевой воды;

откос – плоский и широкий профиль, используемый для отделки боковых поверхностей оконного проема.

### Стеклопакеты

Стеклопакеты по числу скрепленных стекол подразделяются на **однокамерные** (2 стекла) и **двухкамерные** (3 стекла). Иногда достаточно заполнения в **одно стекло**, например, в офисных перегородках, «холодных» входных группах, раздвижных алюминиевых конструкциях для остекления лоджий и балконов.

Кроме обычного *прозрачного стекла* в стеклопакетах используется *тонирующее стекло*. По технологии производства оно подразделяется на тонированное в массе и тонированное с помощью пленки. Тонированное в массе стекло окрашивается химическим способом при его производстве, соответственно, тонировка пленкой может осуществляться на любом этапе производства и установки окна. Кроме того стекло может быть *бронированным с помощью пленки*. Существуют различные классы упрочняющих пленок (А0,5; А1; А2; А3), устойчивых к ударам различной силы. При ударе тяжелым предметом по бронированному стеклу осколки не разлетаются, а удерживаются ударопрочной пленкой.

**Энергосбережение.** Согласно принятым в Украине стандартам, сопротивление теплопередаче изделий должно приниматься в соответствии со следующими требованиями не менее: для 1-й климатической зоны –  $0,5 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ ; для 2-й и 3-й климатической зон –  $0,42 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ ; для 4-й климатической зоны –  $0,39 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Поскольку стеклопакет занимает более 70 % оконной конструкции, то основная часть теплопотерь происходит именно через него. Для уменьшения потерь теплового излучения разработаны так называемые *селективные* (низкоэмиссионные) *стекла со специальным покрытием*. В данное время существует два вида таких стекол:

К-стекло – с твердым покрытием и I-стекло – с мягким покрытием. I-стекло имеет теплоизоляционные характеристики в

1,5 раза выше, чем К-стекло, поэтому доля такого стекла на рынке постоянно растет. За последние 10 лет в США применение стеклопакетов с теплосберегающими покрытиями возросло с 10 до 70 % от всего объема продаваемых окон, в Западной Европе – с 15 до 95 %.

Конструктивно стеклопакет представляет собой конструкцию из двух или трех светопропускающих стекол, между которыми находятся герметичные прослойки, заполненные сухим воздухом или – для лучшей шумо- и теплоизоляции – инертным газом. Стекла скреплены алюминиевой распорной рамкой, заполненной абсорбирующим порошком. Это исключает образование конденсата внутри стеклопакета. По контуру листы стекла и распорная рамка скреплены с помощью не застывающего клея, а по наружному периметру нанесен вулканизированный герметик. В зависимости от вида стекла или конструктивных особенностей стеклопакеты могут обладать специальными свойствами: солнцезащитными, звукоизоляционными, противоударными.

### Фурнитура

При беглом взгляде на современное окно фурнитура не столь заметна, как профиль или стеклопакет. Однако именно она во многом определяет качество и стоимость окна, т. к. именно на эту часть оконной конструкции ложатся основные механические и динамические нагрузки. От качества работы фурнитуры зависит надежность и стабильность работы окна в целом: начиная от удобства в обслуживании и заканчивая защитой против взломов.

Главными техническими показателями качества любой фурнитурной системы являются ее *надежность и долговечность*, которые определяются *механической прочностью и стойкостью к коррозии*. Надежная фурнитура должна обеспечить не менее чем 10 тысяч циклов открывания.

Чтобы правильно выбрать фурнитуру для окна, необходимо знать некоторые немаловажные детали, а именно:

- вариант крепления петель к раме: чем большее количество шурупов ввинчивается в ту часть оконной рамы, где проходит стальной усилитель, тем лучше;
- материал, из которого изготовлены элементы, выполняющие силовые функции. Фурнитура, силовые элементы которой сделаны из пластика, как правило, выходит из строя через 2–3 года;
- косвенным показателем надежности является плавный ход фурнитуры. Дополнительные усилия, применяемые при «жестком» запирании, со временем начнут разрушать саму фурнитуру;
- оснащение профиля так называемым европазом. Уже много лет европейские производители ПВХ-профиля оснащают его стандартным 16-миллиметровым

фурнитурным пазом, поэтому изготовители фурнитуры разрабатывают свои системы в основном под него, но бывают и исключения;

– эмаль, которой покрывают фурнитуру, в процессе монтажа может стереться, поэтому гораздо более практичными и технологичными являются пластиковые накладки.

В современных оконных конструкциях, помимо основных элементов, обеспечивающих надежное открывание-закрывание окна, разработаны специальные детали, значительно расширяющие функциональные возможности фурнитуры. К ним относятся следующие элементы.

**Механизм подъема створки** – устанавливается на створке, ширина которой более 670 мм. При закрывании створка получает дополнительную точку опоры, что обеспечивает устойчивое ее положение и снимает нагрузку с петельной части фурнитуры. Это позволяет увеличить срок эксплуатации окна между плановыми регулировками фурнитуры.

**Механизм разгерметизации.** При данном режиме створка отходит по всему периметру на 5–8 мм, что обеспечивает проникновение воздуха в помещение, но не дает прямого воздушного потока. Это позволяет комфортно, неинтенсивно проветривать помещение, что особенно актуально в зимнее время при низкой интенсивности отопления, в частных домах (позволяет экономить тепловую энергию). При единовременном, локальном увеличении влажности в части помещения, механизм разгерметизации помогает предотвратить выпадение конденсата на окнах.

**Механизм блокировки ручки** помогает фурнитуре быть «последовательной», то есть обеспечивает работу окна либо в поворотном, либо в откидном режимах, но никак не одновременно в двух.

**Гребенка** – небольшая рейка с зубцами и ответный эксцентрик позволяют фиксировать промежуточные положения в откидном режиме открывания.

**Ограничитель поворота** — придает оконной створке устойчивость в любом открытом положении в диапазоне от 65 до 150°. Кроме того, он обеспечивает надежную фиксацию окна в крайнем открытом положении.

**Защелка** препятствует распахиванию или захлопыванию створки при порывах ветра.

**Щелевой проветриватель** – обеспечивает длительное проветривание без сквозняков.

**Поворотнo-откидной ограничитель** позволяет проветривать помещение в четырех различных положениях. Существует два вида ограничителей поворота створки на большие углы: первый позволяет створке открываться на постоянно заданный угол, чтобы створка не билась об откос; второй – открывать и фиксировать створку на разные углы поворотом ручки.

**Стопор поворота** исключает распахивание окна. Створка только откидывается. При использовании стопора поворота может применяться элемент, позволяющий

открыть створку на 5 см и зафиксировать ее в этом положении. Он необходим, если в доме есть дети, которые могут раскрыть окно.

**Детский замок** позволяет наклонять окно, но не дает возможности открыть его в повороте.

**Москитные сетки.** Наиболее простым и распространенным видом москитных сеток является **рамная сетка**. Это конструкция из алюминия, снабженная ячеистым пластиковым полотном. Она устанавливается на все виды окон: ПВХ, деревянные, алюминиевые. Большие плюсы такой разновидности сеток заключаются в том, что они просты в использовании, легко снимаются и устанавливаются обратно на место.

В основе **распашных** москитных сеток также ячеистый пластик, который установлен в раму из усиленного алюминиевого профиля. Конструкция предусматривает петли с пружинными доводчиками для крепежа, магнитную защелку и ручку. Сетка надежно защищает от насекомых, а снаружи здания практически незаметна.

Наиболее комфортные виды москитных сеток – **рулонная** и **ролетная**. Их устройство похоже на жалюзи или рольставни. Сетка находится в алюминиевом коробе, в кассете с пружинным или пружинно-цепочным натяжением. Установив сетку, не придется задумываться о том, куда поместить ее на зиму, она не занимает места. При открытии движение происходит по боковым направляющим, и сетка фиксируется с помощью специальных элементов крепежа. Монтаж производится либо на откос, либо в откос оконной конструкции.

### Выбор материала профиля окна

В настоящее время основными видами профиля, используемыми для производства окон являются пластиковый (ПВХ), деревянный и алюминиевый.

**ПВХ-профиль.** Этот пластиковый профиль на сегодняшний день – безусловный фаворит при производстве окон. Он практичен, надежен, замечательно смотрится как снаружи, так и изнутри, а по сравнению с другими материалами относительно дешев.

Пластиковые окна универсальны как с точки зрения их стоимости (здесь практически каждый может подобрать себе окна в соответствии со своими финансовыми возможностями), так и с точки зрения дизайна и функциональности. Кроме того, их можно изготовить практически любой конфигурации. Твердый ПВХ является химически инертным веществом, с экологической точки зрения практически безопасным, что обусловило его широкое распространение.

Хотя пластик, в отличие от дерева, нельзя назвать «живым», «теплым» материалом, пластиковые окна имеют целый ряд достоинств: долговечность, устойчивость ко всем видам метеорологических воздействий, герметичность всех швов и стыков, высокие показатели по теплоизоляции и звукоизоляции, пожаробезопасность.

**Уход за рамой из ПВХ, стеклопакетом, уплотнителями.** За пластиковым профилем и стеклопакетом не требуется никакого специального ухода, за исключением защиты от любых механических воздействий. Для продления срока

эксплуатации рекомендуется придерживаться правил ухода за окнами, а именно: необходимо самостоятельно проводить обслуживание оконных конструкций: смазывать подвижные элементы фурнитуры средствами, не содержащими смолы; осматривать и очищать резиновый уплотнитель; очищать дренажные (водоотводные) отверстия от грязи; для увеличения срока эксплуатации москитной сетки снимать ее на зимний период, по необходимости, но не реже одного раза в год, промывать ее теплым мыльным раствором;

по завершении монтажных работ желательно в течение 10 дней удалить защитную пленку с внутренней и внешней сторон окна. Клеящее вещество защитной пленки подвержено воздействию погодных условий и солнечного излучения, результатом которого может быть в дальнейшем затруднительное удаление пленки с оконной рамы.

**Очистка профиля.** Одно из преимуществ оконного профиля из ПВХ – это то, что он очень легко моется. Но любыми средствами профиль мыть нельзя. Категорически не рекомендуется использовать порошковые и шлифующие чистящие средства, т. к. из-за них пластиковая поверхность может стать «шероховатой», а также средства, содержащие кислоты, ацетон, бензин или растворители. Для продления срока службы окна рекомендуется использовать очистители, специально предназначенные для этого, а также средства, разводимые водой, которые обычно применяются в быту для мытья посуды.

**Очистка стекол.** Чтобы исключить возможность повреждения поверхности стеклопакета, не следует удалять загрязнения со стекол твердыми или острыми предметами. Необходимо применять специальные средства для очистки стекол, не содержащие агрессивные компоненты, растворитель или едкую щелочь. Внутренняя поверхность стекол стеклопакета не загрязняется, поэтому очистки не требует.

**Очистка резиновых уплотнителей.** Стандартные уплотнители изготовлены из каучука (EPDM), в основном окрашенного в черный цвет. Для сохранения эластичности необходимо два раза в год очищать резиновые уплотнители от грязи, с помощью водного раствора обычных чистящих средств, применяемых в быту, или средств, содержащих силиконовое масло или глицерин. Ни в коем случае не допускается очистка прокладок растворителями. Если с течением времени прокладки потеряли эластичность или потрескались, то их следует заменить на новые. При правильной эксплуатации это может произойти не раньше, чем через 5 лет.

**Алюминиевый профиль.** Производство разнообразных алюминиевых оконных систем и дверей стремительно развивается и приобрело популярность у потребителей благодаря особенностям алюминия и его богатым конструктивным возможностям. Фасады, витражи, зимние сады, перегородки, двери, окна, раздвижки, «гармошки» – вот неполный перечень конструкций, изготавливаемых из алюминиевого профиля.

Так называемый «**теплый**» **алюминиевый профиль** с надежной термоизоляцией строительных конструкций применяется при внешних работах для изготовления

окон, дверей, фасадов. В «теплых» профилях наружная и внутренняя оболочки соединены между собой термомостом или термовставкой (не менее 12 мм), который имеет большое сопротивление теплопередачи. Толщина стенок в «теплом» алюминиевом профиле от 1,3 до 1,9 мм. «Теплый» профиль позволяет установить как одинарное стекло, так и стеклопакеты (толщиной от 20 до 28 мм), а также заполнить проем с помощью алюминиевой вагонки или пластиковой сэндвич-панели.

В жилищном оконном строительстве используют, естественно, «теплый» вариант. Конструктивно внутри алюминиевого оконного профиля имеются воздушные камеры. Чем их больше, тем теплее профиль. Но алюминий сам по себе материал теплопроводный, и наличие в нем просто полых камер, как, например, в пластиковом профиле, недостаточно для эффективного энергосбережения. Поэтому в «теплом» варианте алюминиевый профиль с помощью изолирующих перемычек принудительно как бы «разрывают» на две части, а полые камеры наполняют теплоизолирующим материалом. Получаются очень надежные оконные переплеты, которым можно придать любую форму и как угодно отделать. Они великолепно подходят для остекления больших фасадных поверхностей и для обрамления проемов сложной конфигурации.

**«Холодный» алюминиевый профиль** (без термовставки), не требующий термоизоляции, применяется при изготовлении внутренних перегородок, витрин, ограждений, веранд, балконов и других строительных конструкций. С использованием «холодного» профиля можно установить одинарное стекло (4–6 мм), стеклопакеты (толщиной от 17 до 24 мм), заполнить проем, применив алюминиевую вагонку или пластиковые сэндвич-панели.

К основным преимуществам алюминиевых окон и дверей относятся:

долговечность;

высокая прочность при низком удельном весе; устойчивость против коррозии, деформации, ультрафиолетового излучения;

широкие конструктивные возможности – производство окон и дверей больших размеров, различной конфигурации и способов открывания;

теплосберегающие свойства; удобство в эксплуатации; огнестойкость.

Алюминиевый профиль – лучшее решение для остекления больших площадей, лоджий или балконов, изготовления таких сложных конструкций, как зимние сады. Такое остекление надежно защищает от шума, грязи, дождя и снега.

Служит алюминиевый переплет дольше, чем пластик или дерево, кроме того, его очень легко ремонтировать, поскольку практически любую часть алюминиевой рамы можно заменить без проблем прямо на месте. Но главное его преимущество заключается в абсолютной пожаробезопасности.

**Деревянный профиль.** Современные деревянные рамы для стеклопакетов разительно отличаются от тех, которые устанавливались в домах несколько десятков лет назад. Новые технологии изготовления придали натуральному дереву

влагостойкость и сделали его конкурентоспособным пластику. Деревянный профиль практически не гниет, не подвержен деформации, ему не страшны грибковые микроорганизмы. В качестве его основы используется клееный трехслойный брус, предварительно идеально высушенный и защищенный от гниения специальной масляной пропиткой, проведенной под вакуумом в специальной камере.

Древесина является природным экологически чистым материалом, не сравнимым по этому параметру ни с одним другим. Однако деревянные окна являются самыми дорогими из всех не только в силу высокого уровня престижности и экологической безопасности. Дело также в том, что процесс изготовления современного деревянного окна, выполненного в полном соответствии с необходимым технологическим регламентом, требует значительных как материальных, так и временных затрат.

Для производства деревянных окон используется древесина как лиственных, так и хвойных пород. Из хвойных наиболее часто используются сосна, лиственница, пихта, ель, сибирский кедр, из лиственных – дуб, бук, ясень.

**Процесс изготовления деревянного окна** начинается с доставки обрезного пиломатериала. Затем производится сушка дерева в специальных конвекционных сушильных камерах под контролем уровня влажности и внутренних напряжений в материале. Следующий этап – калибрование (строгание) доски, выпиливание дефектов и пороков древесины (сучков, смоляных кармашков, синевы). Затем производится нарезание шипа на заготовках, подбор ламелей по направлению волокон, нанесение клея на шиповое соединение и продольное сращивание заготовок на ламельном прессе, калибрование ламелей, нанесение клея и склейка бруса в прессе для поперечного сращивания.

Все перечисленные процессы относятся к подготовительным, в результате которых производитель получает заготовки для производства оконной конструкции. Изготовление окна включает ряд столярных и монтажных работ, а также антисептическую обработку. Таким образом, производство деревянных оконных конструкций требует достаточно высоких затрат, что и определяет высокую стоимость деревянных окон.

**Профилактические работы** по уходу за деревянными окнами включают в себя:

- смазку всех движущихся деталей оконной фурнитуры;
- проверку уплотняющих прокладок на предмет их повреждения (в случае необходимости должна проводиться замена), 1–2 раза в год уплотнитель необходимо обрабатывать средствами на основе вазелина, которые сохраняют его эластичность;
- чистка деревянного окна не должна производиться моющими средствами, содержащими кислоту, разъедающие вещества или абразивы. Недопустимо обрабатывать окна нитролаками, органическими растворителями и разбавителями лака. Рекомендуется использовать специальные средства для деревянных окон.



В большинстве случаев профилактические работы не являются трудоемкими, однако они позволяют избежать впоследствии дорогостоящего ремонта и замены окон. Уплотняющие профили между переплетами и рамами, а также уплотнители стеклопакетов не красятся. При попадании на них краски ее необходимо немедленно удалить, так как уплотнители могут потерять свою эластичность.

Помните, при хорошем уходе деревянные окна могут служить более 50 лет.

К числу основных преимуществ деревянных окон и дверей относятся:

экологически чистый материал;

долговечность и прочность при небольшой объемной массе;

низкая теплопроводность материала (позволяет значительно снизить потери тепла);

низкая звукопроводность (высокие шумопонижающие характеристики);

эстетическая привлекательность натурального материала, его богатые дизайнерские возможности и легкость в обработке;

высокая морозостойкость;

ремонтпригодность.

Растущий спрос на деревянные окна удовлетворяют как отечественные производители, так и импортеры. Причем отечественная промышленность активно вытесняет иностранцев по большинству позиций, за исключением сегмента дорогой продукции, при изготовлении которой используются ценные и экзотические породы древесины. В данное время примерное соотношение импортной и отечественной продукции оценивается специалистами как 1:3 в пользу местного производства (в количественном выражении).

**Деревоалюминиевый профиль.** Стеклопакеты, обрамленные деревоалюминиевыми рамами, считаются окнами новой генерации. Идея такой конструкции заключается в использовании алюминия для защиты дерева от внешних воздействий. Предварительно хромированный алюминиевый профиль – либо анодированный, либо покрытый термокраской – как бы накладывается на деревянный несущий профиль и закрывает его от непогоды и слишком сильного ультрафиолетового излучения. Древесина в этом случае используется сосновая, подвергнутая двойной вакуумной обработке и пропитке. Воздушная прослойка (55–85 мм) между деревянной и металлической рамами создает, можно сказать, максимальную тепло- и звукоизоляцию. Получается долговечное, ремонтпригодное и в то же время очень эстетичное оформление окна, которое снаружи смотрится достойно, а внутри радует облагороженным, но привычным натуральным деревом. Стоимость таких профилей несколько ниже чисто алюминиевых, но, естественно, дороже просто деревянных.

## Обрамление окна

Для того чтобы оконный проем выглядел привлекательно, помимо собственно окна, следует уделить внимание его окружению: откосам, подоконнику, жалюзи.

**Подоконники.** Подоконная доска (в просторечии подоконник) – немаловажная деталь жилья в целом и оконной системы в частности.

Как технический элемент оконной системы подоконник препятствует попаданию холода в помещение извне и, наоборот, утечке тепла изнутри. Он заставляет изгибаться конвекционные потоки теплого воздуха, поднимающиеся вверх, и увеличивает толщину теплой воздушной прослойки возле окна и прилегающего к нему участка стены. По откосу подоконника стекает водяной конденсат, если он образуется на стеклах. Этот конструктивный элемент значительно облегчает процесс обслуживания окна (при мытье стекол, открывании и закрывании фрамуги и форточки, развешивании штор и т. д.). Наконец, на подоконнике можно установить бытовые приборы, цветочные горшки, безделушки и прочие приятные и нужные мелочи.

Следовательно, речь идет о заметном элементе интерьера любого дома. Подоконник скрывает разницу между толщиной стены и оконной коробки, организует переход от внутреннего пространства помещения к внешнему миру. Не зря к этой вроде бы скромной детали всегда так внимательны архитекторы и дизайнеры.

Традиционно подоконники изготавливаются из дерева, подвергнутого предварительной пропитке и защищенного различными лакокрасочными покрытиями. Помимо этого, все большей популярностью пользуются модели из ПВХ-профиля, ламинированной МДФ-плиты, натурального камня и композитных материалов. Как правило, подоконники поступают в продажу в виде длинных обработанных полотен стандартной ширины и толщины, а по длине нарезаются под заказ.

**Деревянные подоконники.** Качество готового деревянного подоконника во многом зависит от качества древесины и условий ее сушки. Такие породы дерева, как клен, лиственница, сосна, идут на изготовление щита, склеенного из ламелей (дощечек) путем сращивания их на мини-шип в вертикальной или в горизонтальной плоскости. Сегодня на рынок пришли новые технологии. Из клееных элементов стало возможным изготавливать конструкции почти без ограничений размеров и форм. Прочность клееных изделий гораздо выше аналогичных цельнодеревянных.

Деревянные подоконники хорошо сохраняют тепло, имеют эстетичный внешний вид, создают уют в комнате. Но у них есть, к сожалению, большой недостаток – они боятся длительного контакта с водой.

Для наиболее качественных подоконников применяют массив древесины ценных пород – дуба, бука, ясеня, вишни, клена, каштана, красного дерева. Самые распространенные подоконники – из сосны, дуба и бука. Выбор широк, и, естественно, чем экзотичнее материал, тем дороже конечный продукт.

В ходе производственного процесса древесина подвергается сушке, полировке, поверхность обрабатывается мастикой из натуральных растительных масел и воска. Восковой слой придает изделию водонепроницаемость.

Деревянные подоконники, как уже отмечалось, довольно прихотливы в уходе. Их нельзя сильно смачивать водой, очищать абразивными средствами, растворителями. Пыль стирают сухой или чуть влажной тряпочкой. Раз в 3–5 лет желательно наносить на поверхность подоконника дополнительный слой лака, краски или воска (существуют и специальные средства).

Для тех, кто очень хочет иметь деревянные подоконники, но ограничен в средствах, производители предлагают компромиссный вариант: накладку из твердой плиты HDF (толщиной 10 мм), к которой приклеивается шпон древесины (2 мм).

**Пробка.** До недавнего времени покрытия из коры пробкового дуба были большой редкостью, а сейчас они вполне доступны, и их применение в оформлении интерьеров стало одной из модных тенденций. Основой панелей для отделки откосов служит влагостойкий гипсокартон толщиной 12 мм, подоконников – плита МДФ (30 и 40 мм), толщина пробкового шпона – 3 мм. Пробку покрывают воском либо полиуретановым лаком.

Кроме вышеупомянутых, для изготовления подоконников используют **пластик, натуральный камень** и другие материалы. Сравнительная характеристика подоконников из различных материалов приведена в таблице 3.

**Откосы** – это пространство между внутренней стеной квартиры и самим окном. По ширине откосы бывают разные, но чаще всего не превышают 60–80 см. Подбираются откосы чаще всего под цвет, а также под материал окна: пластик к пластику, дерево к дереву, штукатурные откосы подходят практически ко всем типам окон.

**Пластиковые откосы** в последнее время получили широкое распространение, в основном устанавливаются к пластиковым (ПВХ) окнам. При использовании качественных материалов и утеплителей прекрасно держат тепло.

Раньше пластиковые откосы устанавливали из **легкого, полого внутри, пластика**. Это вызывало массу неудобств, откос можно было легко проткнуть локтем, если не аккуратно облокотиться на него, к тому же он практически не утеплял окно.

На смену легкому пластиковому откосу пришел новый усовершенствованный вид – **сэндвич-панель**. Внутри такого откоса находится пористое трехслойное пенонаполнение, обеспечивающее отличную звуко- и теплоизоляцию.

**Штукатурные откосы** – устанавливаются на все типы окон, хорошо держат тепло и неприхотливы в обслуживании. Минусы – при некачественной установке или при усадке дома могут давать небольшие трещины.

**Деревянные откосы** — производятся из различных пород дерева, в основном из ценных, устанавливаются в подавляющем большинстве к деревянным окнам и подоконникам. Деревянные откосы требуют филигранной точности при монтаже, очень капризны в обслуживании, поэтому и ставятся не часто.

Таблица 3

Материал подоконника	Достоинства	Недостатки
Дерево хвойных пород	Сравнительно невысокая цена. Высокая прочность на изгиб. Возможность ремонта. Является хорошим теплоизолятором.	Невысокая стойкость к образованию царапин и вмятин. Требуется систематического восстановления покрытия.
Дерево твердо-лиственных пород	Выразительная текстура. Высокая прочность, стойкость к образованию вмятин и царапин. Возможность ремонта. Является хорошим теплоизолятором.	Высокая цена. Требуется систематического восстановления покрытия.
Пластик, покрытый ПВХ-пленкой	Невысокая цена, абсолютная стойкость к воздействию влаги. Легкость монтажа. Является теплоизолятором.	Высокий коэффициент теплового расширения (сжатия). Нестоек к локальным механическим воздействиям. Невозможность реставрации.
Пластик, покрытый меламиновой пленкой	То же, что и у покрытого пленкой ПВХ. Высокая стойкость к локальным механическим воздействиям и воздействию химических веществ. Антистатичность (не притягивает пыль).	Высокий коэффициент теплового расширения (сжатия). Невозможность реставрации.
Натуральный камень	Классическая красота и элегантность, ярко выраженная текстура, широкая цветовая палитра. Возможность ремонта.	Высокая цена. Ломкость, пористость (подвержен загрязнению), неоднородность. Не является теплоизолятором. Сложность изготовления и монтажа.

Акриловый камень	Широкая цветовая палитра и разнообразие форм. Прочность. Стойкость к воздействию влаги, химических и красящих веществ. Возможность ремонта. Является теплоизолятором.	Высокая цена. Отсутствие стойкости к локальным механическим воздействиям. Со временем выцветает (стойкость к выцветанию зависит от ценовой категории).
Ламинированные МДФ, ДСП	Стойкость к образованию царапин и вмятин. Являются теплоизоляторами.	Невозможность ремонта. При повреждении покрытия подвержены воздействию влаги.
МДФ, ДСП, облицованные шпоном	Внешне неотличимы от подоконников из массива дерева. Стойкость к локальным механическим воздействиям. Являются теплоизоляторами.	Сложность ремонта. При повреждении покрытия подвержены воздействию влаги.
МДФ, ДСП с пробковым покрытием	Оригинальная текстура. Высокая влагостойкость. Являются хорошим паро- и теплоизолятором.	Сложность ремонта. При повреждении покрытия подвержены воздействию влаги.

Стоимость отделки окон – определяется несколькими факторами: ширина откосов, погонаж (сколько погонных метров в окне), материал исполнения (дерево, пластик, штукатурка), доставка и установка.

**Жалюзи.** Жалюзи в равной степени сочетают в себе как декоративные, так и защитные свойства, а также удобны в использовании. Их не надо стирать и гладить, они эффективнее, чем классические шторы или гардины, защищают помещение от грязи и пыли и, кроме того, обладают прекрасными шумопоглощающими и солнцезащитными свойствами. Все это является определяющими критериями при выборе драпировки окон.

Современные жалюзи поражают разнообразием. Отдать предпочтение определенной модели подчас бывает нелегко, тем более, что на рынке появилось немало новинок – таких как вертикальные блестящие жалюзи из стеклоткани, отличающиеся пожаро-устойчивостью, или практически «вечные» рулонные

жалюзи с тефлоновым покрытием. Но, несмотря на это, все жалюзи делятся на три основных типа: горизонтальные, вертикальные и рулонные.

**Горизонтальные жалюзи.** Это классический вариант драпировки окон, давно используемый в офисных помещениях. Традиционно такие жалюзи изготавливаются из металла или из пластика, реже из дерева. Они удобны тем, что позволяют закрыть как весь оконный проем, так и его часть. Среди горизонтальных жалюзи существуют также модели, адаптированные к стеклянным дверям, или используемые как перегородки в комнате.

Основной элемент всех жалюзи (за исключением рулонных, выполненных из сплошного полотна) – *ламели* – полосы материала из пластика, ткани, металла или дерева. На горизонтальных жалюзи они расположены параллельно полу. По конструкции жалюзи горизонтального типа просты: между карнизом и нижней планкой располагаются ламели, горизонтальные полосы соединяет лесенка (специальная нить), все это дополняется веревкой и ручкой управления. В верхнем карнизе находится кронштейн и поворотный механизм. Ламели таких моделей можно поднять, опустить, а также развернуть на 180 °С. Обычно горизонтальные жалюзи снабжены универсальным кронштейном, который позволяет при необходимости крепить их и к горизонтальной, и к вертикальной плоскостям.

Ширина ламелей обычно составляет 25 мм, но встречаются также ламели шириной 16 и 50 мм. Ширина самих жалюзи принципиального значения не имеет и соответствует стандартным оконным размерам. Впрочем, большинство компаний, занимающиеся их производством, может изготовить любое изделие по индивидуальным размерам.

Однако среди проверенных временем достоинств горизонтальных моделей можно обнаружить и некоторые недостатки. Например, в закрытом виде эти жалюзи практически не пропускают свет. Если такое свойство иногда незаменимо в домашних условиях, то офис, лишенный естественного освещения, становится излишне мрачным. Другой минус горизонтальных жалюзи – «полосатое» освещение. Когда ламели открыты наполовину, они слабо рассеивают солнечный свет. Некоторые врачи считают такое освещение вредным для зрения. Кроме того, закрытые горизонтальные жалюзи не позволяют открываться оконным рамам. Исключения составляют жалюзи, расположенные на створках.

**Вертикальные жалюзи** сложнее по своему устройству, чем горизонтальные. Несмотря на это, сфера применения вертикальных моделей значительно шире. Это объясняется изощренностью дизайна и большим удобством в использовании. Материал, из которого изготавливаются ламели вертикальных жалюзи, может быть самым разнообразным, начиная от воздушного тюля и заканчивая специально обработанным пластиком. Реже встречаются деревянные и металлические жалюзи.

Вертикальные модели состоят из карниза, бегунков, грузиков, цепочки и веревки управления. Карниз (как правило, алюминиевый) – несущая часть всей конструкции. На закрепленные на карнизе бегунки (их производят только из пластика, но встречаются бегунки с металлической ножкой), подвешиваются ламели. Бегунки –

важная деталь в жалюзи, от их качества зависит работоспособность всего механизма.

Ширина вертикальных ламелей обычно составляет 89 мм, но встречаются полосы и по 127 мм. Ширина и высота самих жалюзи может быть самой разнообразной.

**Рулонные жалюзи** в интерьере применяются значительно реже. Это объясняется, прежде всего, сложностью ухода и большей уязвимостью перед механическими повреждениями. Тем не менее, эта разновидность жалюзи также занимает свою нишу в оформлении офисных и жилых помещений.

Рулонные жалюзи регулируются при помощи цепи управления, которая приводит в движение вал с намотанной тканью. Вес рулонных жалюзи, как правило, очень небольшой, поэтому управлять ими легко. С другой стороны, именно из-за такого типа конструкции эти жалюзи значительно сложнее чистить или мыть.

Выделяют два вида рулонных жалюзи: *пропускающие* и *не пропускающие свет* (так называемые black-out). В некоторых случаях, когда требуется быстро менять освещенность, имеет смысл установить и те, и другие. Ко всему прочему рулонные жалюзи прекрасно сочетаются с гардинами.

К преимуществам рулонных жалюзи следует отнести их стоимость, которая ниже, чем у обычных моделей, а также огромный выбор расцветок (с рисунком, без рисунка, однотонные, многоцветные). Нижний край жалюзи необязательно должен быть прямым, как у горизонтальных или вертикальных, существует множество шаблонов для его фигурной обрезки. При желании рулонные жалюзи можно оборудовать электромеханизмом для дистанционного управления.

**Выбор жалюзи.** При выборе жалюзи следует руководствоваться двумя основными правилами: понравившаяся модель должна соответствовать месту установки и стилю самого помещения.

Если говорить о практичности и функциональности, то в этом плане, безусловно, лидируют горизонтальные жалюзи. Они чаще всего используются в офисах и производственных помещениях.

Вертикальные жалюзи могут использоваться в любой комнате и в любом интерьере. Экспериментируя с формой и цветом, можно легко подобрать то, что необходимо. Особенно стильными жалюзи поможет сделать драпировка ламбрекенами или обычными занавесками.

Выбирая жалюзи, следует учитывать свойства материала, из которого они изготовлены. В кабинете руководителя и комнате для переговоров рекомендуется использовать дорогие *жаккардовые ткани*, очень эффектно будут смотреться жалюзи с нанесенным логотипом компании. Помещения для персонала и коридоры можно оформить жалюзи из *простых* или *нетканых материалов*, предпочтение обычно отдается пластику.

Совсем редкий гость в наших краях – *деревянные жалюзи*. У них немало преимуществ: натуральный, долговечный материал, презентабельный вид, практичность, и всего один недостаток – слишком высокая цена.

Традиционно считается, что санузлы лучше оборудовать жалюзи из *пластика* или *металла*, самыми влагостойкими и простыми в уходе. В помещении для презентаций, где установлены видео-и акустические системы, больше всего подойдут тканевые, а не металлические или пластиковые жалюзи. Возможен комбинированный вариант – рулонные жалюзи «black-out» для затемнения с обычными вертикальными жалюзи.

Важным преимуществом жалюзи является возможность их крепления не только под потолком, но и в оконном проеме. Комната будет зрительно казаться больше, однако придется смириться с тем, что ламели занимают весь подоконник. Такой вариант в сочетании с горизонтальными ламелями обычно практикуют в офисах с ограниченным пространством из-за экономии места. Если жалюзи крепятся внутри оконного проема, то при расчете размеров нужно отнять несколько сантиметров от его высоты, чтобы ламели не ложились на подоконник. Закрепляя жалюзи к стене над окном, расстояние между полом и жалюзи лучше всего оставить не менее 5 см.

Определившись с типом жалюзи, их размером, материалом и расцветкой, которые гармонично впишутся в интерьер, необходимо позаботиться об их совместимости с окном. Например, если выбор пал на вертикальные жалюзи, нужно решить, в какую сторону они будут открываться. Не последнее значение имеет форма окна и особенности самой комнаты. Для больших окон лучше всего использовать жалюзи с широкими ламелями, для маленьких – с узкими.

## Двери

В современном доме двери являются одной из самых выразительных деталей интерьера. Поэтому к установке дверей и оформлению проемов сегодня предъявляют довольно жесткие требования. Ведь от того, как новые двери будут установлены, зависит не только общее впечатление об интерьере отремонтированной квартиры, но и удобство и безопасность жильцов.

## Входные двери

Человек, принимая решение установить в помещении бронированную дверь, думает в первую очередь о безопасности. Во-вторых, о том, что такая дверь служит долго, по крайней мере несколько десятков лет, и не будет доставлять особых проблем. В-третьих, обладает хорошими звуко- и теплоизоляционными свойствами. Помимо этого, двери – это не только надежная защита, но и элемент дизайна.

Все **металлические входные двери** можно классифицировать по ценовым категориям: двери эконом-класса, бизнес-класса и элитные. *Эконом-класс* – стандартные входные двери, функциональные и недорогие, обладающие достаточной прочностью и хорошими противовзломными характеристиками. Как правило, обработка таких дверей самая простая. *Бизнес-класс* – входные двери, отвечающие повышенным требованиям безопасности. Они могут быть оснащены дополнительными секретными замками и бронированными накладками. **Элитные двери** по уровню безопасности и оснащения практически не отличаются от бизнес-

класса, но для их производства используются более прочные сорта стали, дорогая отделка.

По степени устойчивости к вскрытию двери подразделяют на следующие классы: 1-й класс – специалисту невозможно вскрыть дверь только с использованием физической силы и простейших инструментов; 2-й класс – специалист не может вскрыть дверь с использованием любых инструментов (молоток, зубило, лом), кроме специальных электрических; 3-й класс – специалист не может вскрыть дверь с использованием любых инструментов, включая электрические, мощностью не более 500 Вт; 4-й класс – дверь должна обеспечивать пуленепробиваемость (защиту от любого вида стрелкового оружия, кроме специального (противотанкового)). Металлические двери 5-го и 6-го классов взломостойкости применяются для устройства и сохранности ценностей в банках.

Для того чтобы соответствовать хотя бы первому классу устойчивости к взлому по вышеуказанному стандарту, **защитная стальная дверь** должна обладать следующими свойствами: конструкция двери должна представлять собой каркас из стального прямоугольного профиля с дополнительными ребрами жесткости; обшивка двери должна состоять из двух стальных (лучше холоднокатаных) листов толщиной не менее 2,5 мм каждый; дверь должна быть оснащена двумя замками разных систем, один из которых сейфовый; конструкция двери должна обеспечивать затрудненный доступ к замкам и их ригелям.

Конструкция **бронированных дверей** аналогична: два листа стали, соединенные между собой ребрами жесткости, но бронированные – пуленепробиваемые (различаются видом стали). Кроме таких внешних характеристик, бронированная дверь также обладает рядом качеств, обеспечивающих ей большую устойчивость к механическому взлому. Чаще всего с этой целью внутреннюю часть дверного полотна наполняют армированным сталефибробетоном. Замки на бронированных дверях тоже особенные – отличаются от обычных высокой степенью защиты. Запор имеет 4—10 подвижных ригелей – стальных прутьев диаметром 20–30 мм, которые при запирании механизма замка заходят в стальную раму и плотно фиксируют.

Технология производства бронированных дверей достаточно сложная, стоят они существенно дороже обычных металлических, поэтому приобретать такую продукцию следует только после консультации со специалистом. Каждая из моделей таких дверей проходит испытание разными видами огнестрельного оружия, и в зависимости от результатов экспертизы им присваивается определенный класс бронезащиты (П-1—П-4) (см. таблицу 4).

#### **Таблица 4**



Класс бронезащиты	Тип оружия	Калибр, мм	Начальная скорость пули, м/с	Масса пули, г
П-1	Пистолет ПМ	9,0	305—325	5,9
П-2	Пистолет ТТ	7,62	410—445	5,5
П-3	Автомат АКМ	7,62	705—725	7,9
П-4	Снайперская винтовка СВД	7,62	815—840	9,6

Кроме пуленепробиваемых, есть еще **взрывобезопасные двери**, в которых ребра жесткости расположены таким образом, что конструкция устойчива к взрывам.

**Петли.** Важным элементом стальной двери являются петли. Поскольку подавляющее большинство стальных дверей открывается наружу, то снаружи привариваются и петли. Существуют также скрытые петли, которых не видно ни снаружи, ни внутри. При установке и выборе петель следует обратить внимание, чтобы они содержали либо опорный подшипник, либо опорный закаленный шарик. Это – гарантия от истирания петель, одной из причин крайне неприятного явления – проседания двери.

**Дверная цепочка** — приспособление, с помощью которого можно открыть дверь на безопасное расстояние. Для большей безопасности на дверь ставят классическую цепочку с крючком на конце. Она прикрепляется к дверному каркасу, а на дверь ставится щеколда для крючка. Длина цепочки, которая зависит от числа звеньев, определяет, насколько можно приоткрыть дверь, например на 5—15 см.

Не так давно появился новый вариант дверной цепочки. Она похожа на длинную металлическую петлю, слегка расширяющуюся у основания. Одна часть крепится к коробке, а на дверь приворачивается металлический крючок с шариком на конце. Если нужно приоткрыть дверь на безопасное расстояние, петля накидывается на палочку с шариком, который легко входит в расширение у основания. Когда дверь приоткрывается, шарик скользит по более узкому месту до конца петли и не дает распахнуть дверь. Чтобы впустить посетителя, надо снова закрыть дверь, откинуть петлю и опять открыть.

**Дверной глазок** – устройство, с помощью которого можно, не открывая входную дверь, осмотреть лестничную площадку. Основная характеристика глазка – угол обзора. Чем он больше, тем лучше. Самый большой угол обзора – 180°, самый маленький – около 120°. Для установки глазка нужно обязательно знать толщину двери: это от 35 до 60 мм для обычных дверей и 85 мм для усиленных металлических. Поэтому «туловище» глазков делают разной длины, а также разных диаметров, чтобы можно было установить глазок на любую дверь.

Кроме этого, у каждого глазка есть резьба, регулирующая длину. Оптика глазка может быть стеклянной или пластмассовой (естественно, стеклянные глазки прочнее и меньше царапаются), а «тело» делают металлическим или пластмассовым. Материал, из которого сделан глазок, влияет и на качество глазка, и на цену. По отзывам специалистов, глазки из металла и стекла самые надежные, но и самые дорогие.

**Утеплитель и уплотнитель.** Внутри двери обязательно должен присутствовать утеплитель, который также выполняет функции поглотителя звука. Одними из лучших утеплителей и звукопоглотителей являются различные типы минеральной ваты, желательнее только, чтобы в них не присутствовало стекловолокно. Эти материалы экологически чисты, не горят, а при высокой температуре не выделяют токсичных веществ.

Для изоляции от звуков, холода и запахов лучше всего применять резиновый уплотнитель (специальный дверной) по периметру двери. Совершенно непригоден для этой цели оконный самоклеящийся уплотнитель.

Не менее важна и качественная заделка щелей между рамой двери и стеной, а также заполнение самой рамы. Наиболее эффективным материалом для этого является бетон. Также, заботясь о тепло- и шумоизоляции, нужно обратить внимание на технологию установки двери.

**Выбор дверного замка.** Современный замок – это изделие, имеющее сложную комбинацию запирающих устройств или рабочих штифтов, обеспечивающих блокировку. По принципу действия замки можно разделить на три группы: механические, электромеханические и электромагнитные.

Наибольшую известность и популярность получил английский цилиндрический замок, изобретенный в 1847 году американцем Лайнусом Йейллом, благодаря небольшому плоскому ключу, который мог иметь множество вариантов конфигураций бороздок.

«Эврика», кодовый замок с пятью пальцами, защищенный от случайного набора кода, запирает когда-то один из сейфов казначейства США. Его запатентовали в 1862 году Доддз, Мэкнил и Урбан из штата Огайо. Количество букв и цифр на замке делает возможным набор 1073741824 комбинаций; чтобы все их перебрать, не прерываясь, потребовалось бы 2042 года, 324 дня и 1 час.

«Русский висячий замок» был выкован вручную в царствование последнего царя, Николая II. Большое округлое кольцо сверху – это «рукоятка» ключа, на которой есть нарезка и которая ввинчивается в замочную скважину, чтобы разблокировать запирающий механизм. Когда скоба становится в позицию запираения, вместо ключа вставляется затычка, чтобы казалось, что замочной скважины нет. Нарезная часть ключа ввинчивается затем в защитный футляр.

В первой половине 1920-х годов Уолтер Шлаге усовершенствовал концепцию цилиндрического пальцевого замка, поместив кнопочный запирающий механизм между двумя ручками. Замок Шлаге является собой совершенно иную концепцию цилиндрического замка и славится своей надежностью.

К покупке замка надо подходить осмотрительно. Особенно к дорогим зарубежным моделям: обязательной сертификации импортных замков пока не предусмотрено. Но некоторые фирмы проходят ее добровольно. Например, в США с качеством строго. Каждый год замки основных фирм проходят испытания. Одно из них выглядит так. Замок врезают в дверь, а потом трижды бьют по ней болванкой с высоты в полтора метра. Дверь с замком жгут – механизм не должен расплавиться в течение часа. Значит, если дверь выдержит, то и он не пропустит огонь в случае пожара. Наши испытания выглядят менее экзотически. Сказано в инструкции, например, что замок выдерживает 200 тыс. поворотов – так его 200 тыс. раз и поворачивают.

Для входных дверей чаще покупают немецкие замки, очень крепкие, добротные, без, как говорят, финтифлюшек. Сейчас принято покупать массивные врезные замки не с одним, а с несколькими засовами. Надо только иметь в виду, что врезной замок ослабляет саму дверь (особенно деревянную). Накладной замок, наоборот, оставляет ее в целостности и сохранности, но его слабое место – крепления. Есть американские системы, в которых несколько замков отпираются со стороны квартиры сразу, одной ручкой. Замки типа «Квиксет», «Вайзер» имеют «английские» ключи. Они дают возможность делать десятки тысяч секретов. В «Вайзере» их 90 тысяч. Но хотим вам напомнить: никакие замки не будут иметь смысла, если слабы дверь и косяк.

В продаже есть замки для внутренних помещений: у них прочное покрытие на ручках, надежный механизм, который, между прочим, не требует смазки, а значит, она не вытечет, не засохнет...

Рассмотрим теперь подробнее виды замков.

**Механические замки** — наиболее традиционные запирающие устройства, которые широко используются на наружных и внутренних дверях. По конструкции механические замки подразделяются на сувальдные, цилиндровые (английские) и дисковые.

**Сувальдные (сейфовые) замки** были известны раньше других механических запирающих устройств. Первые их представители были известны еще в Древней Персии три тысячи лет назад. Благодаря своим превосходным характеристикам сувальдные замки пользуются огромной популярностью и в наши дни. Их основная конструкция за долгие годы не претерпела значительных изменений, лишь некоторые составляющие были усложнены. Основным элементом этих замков являются **сувальды** (кодовые пластины, расположенные в корпусе замка, блокирующие его), по краям замка с одной или обеих сторон помещаются вырезы или точечные вмятины.

Запирание и отпирание механизма происходит за счет набора сувальд, которые под воздействием ключа выстраиваются в строго определенных положениях. Эти замки достаточно массивны, а значит, их не так-то просто выбить из двери. Уровень секретности зависит от количества сувальд. Как правило, качественные сувальдные замки должны иметь не меньше 6–7 сувальд. Эти замки обладают высокой

секретностью и превосходными охранными свойствами. От взлома посредством отмычки сувальдные замки защищаются увеличением количества сувальд, а также усложнением их формы. Кстати, качество сувальдного замка легко проверить прямо в магазине: достаточно внимательно изучить ключ. Лучше, если грани бороздок ключа будут прямыми, хорошо отшлифованными и без закруглений. В этом случае секретный механизм, скорее всего, выполнен качественно. При производстве современных сувальдных замков широко используется метод переменной шлифовки. Это тоже легко увидеть при изучении ключа. Нужно обратить внимание на расстояние между противоположными зубьями ключа: оно может быть постоянным или переменным. Лучше, если оно будет переменным – в этом случае будет значительно сложнее подобрать ключ или отмычку к замку.

Сувальдные замки, по сравнению с другими типами замков, обладают наивысшими взломостойкими и антивандальными характеристиками. Среди недостатков сувальдных запирающих устройств можно назвать их относительно невысокую секретность. Массивность такого замка предполагает громоздкость ключей. Еще одним недостатком сувальдного замка является его скважина, которую легко просверлить, если она не защищена специальной прочной стальной накладкой.

**Цилиндровые замки**, широко известные среди потребителей как «английские» или штифтовые, получили такое название благодаря своей конструкции. На сегодняшний день это, пожалуй, самые распространенные запирающие механизмы. «Сердцем» этих замков является цилиндр (или личинка), в котором заключен секретный механизм. Сам секретный механизм состоит из подпружиненных штифтов, пластин или шариков различного размера. Эти детали под воздействием ключа должны выстроиться в определенную комбинацию.

Уровень секретности цилиндрического замка зависит от количества штифтов, их расположения, а также от количества возможных комбинаций по высоте и точности изготовления отдельных деталей. Цилиндровые замки, как правило, имеют плоские ключи, по краям которых помещаются вырезы (зубья) либо точечные вмятины. Их количество соответствует количеству штифтов в цилиндре. Причем чем больше штифтов, тем выше секретность замка, и тем сложнее будет его открыть. При выборе цилиндрического замка для входной двери рекомендуется приобретать замок, в цилиндре которого не менее пяти штифтов. Отличительным свойством цилиндрических замков является то, что повышения уровня секретности замка можно достичь без значительного усложнения самого механизма и ключа.

Цилиндры бывают самых различных размеров, от 30 до 120 мм, что дает возможность подобрать нужный замок к дверям различной толщины. Если цилиндр вышел из строя, его замена не потребует значительных усилий и материальных вложений. Однако есть у цилиндрических замков и слабые места. Например, уязвимым местом цилиндрического запирающего механизма является сам цилиндр. Его легко выбить из двери, выломать, просверлить механизм.

Для защиты цилиндров и их внутренних механизмов от выбивания, высверливания внутрь цилиндра устанавливаются специальные закаленные штифты, шайбы и щитки, что, естественно, сказывается на конечной стоимости замка. Английские замки

обладают повышенной секретностью, однако их охранные и антивандальные свойства невысоки – даже простая спичка или иной посторонний предмет может испортить замок. Ключи цилиндрических замков требуют к себе очень бережного обращения – появление крупной царапины может вывести ключ из строя.

Цилиндрические замки могут быть с одним или двумя цилиндрами. Как правило, открыть один цилиндр невозможно, если в другой вставлен ключ. Среди современных цилиндрических замков в последнее время огромной популярностью пользуются замки с так называемым крестообразным ключом. Это объясняется компактностью такого ключа, а также повышенным уровнем секретности.

Некоторые специалисты относят к цилиндрическим *дисковые замки*, поскольку их секретный механизм имеет форму цилиндра. Однако принципиальным отличием является то, что вместо штифтов в данном типе замков используются диски, которые имеют различную форму. Угол их поворота задается бороздками на ключе. Эта конструкция обеспечивает очень высокий уровень секретности и делает практически невозможным вскрытие такого замка с помощью отмычки. Дисковый замок практически не боится пыли, грязи, влаги и низких температур, так что его смело можно использовать на улице. Высокие антивандальные свойства дисковых замков выгодно отличают их от цилиндрических, однако они «не любят» силовых воздействий и требуют дополнительной защиты.

**Электронные замки.** К сожалению, следует признать, что в последнее время число краж из квартир и коттеджей резко возросло. Причем, довольно часто вскрытые замки оказываются неповрежденными, что говорит о том, что при их открывании, скорее всего, использовались имитирующие ключ отмычки. Случается, что преступникам удается на короткое время завладеть ключами хозяина и быстро сделать с них слепки, после чего по слепкам изготавливается любой, даже самый сложный ключ. Нередки случаи, когда цилиндрический механизм замка попросту высверливают или выбивают. Подавляющее большинство замков английского типа оказывается совершенно беззащитным перед таким элементарным видом воздействия.

Более сложные замки, которые не удастся вскрыть отмычкой или высверлить их цилиндрический механизм, могут быть вскрыты и другим способом. Практически любой замок имеет так называемую «болеву точку». Сверление в этой точке приводит к частичному или полному разрушению его механизма. Поэтому важно стараться не использовать широко распространенные модели замков, которые можно распознать с внешней стороны двери. Еще один способ затруднить открытие двери – установить на двери, как минимум, два замка с разным принципом действия. Например, один – механический, а другой – электронный.

Некоторые модели электронных замков не имеют вообще никаких элементов, видимых снаружи помещения. В этом случае не определяется даже наличие на двери замка. Естественно, трудно воздействовать на замок, не видя его и не зная его конструкции. Существует довольно много различных типов электронных замков для защиты квартир и коттеджей, которые представляют собой металлическую «таблетку», закрепленную в пластиковом брелоке. Для открывания двери

достаточно коснуться электронным ключом небольшого металлического «пяточка», расположенного рядом с дверью. Отметим, что электронные замки можно устанавливать как на деревянные, так и стальные двери.

### Межкомнатные двери

При выборе полотна для межкомнатных дверей специалисты рекомендуют обратить внимание на то, чтобы она сочеталась с дизайном стен, пола, мебели. Дверь должна визуально «замыкать» в единое целое все жилое пространство. При этом вовсе не обязательно, чтобы все дверные полотна в одном помещении были одинаковыми. Но при установке разных дверей нужно следить за тем, чтобы они были выполнены в одном стиле и гармонировали с интерьером.

Внутренность дверных полотен межкомнатных дверей может быть заполнена разнообразными материалами. Чаще всего двери изготавливают либо из *цельной древесины*, либо из *каркаса* (обычно из древесины хвойных пород), *облицованного панелями*. Обычно полость между панелями каркасно-клееных дверей заполняют картоном, сложенным зигзагом (сотами). Также в дверной полости могут находиться плиты ДВП или МДФ. Такие двери называют *комбинированными*. Кроме этих типов дверей довольно широко распространены *пластиковые* или *металлопластиковые* двери.

Так же межкомнатные двери делят на «*глухие*» (со сплошным дверным полотном) и *остекленные* (с вмонтированными прозрачными, тонированными стеклами либо витражами). И те, и другие двери, в свою очередь, могут быть *гладкими* либо *филенчатыми* (рельефными). *Филенчатые* двери получили свое название из-за украшения их филенкой – отдельными рельефно выделенными панелями на дверном полотне. Такие дверные изделия выпускают с двумя, тремя и шестью панелями различных размеров и пропорций.

Двери могут быть окрашены, ошлифованы, лакированы, облицованы натуральным шпоном (тонким срезом древесины различных пород дерева). В современных технологиях производства межкомнатных дверей используется шпон как традиционных пород (дуба, черешни, клена, березы), так и экзотических африканских (эрабла, мукали, бубинга, этимое).

Межкомнатные двери имеют различное внутреннее устройство. Они могут быть как обычными *распашными*, так и *раздвижными*, то есть открывающимися с помощью специальных роликов. Также дверные изделия могут иметь две или одну створку.

**Цельнодеревянные двери** пользуются особой популярностью прежде всего благодаря своему внешнему виду и экологичности. Существенным недостатком таких дверей является их дороговизна, что объясняется сложностью технологии сушки древесины.

**Каркасно-клееные двери** получили широкое распространение благодаря тому, что на них, в отличие от цельнодеревянных, не сказывается изменение влажности в

помещении. Двери с «сотовым» наполнителем намного уступают в прочности дверям на основе МДФ.

**Металлопластиковые межкомнатные двери** служат, как правило, много лет, не теряют первоначального цвета, надежны и удобны в эксплуатации. Они безопасны для здоровья, обладают прекрасными звуко- и теплоизоляционными свойствами. За ними легко ухаживать: профили из ПВХ не требуют окраски. Благодаря гладкой поверхности, скошенному фальцу и дополнительной обработке антистатиком, загрязнения почти не скапливаются на поверхности профиля.

## Строительная химия

### Лакокрасочные материалы

При ремонте квартиры не обойтись без лакокрасочных материалов: они незаменимы при декорировании стен, потолков и других поверхностей. Краски обладают рядом преимуществ перед другими отделочными материалами, прежде всего разнообразием расцветок.

Помимо декоративной, краски выполняют и защитную функцию: они предохраняют натуральные материалы от переувлажнения, высыхания и биоразрушения (жучков), бетон от осыпания, металл от коррозии. Некоторые виды красок способны обеспечивать огнезащиту и предотвращать образование плесени.

**Лакокрасочными материалами** принято называть природные, искусственные или синтетические составы, наносимые в жидком виде тонким слоем (от 60—600 мкм) на окрашиваемую или лакируемую поверхность. Образующиеся плотные твердые пленки, прочно соединенные с поверхностью, должны обладать достаточной прочностью, высокой долговечностью как в отношении длительного сохранения физико-механических свойств, так и декоративных качеств. Лакокрасочные материалы должны быть безвредными для окрашиваемого изделия и живых организмов.

На протяжении долгих лет важнейшими исходными материалами для красочных составов служили натуральные олифы, при изготовлении которых использовались растительные масла, являющиеся пищевым сырьем. Для получения же лаков применялись преимущественно природные смолы, из которых многие ввозились из африканских стран. Постепенно эти природные продукты стали заменять синтетическими полимерными и при этом в ряде случаев повышалось качество лакокрасочных материалов.

Лакокрасочные материалы условно подразделяются на краски, лаки и вспомогательные материалы. *Краски* предназначены для создания непрозрачного цветного декоративного и защитного покрытия, а *лаки* – для прозрачного покрытия и окончательной декоративной отделки окрашиваемой поверхности; они не изменяют также текстуры окрашиваемого материала.

*Вспомогательные материалы* (шпатлевки, грунтовки, замазки) применяют для подготовки поверхности под окраску и для доведения лаков и красок до рабочей

консистенции. К ним относятся эмульсионные разбавители, олифы и растворители, а также сиккативы и смывающие материалы.

Компоненты лакокрасочных составов делят на пигменты, наполнители и связующие вещества.

### **Пигменты и наполнители**

Пигменты и наполнители предназначены для придания малярным составам цвета, непрозрачности, улучшения механических свойств и долговечности в эксплуатации.

**Пигментами** называют цветные тонкоизмельченные минеральные или органические вещества, нерастворимые или малорастворимые в воде и органических растворителях; в качестве пигментов применяют также металлические порошки (пудры). Пигменты бывают природные и искусственные, минеральные и органические. Каждый пигмент имеет свой цвет и обладает определенными свойствами.

К числу общих свойств пигментов относят укрывающую и красящую способность, тонкость помола, свето- и огнестойкость, стойкость против химических воздействий, атмосферостойкость.

*Укрывающую способность* пигмента характеризуют его расходом на 1 м<sup>2</sup> окрашиваемой поверхности.

*Красящая способность* – это свойство пигмента передавать свой цвет в смеси его с белыми, черными и синими пигментами.

*Тонкость помола* пигмента оказывает сильное влияние как на укрывающую, так и на красящую способность. С увеличением тонкости помола укрывающая и красящая способности возрастают.

*Светостойкость* – способность пигмента сохранять свой цвет под действием света. Это свойство очень важно для наружных покрасок зданий и сооружений.

*Стойкость против химических воздействий* – свойство некоторых пигментов сохранять свой цвет под действием щелочей и других реагентов.

*Атмосферостойкость* – способность пигментов сопротивляться совместному действию температуры, влаги, углекислоты и других агентов внешней среды.

*Огнестойкость пигментов* – свойство выдерживать действия высоких температур без разрушения и изменения цвета. Органические пигменты лишены огнестойкости; минеральные пигменты по-разному реагируют на изменение температуры.

*Антикоррозионная способность* – способность в сочетании со связующими материалами защитить металлы от коррозии. Например, железный сурик и свинцовые белила обладают антикоррозионными свойствами, а сажа, наоборот, способствует развитию коррозии.

**Минеральные природные пигменты** получают путем обогащения и измельчения на специальных установках природных материалов (руды, глины). Их используют



для приготовления известковых и клеевых красок, шпаклевок и цветных строительных растворов. К этой группе пигментов относят: природный молотый мел белого цвета, сухую охру желтого цвета (глина с содержанием более 15 % оксида железа), сурик железный ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ) коричнево-красного цвета, обладающий высокой свето- и антикоррозионной стойкостью, мумию естественную сухую (бокситную, светлую и темную), имеющую светло-коричнево-красный цвет, серый графит; глауконит зеленый и пероксид марганца.

**Искусственные минеральные пигменты** получают путем химической переработки минерального сырья. Такими пигментами являются:

- 1) диоксид титана  $\text{TiO}_2$  белого цвета, добываемый из титановых руд;
- 2) цинковые белила, получаемые возгонкой металлического цинка с последующим окислением паров цинка; они обладают хорошей укрывающей способностью, светостойкостью, не ядовиты;
- 3) литопон белого цвета, представляющий собой смесь сернистого цинка и сернокислого бария; он недостаточно устойчив против действия атмосферы, этот пигмент применяют преимущественно для внутренних работ;
- 4) крон цинковый малярный сухой светло-желтого (лимонного) цвета, представляющий собой двойное соединение оксида хромитов цинка с хромовокислым калием или натрием; применяют этот пигмент в масляных, клеевых и грунтовых красках по металлу;
- 5) свинцовый сурик красного цвета получают прокаливанием свинцового глета при температуре  $450\text{ }^\circ\text{C}$ ; он обладает стойкостью к действию щелочей, но растворяется в кислотах, хорошо защищает сталь от коррозии; применяют этот пигмент в масляных красках, антикоррозионных грунтовках по металлу и дереву;
- 6) ультрамарин синего цвета, обладающий средней свето- и щелочестойкостью; его применяют в масляных красочных составах, в цветных растворах и известковых красках;
- 7) оксид хрома  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  зеленого цвета обладает стойкостью к действию кислот, щелочей, света и высоких температур; его применяют во многих красках;
- 8) сажа газовая – продукт сжигания газов (ацетилен); является наиболее легким пигментом, имеет высокую укрывающую и красящую способность, устойчива к действию кислот и щелочей.

**Металлические порошки** применяют наряду с минеральными искусственными пигментами: это алюминиевая пудра – тонкий порошок металлического алюминия – для наружной окраски металлических конструкций и для декоративной окраски; пудра золотистая – бронзовый порошок – для декоративной окраски по металлу и др. пигменты.

**Органические пигменты** представляют собой синтетические красящие вещества органического происхождения, обладающие высокой красящей способностью и чистотой цвета. Они нерастворимы или малорастворимы в воде и других растворителях. К числу органических пигментов, применяемых в красках, относятся

пигмент желтый светопрочный лимонного цвета, оранжевый прочный, красный, алый, лак рубиновый, пигмент голубой фталоцианитовый светло-синего цвета, пигмент зеленый фтало-цианитовый и др.

Органические пигменты используют для придания тона красочным композициям на различных, чем у других, связках. Однако щелочестойкость их сравнительно низкая, несколько ниже и светостойкость.

**Наполнителями** называют нерастворимые минеральные вещества, в большинстве случаев имеющие белый цвет и добавляемые в лакокрасочные материалы для экономии пигментов и для придания этим материалам особых свойств, например повышенной прочности, кислотостойкости, огнестойкости и т. д. В качестве наполнителей для приготовления растворов и выравнивающих составов используют каолин, молотый тальк, песок, пылевидный кварц, андезит, диабаз, асбестовую пыль, волокно и другие материалы.

### **Связующие вещества**

Связующие вещества предназначены для создания основы и пленкообразования лакокрасочных покрытий. В качестве связующих веществ в красочных составах используют: полимеры – в полимерных красках, лаках, эмалях; каучуки – в каучуковых красках; производные целлюлозы – в нитролаках; олифы – в масляных красках; клеи животный и казеиновый – в клеевых красках; неорганические вяжущие вещества – в цементных, известковых и силикатных красках. Связующее вещество является основным компонентом красочного состава, оно определяет консистенцию краски, прочность, твердость, атмосферостойкость и долговечность покрытия.

Связующие материалы выбирают с учетом адгезионных свойств с основанием после отверждения. Защитные свойства и долговечность лакокрасочного покрытия к бетону, металлу или другому материалу зависят не только от вида связующего, но и от пигмента, например алюминиевый пигмент замедляет коррозию стали, тогда как сажа его ускоряет.

**Полимерные связующие вещества** применяют в красочных составах и лаках как самостоятельное связующее вместе с растворителем, так и в композициях, например в сочетании с цементом в полимерцементных красочных составах. Использование синтетических полимеров не только значительно сокращает расход растительных масел на производство красочных составов, но и расширяет ассортимент производства новых видов долговечных и экономичных красочных составов. Применение полимерных лаков и эмалей позволило почти полностью отказаться от ввозимых дорогих природных смол.

В качестве полимерных связующих материалов широко используют *синтетические смолы и каучуки и производные целлюлозы*, растворяемые до требуемой консистенции в органических растворителях. Образование лакокрасочной пленки в этом случае происходит вследствие испарения растворителя.

**Олифами** называют связующие вещества, получаемые из высыхающих масел или некоторых искусственных продуктов, которые после отверждения в тонких слоях образуют прочные и эластичные покровные пленки. Пленкообразующие составы, не содержащие высыхающих масел, но способные заменить их в малярных работах, называют искусственными, или синтетическими олифами. Олифы применяют для разбавления красок, изготовления грунтовок, шпатлевок, для покрытия дерева, штукатурки и других поверхностей. Олифы должны высыхать в тонких слоях, не давая отлипа за 24 ч при температуре 20 °С. Для ускорения высыхания в олифы вводят сиккатив.

*Олифу натуральную* (масляную) изготовляют двух видов: окисленную и полимеризационную. Окисленную олифу получают путем обработки льняного или конопляного масла продуванием воздуха при нагревании до 160 °С с введением марганцевого или марганцево-свинцово-кобальтового сиккатива. Полимеризованную олифу получают полимеризацией льняного масла нагреванием при температуре 275 °С с введением марганцево-свинцово-кобальтового сиккатива. Так как для приготовления натуральных олиф расходуются дорогие растительные масла, применение ее в строительстве для наружной и внутренней отделки металла, дерева и штукатурки ограничено.

*Олифу полунатуральную* изготовляют из полимеризованных, окислированных и других уплотненных масел, обработанных при температуре 150–300 °С в присутствии сиккатива и растворенных в летучих растворителях (уайт-спирите, скипидаре, бензоле и др.). К полунатуральным олифам относят олифу оксоль и оксоль-смесь. Олифа оксоль представляет собой заменитель натуральной олифы, изготовленный уплотнением льняного масла при продувании воздуха в присутствии сиккатива с последующим добавлением растворителя (уайт-спирита или сольвент-нафты). Олифу оксоль применяют для разведения густотертых красок для внутренних и наружных работ. Олифа оксоль-смесь – заменитель натуральной олифы, изготовленный уплотнением смеси льняного или конопляного масла (или их смеси) с подсолнечным маслом путем продувания воздуха в присутствии сиккатива с последующим добавлением растворителя (уайт-спирита, сольвент-нафты). Олифу оксоль-смесь используют для разведения густотертых красок, используемых для внутренних отделочных работ.

**Олифы синтетические**, в отличие от натуральных, не содержат растительных масел или содержат их не более 35 %. Из множества искусственных олиф широко применяют глифталевую, сланцевую, синтоловую и кумароноинденовую, а также этиноль (лак). Глифталевую олифу получают при взаимодействии растительных масел, глицерина и фталевого ангидрида с добавлением сиккатива с последующим разбавлением специальным бензином (растворителем для лакокрасочной промышленности) до малярной консистенции. Эту олифу применяют для изготовления высококачественных красочных составов для наружной и внутренней отделки металла, дерева и штукатурки. Сланцевая олифа представляет собой раствор дизельного и генераторного сланцевого масла в органических растворителях; применяют ее для изготовления красочных составов для внутренней отделки. Этиноль – отходы производства хлоро-фенового каучука; он

используется для антикоррозионных грунтовок и красок. Кумароноинденная олифа представляет собой раствор кумароноинденной смолы в органических растворителях; используют ее только для изготовления шпатлевок и грунтовок для внутренних работ.

**Клеи** применяют в качестве связующего вещества в водо-клеевых красочных составах, для клеевых грунтовок и шпатлевок, а также в качестве стабилизатора при изготовлении покрасочных водных эмульсий. Различают **клеи животные** (мездровый, костный, казеин), **растительные** (декстрин) и искусственные. Клей мездровый, костный, казеин и декстрин находят ограниченное применение в строительстве, их вытесняют более эффективные искусственные клеи. **Искусственный клей** представляет собой раствор искусственных смол в воде, он бывает в виде смеси карбоксилметилцеллюлозы и метилцеллюлозы. Карбоксилметилцеллюлоза является продуктом химической переработки древесной целлюлозы желтоватого цвета, мало подверженной гниению, способна набухать и растворяться в воде. Карбоксилметилцеллюлозу используют в клеевых и масляных красках. Метилцеллюлоза обладает большой стойкостью к действию кислот и щелочей, чем и отличается от карбоксилметилцеллюлозы. Полимерный клей представляет собой смесь полимерных синтетических веществ, обладающих высокой клеящей способностью. Для его получения используют поливинилацетатную смолу. Полученное связующее применяют в виде эмульсий для приклеивания пленочных материалов и моющихся обоев, водных или спиртовых растворов поливинилацетата.

**Разбавители** предназначены для разбавления густотертых или разведения сухих минеральных красок. В отличие от растворителей, разбавители содержат пленкообразователь в количестве, необходимом для получения качественного лакокрасочного покрытия. **Эмульсионные разбавители** представляют собой эмульсии системы «вода в масле». Их применяют для получения грунтовок и разбавления густотертых масляных красок, что позволяет более экономично расходовать слабополимеризованные высыхающие масла и синтетические смолы. Эмульсионные разбавители применяют для разжижения цинковых и литопонных белил, некоторых цветных густотертых красок, а также сурика железного, мумии и охры. Количество разбавителя для различных красок не должно быть более 22–40 %; если при этом не получилось малярной консистенции красочного состава, то в краску добавляют растворитель. К недостаткам эмульсионных разбавителей относится невысокое качество покрытий, поэтому их применение ограничено.

**Растворители** представляют собой жидкости, используемые для доведения малярных составов до рабочей консистенции. В зависимости от назначения растворители делят на три вида: для масляных лаков и красок; для глифталевых, пентафталевых и битумных лаков и красок; для нитроцеллюлозных, эпоксидных и перхлорвиниловых лаков и красок. Растворителем для клеевых водноэмульсионных красок является вода. В качестве растворителей применяют скипидар, сольвент каменноугольный, уайт-спирит и другие растворители.

## Красочные составы

К красочным составам относятся масляные и эмалевые краски, лаки, краски водоразбавленные и летучесмоляные.

**Масляные краски** представляют собой смесь пигментов и наполнителей, перетертых в краскотерках с олифой из растительных масел. Масляные краски выпускают в виде густотертых красок, которые перед употреблением необходимо разводить олифой до малярной консистенции, и красок, готовых к употреблению.

*Густотертые красочные составы* содержат 12–25 % олифы, а *краски, готовые к употреблению*, – 30–50 % от массы пигмента. Масляные краски применяют для наружной и внутренней окраски по металлу, дереву, штукатурке и бетону. Полное высыхание у масляных красок при температуре 18–23 °С должно быть не более чем за 24 ч, время высыхания черной масляной краски составляет около 30 ч. В строительстве применяют следующие основные виды масляных красок: *для наружной окраски* – цинковые белила, свинцовую зелень и цинковую, краску черную, земляные густотертые краски (мумия, охра), сурик железный и др.; *для внутренней окраски* – цинковые и литопонные белила, зелень цинковую густотертую, киноварь искусственную светло- и темно-красную, сурик железный и другие цветные масляные краски. Масляные краски на олифах из растительных масел следует применять по просохшей штукатурке и отвердевшему бетону.

**Эмалевые краски** представляют собой суспензии минеральных или органических пигментов с синтетическими или масляными лаками. Среди эмалевых красок наиболее распространенными являются алкидные, эпоксидные и мочевиноформальдегидные. Эмалевые краски имеют хорошую светоустойчивость, антикоррозийность, быстро высыхают. Их применяют для окраски по металлу, дереву, бетону и штукатурке внутренних и наружных поверхностей.

**Алкидные краски** – это суспензии тонкодисперсных пигментов в глифталевом, пентафталевом и других алкидных лаках с добавлением растворителей и сиккатива. К алкидным краскам относят глифталевые эмали общего потребления, с пониженной и повышенной водостойкостью, но неустойчивые к действию щелочей, и пентафталевые эмали различных марок, обладающие большей долговечностью и водостойкостью, чем глифталевые. В группу алкидных красок входят также алкидностирольные эмали, обладающие повышенной химической стойкостью и водостойкостью, высокой твердостью и блеском.

**Эмалевые эпоксидные краски** представляют собой суспензию пигментов в растворах эпоксидной смолы. Они обладают повышенной химической стойкостью и водостойкостью, применяют их в качестве антикоррозийных покрытий по металлу и дереву.

Суспензия пигмента в *мочевиноформальдегидных смолах* образует карбамидные эмалевые краски повышенной водостойкости; применяют их для покрытия встроеного оборудования.

**Лаки** – это растворы смол в летучих растворителях. Последний при лакировании поверхности изделий улетучивается, а смола в виде тонкой пленки остается, придавая поверхности блеск и твердость. Лаки делят на пять групп.

*Масляно-смоляные лаки* – растворы в органических натуральных растворителях – алкидных или синтетических смолах, модифицированных высыхающими маслами. Применяют их для внутренних и наружных покрытий по дереву и масляным краскам светлых тонов, для разведения эмалей и лаков, получения стойких антикоррозионных покрытий и приготовления шпатлевок и грунтовок.

*Безмасляные синтетические лаки* – растворы синтетических смол в органических растворителях. Широкое применение в строительстве получили лаки на основе мочевиноформальдегидных смол, используемые для покрытия паркетных и дощатых полов, а также полов из древесностружечных плит. Перхлорвиниловые лаки инденхлорида и перхлорвинила применяют для лакировки масляных покрытий с целью улучшения их антикоррозионных свойств.

*Лаки на основе битумов и асфальта* – растворы битумов, асфальтов и растительных масел в органических растворителях (бензине или бензоле). Битумные лаки черного или коричневого цвета обладают стойкостью против действия кислот и щелочей. Битумные и асфальтовые лаки применяются для антикоррозионных паро- и гидроизоляционных покрытий, отделки печей, окраски газовых плит и других поверхностей.

*Спиртовые лаки и политуры* – растворы природных и искусственных смол в спирте. Изготавливают их различных цветов (желтый, зеленый, голубой, коричневый и др.) и применяют для полировки деревянных поверхностей и покрытия изделий из стекла и металла.

*Нитроцеллюлозные и этилцеллюлозные лаки* – растворы эфирцеллюлозных смол в органических растворителях. Для повышения качества лака в последний добавляют пластификаторы – натуральные, искусственные или синтетические смолы. Нитроцеллюлозный лак бывает желтого и коричневого цвета; применяют его для лакировки деревянных изделий и мебели. Этилцеллюлозный лак бесцветен; используют его для лакировки окрашенных и неокрашенных изделий из дерева.

***Водоразбавляемые и летучесмоляные красочные составы*** бывают на минеральной основе, полимерцементные, эмульсионные (латексные) и краски и эмали летучесмоляные. Красочные составы на минеральной основе представляют собой смесь щелоче- и светостойких пигментов и неорганического связующего вещества с различными добавками, разбавленную водой до состояния малярной консистенции. По виду связующего вещества краски на минеральной основе бывают известковые, силикатные и цементные.

*Известковые краски* состоят из извести, пигмента, хлористого натрия или хлористого кальция, а также стеарата кальция или кальциевых солей, кислот, льняного масла. Известковые краски применяют для окраски фасадов и внутренних помещений по кирпичным, бетонным и оштукатуренным поверхностям.

*Силикатные краски* изготавливают из смеси тонкоизмельченного мела, талька, цинковых белил и щелочеустойчивого пигмента с последующим затворением растворов натриевого или калиевого растворимого стекла. Силикатные краски заводского производства выпускают в двухтарной упаковке двух видов: для

фасадной и внутренней отделки. Фасадные краски, состоящие из пигмента, наполнителей и калийного жидкого стекла, применяют для окраски фасадов, а также для внутренних помещений с нормальной и повышенной влажностью; краски для внутренних отделок, состоящие из пигментов и наполнителей, применяют для окраски внутренних помещений по бетону, штукатурке и волокнистым плитам, не содержащим смолы.

Силикатные краски значительно экономичнее и долговечнее перхлорвиниловых, известковых и казеиновых. Для защиты металла от коррозии в атмосферных условиях, во влажной среде, в умеренных солевых растворах, для отделки закладных деталей в крупнопанельном домостроении применяют протекторные силикатные краски, представляющие собой суспензию цинковой пыли и пигментов в силикатно-силиконовом сополимере.

*Цементные краски* применяются для наружной и внутренней окраски помещений с повышенной влажностью, а также при окраске ячеистого бетона и рельефной отделки.

**Полимерцементные краски** изготавливают на основе цемента, щелоче- и светостойких пигментов с добавками синтетических смол. Полимерцементные краски производят различных цветов для летних и зимних работ.

Полимерцементные краски для летних работ выпускают в двухтарной упаковке, при употреблении смешивают с водной дисперсией полимера; их применяют для наружной и внутренней отделки зданий, а также для окраски панелей различной поверхности. Полимерцементные краски для зимних работ применяют для наружной отделки фасадов и строительных конструкций.

**Эмульсионные (латексные) краски** представляют собой пигментированные эмульсии или дисперсии полимера в воде. Из эмульсионных красок в строительстве применяют *водоэмульсионные акриловые краски*, представляющие собой суспензию пигментов и наполнителей в акриловом латексе; в качестве основного кроющего пигмента в акриловые эмульсионные краски входит диоксид титана. Эти краски могут быть различными по цвету и тону, не токсичны, пожаро- и взрывобезопасны, отличаются высокой све-то- и атмосферостойкостью, могут применяться в помещениях с высокой солнечной радиацией.

**Летучесмоляные краски** представляют собой суспензию пигментов в лаках (летучесмоляных составах). Высыхание таких покрытий происходит в результате улетучивания растворителя. При большом количестве связующего в красках покрытия получают с блеском и имеют хороший розлив. Эти краски называют *эмалями*. Широкого применения в строительстве они еще не получили; наиболее распространены из них перхлорвиниловые, винилхлоридные летучесмоляные эмали и др. *Перхлорвиниловые эмали* представляют собой раствор сухой перхлорвиниловой смолы в смеси с летучими органическими растворителями с добавками пигментов, пластификаторов и других смол, например алкидной. Они отличаются повышенной водо- и химической стойкостью, поэтому их применяют для защиты различных строительных конструкций и деталей от воздействия химически агрессивных сред. Производят их различных марок и цветов, доводят до

малярной консистенции камнеугольным сольвентом или специальными растворителями, высыхают они при 18–23 °С в течение 2–4 часов.

*Винилхлоридные эмали и краски* выпускают различных цветов. Они отличаются повышенной маслостойкостью, применяют их для тех же целей, что и перхлорвиниловые.

*Эмали эфирцеллюлозные*, используемые в строительстве, делят на нитроглифталевые, нитроцеллюлозные и этилцеллюлозные. Нитроглифталевые эмали представляют собой раствор нитроцеллюлозы и глифталевой смолы в органических растворителях с добавкой пластификаторов и пигментов, а нитроцеллюлозные и этилцеллюлозные эмали – суспензию пигментов в нитро- или этилцеллюлозном лаке; они обладают повышенной токсичностью, огне- и водостойкостью. Применяют их для окраски металлических и деревянных конструкций внутри помещений. Этилцеллюлозные эмали менее огнеопасны, чем нитроглифталевые и нитроцеллюлозные, готовят их на менее токсичном растворителе. Применяют этилцеллюлозные эмали для заводской окраски кухонной мебели и встроенного оборудования.

### **Вспомогательные материалы**

В качестве вспомогательных материалов при окрасочных работах применяют шпатлевки, замазки, грунтовки, а также растворители и разбавители.

**Шпатлевками** называют отделочные составы, применяемые для выравнивания поверхностей, подлежащих окраске. Шпатлевки бывают различных составов в зависимости от вида применяемой краски. Под водоразбавляемые краски применяют купоросную, или квасцовую, клеевую и поливинилацетатную шпатлевки. *Купоросная, или квасцовая*, шпатлевка состоит из олифы оксоль, животного клея, масла, хозяйственного мыла, медного или цинкового купороса и воды. Ее применяют под клеевую или силикатную окраску, она наносится кистью или распылителем. В состав *клеевой* шпатлевки входит 15 %-ный водный раствор животного клея и 75 % мела; наносится она шпателем.

Шпатлевки *перхлорвиниловые и полистирольные* представляют собой пастообразные массы, наносимые на предназначенную под окраску поверхность из дерева, бетона, штукатурки и металла. Перхлорвиниловые шпатлевки водостойки, быстро сохнут (не больше 2 ч); некоторые марки из них пригодны для работы при температуре ниже 0 °С. Полистирольные шпатлевки применяют для тех же целей, что и перхлорвиниловые, однако они менее долговечны.

**Замазки** представляют собой пастообразные составы, применяемые для промазывания оконных переплетов при остеклении, фальцевых соединений и гребней кровли из листовой стали. Для оконных переплетов используют *меловую, белильную и нефтеную* замазки, состоящие из натуральной олифы, молотого мела и сурика. При устройстве кровли из листовой стали применяют специальную кровельную замазку, состоящую из натуральной олифы, мела и сурика железного,



или замазку на кузбасском лаке, железном сурике и молотом меле. Замазки обладают хорошей водостойкостью и пластичностью.

**Грунтовки** — это красочные составы, состоящие из пигментов или красителей, наполнителей и связующих. Производят их двух видов: грунтовки под водоразбавляемые краски и грунтовки под масляные и синтетические краски. *Под водоразбавляемые краски* применяют купоросную грунтовку, мыльно-клеевую, известковую с квасцами и др.; их применяют под известковую или силикатную окраску. *Грунтовки под масляную окраску* обычно разбавляют олифой или растворителем. В отделочных работах грунтовки используют для уменьшения пористости окрашиваемой поверхности, для сокращения расхода дорогих красочных составов и улучшения внешнего вида получаемого покрытия, для усиления защиты металлических поверхностей от коррозии, для предварительной окраски деревянных и других поверхностей, предназначенных под лакировку, а также для усиления сцепления красочного слоя с основанием.

## **Отделочные материалы**

### **Материалы для потолков**

Сохранившиеся до наших дней памятники архитектуры наглядно показывают, насколько важным элементом интерьера всегда считался потолок. Его украшали росписью и лепкой, живописью и тканями, устраивали кессоны, специальным образом обыгрывали конструктивные потолочные элементы и т. д.

В настоящее время архитекторы и дизайнеры также считают потолок одним из важнейших элементов интерьера, и этому есть вполне понятные причины. Во-первых, это появление современных материалов, которые позволяют имитировать старые способы оформления потолков, но уже на промышленной основе. То, что вчера можно было создать только тяжелым ручным трудом высококвалифицированных мастеров, сегодня производится в современных автоматических цехах (например, лепнина – гипсовая или полиуретановая).

Во-вторых, появление совершенно новых материалов и конструкций, которые вдохновляют проектировщиков и расширяют палитру возможностей (например, криволинейные подвесные потолки или натяжные потолки).

И наконец, третьей причиной – утилитарной – повышенного внимания к потолкам является необходимость декорировать, спрятать многочисленные инженерные коммуникации современного здания, а также решить акустические, гигиенические и другие функциональные задачи.

Наряду с традиционной отделкой потолка, такой как окраска и побелка, оклейка потолочными обоями, широкое распространение получили следующие потолочные системы: клеевые, подвесные, натяжные и подшивные.

### **Задачи, решаемые с помощью потолочных систем**

Потолочные системы призваны обеспечить решение двух задач – эстетической и функциональной, причем в большинстве случаев эти задачи необходимо решать одновременно.

К **эстетическим задачам** относится либо создание просто горизонтальной, однотонной плоскости потолка, которая является нейтральным элементом интерьера, либо устройство сложного криволинейного потолка, часто с декоративными подсветками, с применением цвета, фактур, нескольких уровней и т. п. Во втором случае потолок становится инструментом мощного эмоционального воздействия на человека. Благодаря применению современных потолочных систем, которые позволяют использовать как встроенные, так и подвесные светильники, также значительно расширились возможности по решению освещения интерьера.

К **функциональным задачам**, для решения которых могут применяться потолочные системы, относятся:

- интегрирование инженерного оборудования в пространство между перекрытием и плоскостью потолка с возможностью обеспечения простого доступа к нему;
- создание благоприятной акустической среды в помещении;
- обеспечение необходимой долговечности потолка в помещениях с повышенной влажностью (бассейнах, санузлах и т. д.);
- соответствие специальным гигиеническим требованиям «чистых» помещений (например, больниц);
- обеспечение необходимой огнестойкости потолочных конструкций;
- устойчивость к значительным ударным нагрузкам (для спортзалов).

В настоящее время разработаны потолочные системы, которые пригодны для решения не только какой-либо одной задачи, но и отвечающие целому комплексу требований, например, способные обеспечить требуемую акустику в помещениях с повышенной влажностью. При этом, естественно, что данные системы обязаны решать также и художественные задачи по формированию интерьера. Необходимо только понимать, что чем больше функциональных задач возлагается на потолочную систему, тем более сложной, и, следовательно, более дорогостоящей она будет.

Для того чтобы понять, насколько данная потолочная система может удовлетворять конкретным функциональным требованиям, необходимо ознакомиться с ее техническими характеристиками.

### **Клеевые потолки**

Клеевые потолки представляют собой квадратные или прямоугольные панели из полистирола. Лицевая поверхность их может быть покрыта пленкой, окрашенной под дерево, ткань или камень. На поверхности квадратных плиток часто выполнен рельеф, имитирующий лепнину или резьбу по дереву.

**Пенопластовые потолки** представляют собой своего рода промежуточный вариант между традиционной окраской потолка (или оклейкой его обоями) и подвесным потолком. С одной стороны, плиты пенопластовых потолков наклеиваются непосредственно на существующую поверхность потолка и не могут скрыть значительных неровностей. С другой, данные потолки прекрасно скрывают различные шероховатости и трещины, не требуют предварительной подготовки поверхности трудоемкими «мокрыми» технологиями, предельно просты при монтаже и обладают хорошими эксплуатационными свойствами, скрывая даже мелкие трещины, проявляющиеся после монтажа вследствие усадки здания. Стоят такие потолки сравнительно дешево.

Клеевые потолки рекомендуется использовать для потолков в жилых помещениях: кабинетах, спальнях и пр. Можно использовать их и в кухнях, но только плитки, ламинированные защитной пленкой. Эти потолочные плитки можно клеить практически на любую поверхность: бетон, кирпичную кладку, гипсовые и древесностружечные плиты. Они скрывают дефекты подложки и обеспечивают цветовую унификацию поверхности.

Монтаж клеевых потолков, как уже отмечалось, очень прост – плитки просто приклеиваются на базовый потолок. Поверхность при этом необходимо предварительно очистить (в особенности от побелки) и желательно загрунтовать.

Спектр применяемых клеев, используемых при монтаже таких потолков, очень широк: от ПВА до универсальных. Но лучше всего использовать клей для полистирола или специальный клей для потолочных покрытий – в этом случае вы гарантированно не испортите плитку, а впоследствии сможете легко ее отклеить (при этом основа не повреждается и плитку можно наклеить в другом месте).

Необходимо помнить, что вспененный полистирол, несмотря на трудновоспламеняемость, довольно легко плавится. Поэтому не следует размещать настенные и потолочные светильники с открытой верхней частью на расстоянии менее 30 см от поверхности потолка, покрытого полистирольными плитками.

### **Подвесные потолки**

Под подвесным потолком понимают систему, состоящую из металлического каркаса, подвешенного к перекрытию, на который укладываются или к которому крепятся либо готовые модульные элементы (плиты, панели, рейки, кассеты, ячеистые модули), либо гипсокартонные листы, формирующие плоскость потолка. В результате такой конструктивной системы между перекрытием и плоскостью потолка образуется пустое пространство, которое может использоваться для прокладки необходимых инженерных коммуникаций и установки светильников.

Преимущества подвесного потолка очевидны. Он декорирует трещины, пятна и другие дефекты старого потолка, позволяет скрыть инженерное оборудование, расположенное под перекрытием. При этом, в зависимости от выбранной конструктивной схемы, может быть обеспечен легкий доступ к этому оборудованию либо локально, либо по всей площади потолка. В модульных подвесных системах

при ремонте унифицированные элементы могут быть легко заменены. Специальные акустические подвесные потолки создают благоприятную акустическую среду в помещении, они поглощают звук и снижают уровень шума в помещении. За счет хорошего светоотражения многие модели подвесных потолков значительно улучшают освещенность помещения без дополнительных энергозатрат. И наконец, немаловажным преимуществом подвесных потолков является легкость, простота и скорость их монтажа.

Помимо множества функциональных задач, которые можно решать с помощью подвесных потолков, они являются еще и прекрасным инструментом для формирования индивидуального дизайна интерьера. Все ведущие производители таких потолков (на основе различных материалов) выпускают специальные группы дизайнерских потолков. Они отличаются либо декоративной отделкой поверхности, либо наличием на ней геометрических рисунков, способствующих появлению «теневых» эффектов на потолке, либо возможностью создавать причудливые криволинейные, в т. ч. трехмерные формы (своды и купола).

Уже упоминавшиеся криволинейные потолочные системы позволяют осуществлять переход между перепадами высот базового потолка, а также создать на основе одноуровневого перекрытия криволинейные поверхности, в т. ч. совершенно новые дизайны потолков, например изогнутые фризy, вставленные в потолок «острова», углубленные и выпуклые детали потолков. Криволинейные поверхности потолка могут быть легко созданы также и конструкциями с использованием гипсокартонных листов – арки и своды, трехмерные мягкие формы, любые фантазии дизайнеров могут быть воплощены в жизнь с помощью этого материала.

Интерьер помещения может быть также дополнен гибкими панелями из перфорированного или неперфорированного металла, плетеными проволочными сетками, закрепленными на изогнутую подвеску или применением только декоративных подвесных систем без заполнения модулями.

Производители постоянно выводят на рынок новые модели дизайнерских потолков, придают эстетические свойства функциональным потолкам. Примером может служить крыловидные звукопоглотители, монтируемые по периметру подвесных потолков. Они используются для свободно подвешиваемых потолков или при перепадах уровней базового потолка.

Существует несколько классификаций подвесных потолков: по функциональным признакам, по конструкции, по материалам. Для решения определенных функциональных задач выпускаются специальные виды потолков: акустические, влагостойкие, пожаробезопасные, гигиенические, ударопрочные и др. По конструктивным признакам подвесные потолки делят на модульные и сплошные.

Хорошо известны и знакомы многим подвесные потолки, видимая плоскость которых состоит из *готовых модульных элементов*, изготовленных из различных материалов. При этом решетка каркаса может быть выделена или, наоборот, скрыта. Все элементы системы взаимосвязаны, что обеспечивает гибкость при

проектировании, технологичность при монтаже и эксплуатации. При ремонте, как уже говорилось, поврежденные модули могут быть легко заменены на новые.

Совершенно другим конструктивным решением является создание гладкой поверхности, внешне неотличимой от обычного потолка. В основном эти потолки монтируются из *гипсокартонных листов*. В данном случае сохраняются общие преимущества подвесного потолка – возможность легко и быстро декорировать неприглядный внешний вид базового потолка, спрятать инженерные коммуникации, монтировать встроенные светильники, а также создавать любые криволинейные формы потолочного пространства, усиливая их подсветкой. Особенностью данной конструктивной схемы является необходимость устройства специальных люков для обеспечения доступа к коммуникациям, расположенным в меж-потолочном пространстве.

Особняком стоят чисто декоративные потолки, состоящие из *открытого подвешенного каркаса*, к которому могут крепиться светильники на любой высоте. Данный тип подвесных потолков применяется исключительно для решения дизайнерских задач, они могут подвешиваться как под плоскостью базового потолка, так и в качестве «второго» подвесного потолка, расположенного ниже первого.

Большое пространство для творческого подхода дает устройство *подшивных* и особенно *подвесных потолков*. В последнее время подшивные и подвесные потолки получили широкое распространение. Основой подшивных и подвесных потолков является жесткий деревянный или металлический каркас, который крепится непосредственно или с помощью специальных подвесов к уже существующему потолку. В первом случае потолок – подшивной, во втором – подвесной.

Потолок, который изначально имеется в квартире, принято называть основным или базовым. С наружной стороны каркас подшивного или подвесного потолка обшивается элементами облицовки. Это могут быть деревянные панели, листы гипсокартона и т. п.

В комплект подвесного потолка входят подвесная система (каркас) и плиты из твердого или мягкого минерального волокна толщиной, как правило, 1,5 см и размером 60х60 см или 61х61 см.

Разница в один сантиметр не случайна: первый размер рассчитан на европейскую метрическую систему мер, а второй – на американскую (61 см – это 2 фута). В продаже можно найти и те и другие плиты.

Подвесная система – это набор металлических реек, имеющих в разрезе вид буквы «Т» и соединенных между собой в модульную решетку. Принцип их закрепления довольно прост: в потолке дрелью или перфоратором проделываются отверстия, в которые вставляют дюбели.

К дюбелям крепятся специальные крючки, на которые подвешивают модульную решетку. В получившийся металлический каркас вставляют плиты. Так же легко в случае необходимости их можно вынуть. По периметру комната отделяется потолочным плинтусом.

При приобретении подвесного потолка необходимо обратить внимание на «единение» плит и подвесной системы. Недобросовестные продавцы иногда норовят продать «неродную» подвесную систему, то есть плиты – одного производителя, а подвесная система – другого. Такой потолок с большой вероятностью может деформироваться. Трудности при ремонте и обслуживании в этом случае тоже практически гарантированы – разные системы плохо стыкуются друг с другом. Несмотря на кажущуюся простоту процесса закрепления потолка, доверить эту операцию лучше профессионалу. Что касается гаммы, то чаще всего плиты подвесных потолков однотонно белые, классическая фактура – гладкая, но они могут быть и с шероховатой поверхностью, «червячками», точками, зазубринами, рельефными геометрическими рисунками и т. д. При желании плиты можно покрасить водоэмульсионными или латексными красками.

**Подвесные потолки на основе деревянного каркаса.** Основные составляющие элементы такого подвесного потолка – каркас из деревянных брусьев, металлические держатели и обшивка. Для соединения каркаса подвесного потолка с базовым применяются потолочные держатели – металлические элементы, изготовленные штамповкой из стальной полосы и состоящие из двух частей. Одна часть крепится к базовому потолку и затем сгибается под прямым углом. Вторая часть (она несколько шире) свободно передвигается относительно первой до достижения необходимого расстояния между базовым и подвесным потолками.

Оба элемента имеют швеллерообразные части, которые стыкуются друг с другом. В их полках выполнены ряды отверстий, интервалы между которыми в верхней части (крепящейся к потолку) и в нижней части (крепящейся к каркасу) немного не совпадают. Через отверстия наискось пропускается металлический штырь (например, гвоздь) и таким образом фиксируется необходимая длина потолочного держателя. Общая длина держателя может изменяться с точностью до миллиметра.

Верхняя часть потолочного держателя крепится к потолку при помощи шурупов и дюбелей. В комплект держателей обычно входят оцинкованные гвозди для фиксации элементов. Один такой гвоздь, пропущенный через отверстия частей держателя, позволяет нести конструктивную нагрузку до 250 кг, два гвоздя – до 350 кг.

Деревянный каркас, укрепленный на потолочных держателях, называется *обрешеткой*. Она может быть либо одинарной (простой), либо двойной (контровой). Простая обрешетка состоит из деревянных брусьев, подвешенных к потолку параллельно друг другу с шагом 600 мм. Шаг держателей – 800 мм. В том случае, когда выполняется двойная обрешетка, перпендикулярно брусьям, закрепленным на потолочных держателях, монтируются контрбрусья, что дает дополнительную жесткость деревянному каркасу. Контрбрусья крепятся шурупами к основным брусьям с шагом 600 мм с помощью шуруповерта или электродрели с соответствующей насадкой.

Для того чтобы ускорить этот процесс, используется деревянный шаблон. Он имеет длину, соответствующую требуемому расстоянию между контрбрусьями, и изготавливается из обрезка деревянного бруска. При облицовке подвесного потолка

гипсокартонными листами, стыки между ними должны находиться на контр-брусках. Сами же листы крепятся к обрешетке шурупами с шагом 150–200 мм.

**Подвесные потолки на основе металлического каркаса.** Эта система представляет собой каркас из металлических профилей, обшитый листами гипсокартона. Металлические профили изготавливаются из стальной ленты (толщина 0,55—0,8 мм) методом холодной прокатки и имеют швеллерообразное сечение. Поверхность таких элементов покрыта слоем цинка для предотвращения последствий негативного воздействия внешней среды.

Для монтажа подвесного потолка применяются два вида профилей – потолочные и направляющие. Потолочные профили служат для формирования металлического каркаса подвесного потолка. Спинка профиля имеет ширину 60 мм, ширина полки – 27 мм. Для облегчения центровки крепежных шурупов и для придания элементу дополнительной жесткости спинка и полки профиля имеют по три канавки.

К базовому потолку профиль крепится с помощью специальных подвесов. Основные виды подвесов – прямой и с зажимом. Края полок профиля загнуты внутрь и служат упором для подвесов с зажимом. Прямой подвес скрепляется с потолочным профилем с помощью шурупов-саморезов. Спинка профиля служит для крепления к ней гипсокартонных листов.

Потолочный направляющий профиль ПН 28/27 – это направляющая основа для каркаса из потолочных профилей. Он имеет спинку шириной 28 мм и две полки шириной по 27 мм. В процессе монтажа подвесного потолка направляющий профиль закрепляется на стенах по периметру помещения. Для установки на несущее основание (в данном случае – стену) направляющий профиль имеет отверстия диаметром 8 мм, расположенные с шагом 250 мм. Крепление производится шурупами с дюбелями.

Существует два типа каркасов для подвесных потолков на основе металлических профилей. В одном случае основные профили, которые крепятся к базовому потолку с помощью подвесов, и несущие профили, на которых располагаются листы обшивки, находятся на разных уровнях.

При этом вес 1 м<sup>2</sup> потолка составляет 13 кг. Максимальное расстояние между подвесами – 900 мм, наибольший шаг между основными профилями – не более 1000 мм, расстояние между несущими профилями – не менее 500 мм, зазор между стеной и крайним основным профилем – 100 мм. Для скрепления основных и несущих профилей используют соединитель профилей двухуровневый.

Другой вариант каркаса для подвесного потолка выглядит следующим образом. Основные и несущие профили находятся на одном уровне. В этом случае расстояние между местами крепления подвесов к основному потолку может достигать 1000 мм, а расстояние между основными профилями – 1200 мм. Остальные параметры такие же, как и для разноуровневого каркаса. Между собой основные и несущие профили скрепляются с помощью соединителей одноуровневых.

**Кассетные и подвесные потолки.** Кассета (универсальная панель) представляет собой древесностружечную или древесноволокнистую плиту толщиной 1 см,

облицованную натуральным шпоном ценных пород дерева или другим декоративным материалом. Размеры таких панелей имеют значительный диапазон по ширине и длине, что позволяет подобрать их под любое помещение. В кромках кассет имеются пазы, предназначенные для их укладки и крепления. В пазы вставляются плоские или профилированные рейки.

Так как кассеты достаточно тяжелые, их крепят на обрешетку. Разметка и укладка производится от центра так, чтобы крайние ряды были попарно симметричны относительно центра и осей потолка. Дополнительную сложность создает кривизна стен. Для измерения прямоугольности углов между стенами можно изготовить угольник из реек с соотношением сторон 3:4:5 (например, 120:160:200 см). Между стенами и крайними кассетами оставляют деформационный шов шириной около 1–1,5 см. Крепятся кассеты к обрешетке при помощи степлера или на специальные крепежные скобы. После укладки плит деформационный шов закрывается нащельной планкой.

Сделать переход между разновысокими потолками, спрятать инженерные коммуникации, встроить осветительные приборы или просто придать потолку более оригинальный вид помогут профильные планки.

Понизить уровень потолка и одновременно улучшить вентиляцию можно при помощи двойной обрешетки. Эффективная вентиляция таких конструкций особенно важна для помещений с повышенной влажностью. Непосредственно приклеить плитки к несущему потолку не всегда возможно из-за его неровности. Разницу в плоскости перекрытия до 20 мм можно выровнять при помощи обрешетки из сухих деревянных брусков, а если необходимо скрыть инженерные коммуникации, прибегают к подвесу из металлического профиля и полос из гипсокартона размером 700х(50–70) мм.

**Реечные подвесные потолки.** Реечная конструкция подвесного потолка состоит из реек, загнутых по бокам. Делают их из алюминиевой ленты, от которой можно отрезать рейку любой длины. В основном используются рейки длиной по 3 и 4 метра. Ширина реек – 20, 15, 10 и 9 см.

Очень важный параметр – толщина. Чем толще рейка, тем прочнее потолок. Оптимальная толщина реек – 0,5 мм. Этого вполне достаточно, чтобы потолок держал форму и не деформировался при монтаже. Если сделать рейку тоньше (0,47 или 0,43 мм), потолок может погнуться и на нем появятся вмятины.

Рейки бывают трех типов: открытые, закрытые и со вставками. **Закрытые** крепятся встык, заходя друг за друга и напоминая деревянную вагонку. Между **открытыми рейками** остается небольшой зазор. Но его практически не видно – такие модели обычно вешают в холлах с высотой потолков больше 5 метров. *Рейки со вставками* похожи на открытые, только расстояние между рейками прикрывают узкие алюминиевые полосы. Потолок получается ровным, без выемок и впадин. Его очень удобно мыть, это идеальный вариант для кухни.



**Подвесной потолок в ванной.** Поверхность потолка в ванной комнате контактирует не только с влажным воздухом, но и с водой. Соответственно, при выборе материала нужно быть уверенным в его влагостойкости.

Покрытия с неправильно подобранной влагостойкостью через некоторое время начинают либо расслаиваться, либо подвергаться коррозии, воздействию грибков и бактерий. Все остальные требования к потолкам в ванной (светоотражающая и звукопоглощающая способность, огнестойкость, экологическая чистота, простота в уходе) аналогичны предъявляемым к обычным потолочным конструкциям.

Одним из вариантов решений является отделка потолка в ванной комнате с помощью подвесной конструкции. Это и красиво и функционально – под подвесной потолок можно спрятать электропроводку, вентиляционные короба и т. д. Для ванной отлично подходят реечные металлические потолки, плиточные, а также из влагостойкого гипсокартона.

На сегодняшний день выпускается несколько типов плиточных подвесных потолков. Не все они годны для ванных комнат – все зависит от материала. Можно выбрать плиты из минерального волокна. Этот материал не боится влаги. Однако помимо минерального волокна в состав таких плит входят вторичная бумага, глина и органические добавки. Подойдут ли такие потолки для ванной комнаты, зависит от пропорции этих элементов. Если бумаги больше, потолочные плиты можно использовать только в сухих помещениях, а если больше глины – они подойдут для потолка ванной комнаты.

Также в ванной возможно установить подвесные плиточные конструкции из стальных модулей. Такие потолки прочны, им не страшны протечки. Однако большим минусом является то, что такая система отнимет как минимум 12 см от общей высоты комнаты, что не страшно в домах с высокими потолками, но нежелательно, если потолки низкие.

Лучше всего для отделки помещений с повышенной влажностью подходят подвесные реечные системы. Рейки сделаны из алюминия, который не ржавеет и не промокает. При этом они не подвержены деформации, жестко фиксируются в пазах крепления, поэтому не будут дребезжать и расшатываться. Еще один несомненный плюс реечных конструкций в том, что уровень потолка опустится всего лишь на 3 см. За реечными подвесными потолками очень просто ухаживать. Следы конденсата и любые другие загрязнения легко удаляются любыми чистящими средствами, кроме абразивных.

Цветовая гамма и богатство фактур позволяют с помощью соединителей скомбинировать разнообразные модули и создать уникальное дизайнерское решение. Кроме того, есть возможность подобрать рейки разной длины и ширины в зависимости от размеров ванной комнаты, что позволит сэкономить материал и обойтись без обрезков.

Стоит обратить внимание на то, что существуют реечные модули двух типов: сплошные и перфорированные. Для ванной лучше выбирать перфорированные, тогда в комнате будет не так гулко и душно.

Также не нужно забывать о следующем моменте: во влажных помещениях не допустима комплектация алюминиевых панелей стальными элементами – это может спровоцировать коррозию металлов, здесь можно использовать только алюминиевые шины и уголки.

### **Натяжные потолки**

Известно, что еще в античные времена в Египте, Греции и Риме использовали способ отделки, аналогичный современным натяжным потолкам. Шелковая ткань, подобранная под цвет стен, натягивалась в одной плоскости с потолком. Со временем ткань провисала, теряла цвет и покрывалась пылью, и вместо нее натягивали новую ткань.

В 1960-х годах во Франции идея натяжных потолков была реанимирована. Немалую роль в этом сыграли новые материалы: тяжелая и быстро теряющая внешний вид ткань была заменена пластиковой пленкой из легкого поливинилхлорида.

По некоторым данным, натяжные потолки были изобретены в Швеции, однако именно французы довели до совершенства технологию изготовления ПВХ-пленки, именно поэтому второе название натяжных потолков ПВХ – «французские потолки», это словосочетание стало нарицательным и уже не говорит о стране производителе.

Несмотря на то что натяжные потолки из ПВХ-пленки имеют более чем 40-летнюю историю, их производители так и не смогли решить ряд серьезных проблем.

По сути, натяжные потолки из ПВХ-пленки представляют собой полотна поливинилхлоридной пленки, спаянные между собой.

Ширина полотен, как правило, не превышает 2 м. Другими словами, в любом помещении, ширина которого более 2 м на натяжном потолке будет как минимум один шов. Следовательно, чем шире помещение, тем больше швов будет иметь натяжной потолок, что естественно, никак не украшает внешний вид комнаты.

Вторым, уже технологическим аспектом натяжных потолков из ПВХ-пленки является место спайки – слабое место таких конструкций. Некоторые производители натяжных потолков из ПВХ-пленки до сих пор используют «древнюю» технологию точечной спайки ПВХ-полотен, что значительно увеличивает вероятность разрыва натяжного потолка. Впрочем, и более современные технологии спайки полотен натяжного потолка не дают 100 % гарантии от разрыва.

Более серьезные проблемы с пленочными натяжными потолками могут возникнуть уже на стадии его замера и изготовления. Дело в том, что большинство пленочных натяжных потолков имеет гарпунную систему крепления в багет. Другими словами, для монтажа пленочного натяжного потолка используют два компонента крепления: крепежный багет, который закрепляют по периметру помещения, и гарпун, который приваривается непосредственно к краям пленки (при монтаже натяжного потолка гарпун крепится в багет).

Приваривание гарпуна к пленке возможно лишь в условиях производства, поэтому для изготовления натяжного потолка необходимо очень точно произвести замер помещения. Перед изготовлением натяжного потолка из ПВХ-пленки на производстве замерщик обязан снять все линейные, угловые, диагональные размеры помещения, в котором будет монтироваться натяжной потолок. Необходимо учесть все выступы, колебания сторон, углы, иначе любая ошибка может привести к тому, что натяжной потолок, изготовления которого заказчик ждет как минимум 1–2 недели, при монтаже оказывается непригоден для данного помещения.

Натяжные потолки из ПВХ-пленки имеют еще одну малоприятную особенность. Для того чтобы обеспечить достаточное натяжение пленки, их изготавливают на 10–20 % меньше изначальных размеров помещения. При монтаже такого «короткого» натяжного потолка необходимо тепловой пушкой разогреть помещение до 55–60 °С. Тогда натяжной потолок нагревается, растягивается и его можно монтировать. При этом резкий перепад температуры в помещении, где устанавливается потолок, означает, что все, что нельзя вынести из комнаты, наравне с ним ощутит на себе сильный тепловой удар. Предугадать, что случится с паркетом, оконными рамами, мебелью после воздействия резкого перепада температуры, невозможно.

Отдельный аспект натяжных потолков из ПВХ-пленки – это экология. Если производитель натяжных потолков использует качественное сырье, то проблем, как правило, нет, а вот если натяжные потолки изготавливаются из сырья низкого качества, то неприятный химический запах и вредные испарения надолго останутся в помещении.

### **Материалы для настенных покрытий**

Стены – один из основных элементов помещения, они изолируют внутреннее пространство дома от лишних звуков и погодных условий, а также делят пространство и украшают здание. История оформления стен берет начало еще с древнейших времен. В современном интерьере стены – это основной элемент фона, так как от их оформления зависит общий вид помещения. По назначению стены бывают **внутренними** и **наружными**, а по выдерживаемым нагрузкам – **ненесущими** и **несущими**. В этой главе книги мы детально рассмотрим наиболее распространенные виды стеновых перегородок и покрытий.

### **Гипсокартон**

Гипсокартон – это листы композитного материала с основой из гипса и наружными плоскостями из картона. Размеры листа составляют 2,5–4,8 м в длину, 1,2–1,3 м в ширину и 8–24 мм в толщину. Второе название – «сухая штукатурка» – гипсокартон получил из-за схожести функций двух материалов – их применяют для внутренней отделки помещений и выравнивания стен.

Основную часть всей массы гипсокартона – около 93 % – составляет мягкий сердечник, 6 % – картон и до 1 % приходится на влагу, крахмал и органическое

поверхностно-активное вещество. Для того чтобы увеличить прочность и плотность гипсового наполнителя, в его состав вводят специальные добавки.

Крепкий строительный картон играет роль каркаса. Кроме того, на него удобно наносить практически все отделочные материалы: клей для обоев, краску, так как он достаточно тверд и имеет высокие связующие показатели.

Ранее при отделке помещений для создания необычных форм использовали гипс и штукатурку, сейчас же современный дизайн без гипсокартона просто невозможно себе представить. Это очень пластичный материал, из него делают многоуровневые потолки с подсветкой, криволинейные перегородки с многочисленными нишами, полочками и фигурными отверстиями, похожими на лабиринты.

В последнее время появилась новая технология использования гипсокартона – так называемое «сухое строительство», при котором нет необходимости в применении обоев. Оно стало наиболее популярным в связи с модой на «евроремонт», где предъявляются повышенные требования к качеству поверхностей. Листам гипсокартона можно придавать практически любую форму, поэтому из них стали делать различные купольные покрытия, колонны, арки всех видов, сложнейшие переходы от одной плоскости к другой. Эти элементы собирают из металлических каркасов стандартных профилей, которые можно комбинировать, получая сотни разнообразных вариантов.

К достоинствам гипсокартона можно отнести энергосбережение, экологическую чистоту, хорошую звукоизоляцию. Гипсокартон разработан специально для использования в жилых помещениях, поэтому он отвечает всем необходимым стандартам. Он не токсичен и не оказывает вредного воздействия на окружающую среду. Гипсокартон не огнеопасен, не имеет запаха и абсолютно безопасен для человека. Гипсокартон, по терминологии строителей, «дышит», то есть контролирует уровень влажности. При повышенном содержании воды в воздухе он поглощает ее, при пониженном – выделяет. Благодаря этому свойству он естественным путем регулирует микроклимат в комнатах и поддерживает оптимальные для человека условия.

Среди недостатков необходимо отметить следующее: он не переносит высокой температуры и влажности; малая ударопрочность. Температурные условия и влажность помещения ограничивают применение этого материала. (Хотя в настоящее время выпускают также огнестойкий и водостойкий гипсокартон, но он значительно дороже обычного. Огнестойкие листы используют в обшивках различных воздуховодов и коммуникационных шахт. Устойчивый к воздействию влаги гипсокартон производят с добавлением антигрибковых веществ, его применяют в ваннах, кухнях и туалетах.) Кроме того, гипсокартон нельзя подвергать ударно-механическим нагрузкам. Еще одним недостатком является то, что листы гипсокартона неплотно прилегают к стенам, и под ними образуется пространство, где могут завестись тараканы, мыши, крысы и прочие домашние вредители.

## **Керамическая плитка**

Керамическую плитку производят из смесей глин, песка и других природных материалов, поэтому название «керамика» произошло от греческого слова *keramos* — глина. Это практичный и в то же время эстетичный материал, незаменимый при строительстве и ремонте. А уж возможности дизайна современной отделочной керамики поистине безграничны.

**Облицовка стен и пола ванной комнаты.** Пол и стены ванной комнаты контактируют с химическими реагентами, оставляющими пятна (например, средства личной гигиены, косметика, средства для уборки и т. п.). Кроме того, чтобы поддерживать их гигиеничность, необходимо использовать иногда моющие средства, обладающие определенной химической агрессивностью. Поэтому здесь следует делать выбор в пользу плиток с повышенными химическими характеристиками (в частности, обладающих кислотостойкостью и сопротивляемостью щелочам) и низкой пористостью.

**Облицовка стен кухни.** От плитки на стенах кухни не требуется высокой износостойкости, но так же, как и плитка для ванн, она должна хорошо противостоять действию агрессивных химических веществ.

К достоинствам керамической плитки относятся механическая прочность в период эксплуатации, легкость в уходе, гигиеничность, негорючесть, устойчивость почти ко всем химическим реагентам (за редким исключением). Керамическая плитка – лучший вариант для отделки санузлов и «фартука» кухонь.

К недостаткам этого отделочного материала относятся ломкость при транспортировке и укладке, неэластичность плитки (может осыпаться из-за усадки стен), слишком «холодное» покрытие.

### **Пластиковые панели**

Пластиковые панели – это легкий облицовочный материал, сделанный из поливинилхлорида с минимальным включением смягчителя.

Поливинилхлорид, как уже отмечалось ранее, – это универсальный материал, из него производят водопроводные трубы, шланги, линолеум, бутылки для питьевой воды и даже одноразовые шприцы. Он безопасен для здоровья человека, на его поверхности нет мелких пор, которые представляют собой излюбленное место обитания микробов. Благодаря этому пластиковые панели можно использовать в больницах и тех местах, где нужно поддерживать стерильную чистоту.

Стеновые панели из ПВХ изготавливают на заводах. Сначала замешивают пластиковую массу, похожую на тесто, затем его заливают в экструдер, который выдавливает массу сквозь отверстия определенной формы. Получающуюся «лапшу» нарезают на куски длиной от 2,5 до 6 м.

На гладкую лицевую сторону панели обычно наносят однотонный рисунок под дерево или натуральный камень. Лакировка придает поверхности панели пылеотталкивающие свойства и защищает от воздействия воды и света.

Пластиковые панели легко резать по продольным и поперечным направлениям, поэтому особых проблем при их монтаже не возникает. Друг с другом они соединяются способами «паз-паз» или «паз-гребень». В первом случае они ложатся плотно стык в стык, таким способом производят монтаж при повышенных гигиенических требованиях. Второй тип соединения позволяет вставить в швы декоративную расшивку другого цвета, зеркальные и рельефные вставки.

Среди преимуществ пластиковых панелей наиболее значимым является их влагостойкость: они не боятся даже прямого попадания воды. Поэтому их часто используют при отделке бытовых помещений, туалетов, ванных комнат, кухонь и даже душевых кабин. Большинство панелей нормально служат при изменениях температуры в диапазоне 20 °С, некоторые виды отличаются термостойкостью и выдерживают колебания от -40 до +115 °С.

Недостатки панелей следующие: пластиковая отделка подвержена механическим воздействиям, и обращаться с ней нужно аккуратно.

### **Панели из древесины**

В настоящее время из древесины делают несколько видов панелей, которые отличаются по способу изготовления и качеству.

Самыми лучшими, но и самыми дорогими, считаются **панели из натурального дерева**: материалом для них служат дуб, кедр, ольха и клен. Ими можно отделывать практически все жилые помещения и коридоры, кроме комнат с повышенной влажностью.

Для защиты от воздействия влаги панели со всех сторон покрывают специальным воском. После обработки они приобретают водонепроницаемость, с них легко удалять загрязнения. Восковой слой эластичен, он не трескается и не шелушится даже через долгое время после нанесения. Такими плитами можно облицовывать ванную и кухню, оставляя между ними вентиляционные промежутки.

Лицевой слой трехслойных деревянных панелей делают из ценных пород древесины, а остальные – из сосны или ели. Под сильным давлением и при высокой температуре слои прессуют и склеивают друг с другом. Для того чтобы плиты были более прочными, волокна в слоях укладывают попеременно в горизонтальном и вертикальном направлениях, а затем, для придания панели влагостойкости, ее покрывают акриловым лаком или воском.

Наиболее широкое распространение получили плиты не из натуральной древесины, а из древесных отходов – ДСП, ДВП и МДФ. Они изготавливаются из стружек или опилок и различаются по эксплуатационным свойствам. По своим свойствам они во многом заметно уступают панелям из цельного дерева, но при этом и гораздо дешевле.

При производстве для скрепления мелких частиц дерева друг с другом вводят синтетические связующие добавки. Ранее для этого использовали клеевые вещества и формальдегидные смолы. Это было опасно, поскольку при горении они образуют

ядовитые соединения. В последнее время появилась новая технология, позволяющая без потери прочности заменить формальдегид на лигнин – экологически чистое вещество, входящее в состав древесины.

**Древесно-стружечная плита (ДСП)** – это облицовочный материал, в состав которого входят стружки и опилки вместе со связующими добавками. ДСП получают, прессуя стружечную массу при высокой температуре.

Эти плиты не очень водостойки, обладают средней прочностью и не выдерживают перепадов температуры и уровня влажности. Они легко крошатся, поэтому нужно соблюдать особую осторожность при обработке. ДСП рекомендуется использовать только в сухих внутренних помещениях, они не подходят для кухонь, ванных комнат и балконов.

**Древесно-волокнуистая плита (ДВП)** делается из различных растительных волокон с добавлением связующих составов. При ее изготовлении используется метод горячего прессования, полученную плиту обрезают до нужного размера и наносят на нее декоративное покрытие.

ДВП достаточно прочны и долговечны, они безопасны для здоровья человека, а также водостойки, поэтому загрязнения с них удаляются смоченной в воде тканью. Ими можно облицовывать любые помещения, включая комнаты с повышенной влажностью. Единственное исключение – места, на которые напрямую попадает вода.

Существует еще одна технология изготовления панелей из древесины – уже не раз упоминавшаяся в нашей книге **МДФ** – middle density fibreboard, что в переводе с английского означает «древесно-волокнуистая плита средней прочности». Эти панели водостойки, что позволяет облицовывать ими ванные комнаты и кухни, при этом они выдерживают влажную уборку. Кроме того, панели довольно прочны, на них можно вешать небольшие шкафчики и картины. Некоторые производители выпускают огнеупорные панели МДФ.

Деревянные панели различаются по длине и профилю, каждый вид выпускается в нескольких цветовых вариантах. Наиболее легки для монтажа плиты с укупненнoй расшивкой по типу «паз-гребень», их может установить даже не имеющий профессиональных навыков человек. Панели «паз-паз» с независимой расшивкой монтируются сложнее, но они имеют широкий выбор разнообразных декоративных элементов и планок.

Для того, чтобы прикрепить панели к обрешетке, используются специальные скобы – кляймеры. Они прикручиваются шурупами к тыльной стороне. Установка панелей осуществляется двумя способами. Первый – скрытая вставная раскладка, плиты соединяются вплотную друг к другу и образуют сплошную поверхность. При втором способе панели соединяются видимой раскладкой, то есть между ними остается небольшой зазор, куда можно вставлять промежуточные декоративные рейки.

Необычный эффект дает комбинированная установка с горизонтальным, вертикальным и наклонным расположением плит. Если на стену с древесной облицовкой нужно навесить тяжелое оборудование, то его крепят на длинные

шурупы либо к обрешетке, либо к несущей стене, чтобы на плиты не приходилась нагрузка.

**Условия применения деревянных панелей.** Панелями из цельной древесины облицовывают любые внутренние помещения: прихожие, кабинеты и жилые комнаты. Если они покрыты влагоустойчивым лаком или воском, то их можно устанавливать в кухнях и ванных комнатах.

ДСП часто применяют для отделки потолков и стен. Они почти не пропускают звук, поэтому с их помощью изолируют комнаты, где стоят музыкальные инструменты или аудиотехника. Для красоты ДСП покрывают тканью или обоями.

На стенах комнат отдыха, спален и гостиных часто устанавливают ДВП. Специалисты не советуют использовать их в местах с высоким уровнем влажности или без надежного отопления, потому что такие материалы плохо переносят сильные температурные колебания. Для влажных помещений можно использовать ДВП с пластиковым покрытием.

### Декоративные покрытия

Практически все декоративные покрытия, за исключением жидких обоев, которые относятся к ним только формально, имеют схожие свойства и характеристики.

Все **штукатурки** можно классифицировать на два вида по составу основания, которое может содержать воду или синтетические смолы.

Покрытия с химическими основами, чаще всего это эпоксидные смолы или полиуретаны, сейчас практически не используются, т. к. при нагреве до температуры 140 °С, из них начинают выделяться ядовитые соединения хлора или цианистой кислоты.

Штукатурки на воде безопасны для здоровья человека. В качестве связующего элемента в них используют акриловые, стирол-акриловые, поливинилацетатные и бутадиен-стирольные составы. Они несколько отличаются по свойствам, но соединяются по одинаковому принципу – при добавлении воды частицы полимера слипаются друг с другом и поверхностью стены, образуя неразрывные связи.

Когда смесь высыхает, полимерные цепочки приобретают жесткость, и больше не растворяются в воде. Недостатком этих составов является то, что они не выдерживают высокой температуры – уже при 60 °С они начинают размягчаться, и грязь, оказавшаяся на поверхности, намертво въедается в покрытие. Поэтому их никогда не наносят на разогревающиеся поверхности, например на радиаторы отопления, камины и нагревающиеся полы.

Наиболее распространены **акриловые покрытия**. Они более устойчивы к нагреванию – выдерживают до 90 °С, паропроницаемы, влагостойки и хорошо прикрепляются к поверхности. Кроме того, они огнестойки, не выцветают под лучами солнца.



**Стирол-акриловые и бутадиен-стирольные** покрытия более влагостойки, но при температуре выше 65 °С начинают желтеть. Вторые, к тому же, абсолютно не паропроницаемы.

**Поливинилацетаты** хорошо «дышат», и выдерживают температуру до 90 °С, но не стойки к воздействию влаги.

Если классифицировать штукатурки по материалу наполнителя, то он может быть натуральным – мраморная, гранитная, кварцевая крошка, а также их смеси, или синтетическим – из полимерных гранул. Размер крошки может различаться от 0,5 до 5 мм.

**Покрyтия с натуральной каменной крошкой** — вид декоративных покрытий, состоящий из водорастворимой связующей основы и небольших частиц мрамора, гранита или кварца. Минеральный наполнитель делает покрытие очень красивым и узнаваемым, поэтому его традиционно выделяют в отдельную группу.

По величине гранул штукатурки с цветной крошкой делятся на следующие группы: крупнофактурные – 3–5 мм, среднефактурные – 1,5–2,5 мм, мелкофактурные – 0,5–1 мм, тонкофактурные – менее 0,5 мм.

**Крупнофактурные грануляты** образуют грубую, шершавую поверхность с отчетливо рельефными частицами, **тонкофактурные** – почти гладкую, похожую на камень. На упаковке указывают не размер гранул, а классификацию материала.

Интересно, что крошка имеет только сферическую форму, для этого она окатывается, а затем калибруется. После такой обработки частиц покрытие становится приятным на ощупь и об него невозможно поцарапаться. Калибровка влияет не только на вид стены, но и на расход материала – чем больше одна, тем больше и другой, потому что слой покрытия получается толще.

Водорастворимое связующее сделано на основе акрила, для гранул берут чаще всего мрамор, иногда добавляя гранитную и кварцевую крошку. Реже используют штукатурки с наполнителем только из цветного кварца.

Естественный цвет материала придает ему благородный вид, поэтому он часто применяется без добавления красителей. Однако некоторые производители окрашивают крошку, значительно расширяя цветовой ассортимент гранулята.

Покрyтие с натуральной каменной крошкой можно использовать практически на любой поверхности, оно не требует шпаклевания при предварительной подготовке, поскольку благодаря своим свойствам выравнивает и маскирует небольшие неровности. Работа с ним не очень трудна, материал наносят шпателем, разравнивают и оставляют высыхать, а тонкофактурные грануляты распыляют на стены.

Штукатурки с натуральной каменной крошкой – одни из самых долговечных и прочных материалов, они огнестойки и влагоустойчивы. Кроме того, они довольно эластичны – при небольшом искривлении стен на них не появляются трещины. Благодаря акриловому связующему они стойки к резким температурным перепадам, не выцветают и не отслаиваются от основания. Покрyтия выдерживают

воздействия химически-активных веществ, даже дезинфекцию 10 %-ным раствором хлорамина, применяемого в больницах для санобработки.

Одним из недостатков является то, что акриловое связующее не паропроницаемое, поэтому его не рекомендуют использовать при отделке дышащих поверхностей. Кроме того, водная основа ускоряет коррозию черных металлов, чтобы избежать этого, детали из них обязательно грунтуют.

На фасаде здания в жаркую погоду существует опасность перегрева покрытия. При температуре, близкой к 80–90 °С, связующее вещество размягчается и на него может налипнуть грязь, которую потом будет невозможно удалить. Так как покрытие представляет собой единую поверхность, ее нельзя ремонтировать фрагментами, то есть при значительных повреждениях необходимо менять все покрытие полностью.

В качестве наполнителя чаще всего применяют *мраморную крошку*, которая хорошо сцепляется со связующим веществом, но менее стойка к истиранию и появлению царапин, чем другие минералы. Она, как и гранитная, имеет шероховатую поверхность. Покрытие из нее считают очень красивым, оно способно изменять цвет в зависимости от угла зрения и освещения.

*Кварцевая крошка* образует гладкую и блестящую плоскость. Плюсом этого материала является то, что его можно наносить на любую поверхность, благодаря большой толщине слоя он не требует предварительного шпаклевания и скрывает дефекты и неровности. Материал с кварцевой крошкой очень прочен и долговечен, устойчив к температурным колебаниям и имеет высокую паропроницаемость, хорошо сцепляется с обрабатываемой поверхностью, что повышает его прочность, но это качество не позволяет делать частичный ремонт покрытия.

Недостатки такой штукатурки в том, что это тяжелое и не очень экономичное покрытие – его расход составляет от 2,5 до 4,5 кг на 1 м<sup>2</sup>.

***Свойства и особенности декоративных покрытий.*** Практически все декоративные штукатурки достаточно эластичны и не трескаются при небольших деформациях стен. При нанесении они не образуют швов и маскируют мелкие неровности. Они достаточно устойчивы к истиранию, даже случайные царапины на них менее заметны благодаря их шероховатой структуре.

Покрытия с крупными гранулами наносят толстым слоем, и чаще используют для наружных стен. Они имеют хорошие звуко-и теплоизоляционные свойства, прочны и рельефны, так что рисунок виден издали.

Мелкоструктурные штукатурки применяют для внутренней отделки, благодаря относительной гладкости они более стойки к истиранию. Акриловые штукатурки можно чистить средствами для мытья посуды, стиральными порошками или просто водой.

Большинство декоративных покрытий легко поддаются ремонту, отсутствуют швы, они не имеют запаха и не впитывают сигаретный дым.

## **Мозаичные покрытия**

Мозаичные краски – это водная эмульсия нерастворимых капелек-пигментов или твердых микроскопических частиц, цвет которых отличается от цвета базисного состава. Эти краски очень качественные, долговечны и декоративны. Поверхность, покрытая мозаичной краской, приобретает чуть заметную шероховатость, на ней с небольшого расстояния видны застывшие капельки краски, создающие эффект множества мелких точек на бархатном фоне.

Перед тем как начинать окрашивание, поверхность нужно особенно тщательно подготовить, поскольку любая неровность или трещина на ней будут заметны с первого взгляда. Сначала ее выравнивают и очищают, затем грунтуют специальными смесями или водно-дисперсионными или алкидными красками, близкими по цвету к базисному составу.

Мозаичные краски продают уже готовыми для проведения ремонта.

***Свойства и особенности мозаичных покрытий.*** Мозаичные краски паропроницаемы, то есть позволяют стенам «дышать», влагостойки и устойчивы к истиранию. Загрязнения с поверхности, обработанной ими, можно удалять водой со слабощелочными моющими средствами.

Мозаичные краски можно наносить на любое твердое основание – бетон, кирпич, гипсокартон, керамическую плитку, металл или дерево.

Они не образуют швов, не выцветают на солнце, не горючи, экологически чисты и пропускают воздух. Благодаря своим свойствам они полезны для микроклимата в комнатах и хорошо сочетаются с гипсокартонными листами, как и с любой «дышащей» поверхностью.

К достоинствам мозаичных красок относят то, что они хорошо маскируют неизбежно появляющиеся мелкие повреждения и царапины, поэтому при гарантийном сроке службы 10 лет они сохраняют красивый внешний вид значительно дольше. Хорошая эластичность позволяет краскам не образовывать трещин при усадке и деформации стен.

## **Обои**

Точной даты, когда были изготовлены первые в мире обои, нет. Но историки склонны вести дату отсчета от произведенной впервые в мире бумаги большого формата. Это случилось в 105 году н. э. в Китае. Некий Цай Лунь осадил слой шелковых волокон на старой рыболовной сети, за что и был удостоен титула «бумажного князя». Возможно, китайцы украшали стены своих жилищ бумагой уже во II веке, практически сразу же после изобретения Цай Луня. Китайские рисованные обои высоко ценились во все времена, независимо от капризов моды и разнообразия вкусов. Образцы старинных расписных обоев и сегодня украшают стенды лучших музеев мира. Китайцы хранили секрет изготовления бумаги почти полтысячелетия. Лишь в VI веке о нем узнали японцы, которые толстым слоем бумаги разгораживали помещения и завешивали окна.

После сражения при Самарканде (751 год) способ изготовления бумажных листов китайские пленники выдали арабам, которые стали делать бумагу из пенькового и льняного тряпья на шелковых или волосяных ситах, натянутых на деревянную раму. Этот способ арабские купцы вывезли через Персию в Северную Африку, оттуда – в южно-европейские страны, а в X–XI столетиях бумагоделание распространилось по всей Европе. В Старом свете в течение многих веков копировали китайские обои, но нередко приносили в роспись «стенных бумаг» свои манеры и сюжеты. В XVII–XVIII веках в странах Западной Европы большой популярностью пользовались так называемые «фальшивые шелка» – на грунтованную поверхность бумаги насыпали обрезки шелковых нитей, грунт высыхал, шелк приклеивался и создавалась полная иллюзия ткани. Подобными обоями был украшен и Лувр, и резиденция французских королей, и замок герцога Армана-Жана дю Плесси, кардинала де Ришелье. В начале XIX века обоями начали украшать дворцы Украины. Тогда же французы помогли построить под Петербургом первую в России фабрику обоев, которая выпускала продукцию, подобную французской.

Рынок обоев настолько велик, что способен удовлетворить запросы даже самого разборчивого покупателя. Классифицировать обои можно по множеству признаков и параметров: внешнему виду, наличию рисунка, количеству слоев, сфере применения, плотности, водостойкости и др.

Обычно обои состоят из основы и покрытия. Основой называют тот слой, который непосредственно соприкасается со стеной или потолком и пропитывается клеем. Она может быть бумажной, тканевой и нетканой (с использованием натуральных и искусственных материалов).

**Покрытие** – это все то, что наносится на основу. При его изготовлении применяются всевозможные материалы и их комбинации: бумага, волокна растительного, животного, минерального и искусственного происхождения, металл (в виде фольги или пудры напыления), кора пробкового дуба, отходы деревообрабатывающего производства, синтетические полимеры, разнообразные краски и лаки.

Большинство обоев как отечественного, так и зарубежного производства имеют основу из бумаги. Достоинства этого материала хорошо известны: экологическая чистота и воздухопроницаемость (стены, оклеенные бумагой, «дышат»).

Общеизвестны и недостатки обоев: водо- и паропроницаемость, малая прочность, высокая теплопроводность и т. д. Следствием отрицательных черт «характера» бумаги являются практические трудности, с которыми приходится сталкиваться, пытаясь наклеить изготовленные из нее обои. В процессе работы выясняется, что сделать поверхность ровной чрезвычайно трудно, на ней постоянно образуются пузыри и складки. Причем самые большие проблемы возникают при оклеивании потолка.

Для изготовления основы обоев используется бумага разной плотности: от 70–90 (как у обычной канцелярской бумаги) до 120–150 г/м<sup>2</sup>. Применение того или иного сорта зависит от того, какой вид обоев предполагается изготовить. Например, для гладких изделий нужна менее плотная бумага, чем для тисненых. А если основа

дублируется еще одним слоем бумаги, каждый из них делают не слишком плотным (около 90 г/м<sup>2</sup>), ведь суммарный показатель все равно окажется достаточно высоким.

Обои на бумажной основе популярны, помимо всего прочего, благодаря своей относительной дешевизне. Однако стремление к улучшению качества и увеличению срока службы настенных покрытий привело к поиску альтернативных материалов. В последние годы появились обои на тканевой и нетканой подложке. Изделия на небумажной основе стоят существенно дороже бумажных аналогов, зато прекрасно держатся на стенах, образуя практически ровную поверхность с едва заметными стыками.

Современные производители обоев предлагают сегодня широкое разнообразие этих отделочных материалов, способное удовлетворить любой потребительский вкус. Разнообразные виды обоев, представленных на современном рынке отделочных материалов, отличаются по материалу основы и покрытия, способу изготовления и назначению.

***По отношению к влаге*** (возможности мойки):

- обычные (бумажные) не выдерживают воздействие воды и прикосновения щетки;
- водостойкие выдерживают протирание слабо загрязненных мест влажной губкой или мягкой тряпочкой без применения моющих средств;
- моющиеся выдерживают водную чистку с добавлением моющих средств;
- высокостойкие виниловые выдерживают любые моющие средства.

***По типу поверхности*** обои делятся на:

- гладкие;
- обои с рельефным рисунком, наносимые на поверхность в процессе производства;
- обои с выдавленным мелким рисунком;
- обои с глубоким рисунком, многослойные.

***По плотности*** обои бывают:

- легкие;
- тяжелые (при плотности менее 110 г/м<sup>2</sup> появляются значительные трудности с наклейкой полос при наличии неровностей на основании; более плотные обои положительно влияют на микроклимат в помещении).

***По типу рисунка:***

- обои гладкие;
- одноцветные;
- обои узорчатые (без повторяющегося рисунка, требующего подгонки соседних полос при наклейке).

**Бумажные обои.** Этот вид обоев по-прежнему остается наиболее широко используемым. Объясняется это в первую очередь их сравнительной дешевизной и простотой технологии монтажа. Присущая им относительная недолговечность (лишь некоторые образцы рассчитаны на срок эксплуатации 5—10 лет) вполне компенсируются невысокой ценой. Бумажные обои незначительно снижают теплопроводность стен и повышают звукопоглощение. Существенными недостатками бумажных обоев являются малая прочность, особенно проявляющаяся в процессе оклейки, невозможность применения во влажных помещениях, требующих обработки стен моющими составами.

С эстетической точки зрения современные бумажные обои своим разнообразием расцветок и структур могут удовлетворить даже самый изысканный вкус. Выпускаются гладкие и рельефные обои, с рисунком и без него и, даже, предназначенные под дальнейшее окрашивание и пропитывание водоотталкивающим составом. Интересный декоративный эффект имеют бумажные обои со структурной поверхностью.

**Виниловые обои.** В последнее время наряду с традиционными бумажными обоями большой популярностью пользуются виниловые обои. Эти обои формируются из двух слоев – нижний слой бумаги (или ткани) покрывается слоем поливинила, а затем на поверхность наносится рисунок или тиснение. *Вспененные обои*, у которых верхний слой винила в результате термической обработки приобрел дополнительную структуру, более плотные и хорошо скрадывают поверхности стен.

Другая разновидность виниловых обоев – *шелкографические* – имеет в верхнем слое винила шелковые нити. Чаще всего этот тип обоев бывает темноокрашенным, гладким или рельефным. Эту группу материалов объединяют высокие декоративные свойства, стойкость к световому воздействию. Значительные прочность, эластичность и водонепроницаемость верхнего слоя позволяют использовать виниловые обои для оклейки помещений, требующих частой влажной уборки с применением моющих средств, т. е. их используют для оклейки кухонь, ванных комнат, прихожих, холлов.

Работать с виниловыми обоями достаточно сложно. Благодаря своей значительной толщине эти обои, имеющие влагостойкий виниловый слой, препятствуют пропусканию излишней влаги. Кроме того, для них характерен большой коэффициент линейного растяжения, при нанесении клея они сильно растягиваются, а при высыхании сжимаются. В результате этого швы между полотнищами виниловых обоев могут разойтись. Эти обои также очень плохо переносят перепады температур и влажности. Тем не менее виниловые обои, пожалуй, самый интересный, с декоративной точки зрения, вид обоев. Технология их изготовления позволяет создавать такое многообразие вариантов покрытия, что этот материал по праву можно считать многоликим.

**Линкруст.** Этот вид обоев имеет бумажную основу, и в отличие от обычных обоев, покрывается тонким слоем массы, состоящей из лоноксиновой, хлорвиниловой и других мастик с древесной мукой или другими наполнителями. Эластичная масса позволяет выдавливать весьма разнообразные узоры и орнаменты. Эти обои имеют

длительный срок службы, могут окрашиваться масляной краской и позволяют легко поддерживать чистоту поверхности стен по сравнению с обычными обоями.

**«Жидкие обои».** В последнее время особую популярность приобрели покрытия, получившие торговое название «жидкие обои». Этот материал позволяет создавать гладкие или рельефные покрытия без швов. В состав покрытия могут входить хлопок, целлюлоза, текстильные волокна. «Жидкие обои» разводятся вододисперсионной краской и наносятся валиком или краскопультом. Колеровка «жидких обоев» производится специальными красками. Достоинством этого материала является возможность его нанесения на бетонные, гипсокартонные поверхности, не имеющие значительных дефектов (сколов, отверстий).

**Стеклообои.** Основу стекловолоконных обоев составляют волокна из специального стекла, которые вытягивают через фильеры в платиновой «лодочке» при температуре около 1200 °С, затем их формируют в пряжу и ткут. В результате получают тканое полотно с различным рисунком.

Сырьем для производства стеклообоев являются минеральные экологически чистые материалы: кварцевый песок, сода, известь, доломит. Таким образом, отсутствует питательная среда для микроорганизмов. Стекло является диэлектриком, поэтому исключается возможность накопления электростатического заряда. Стеклообои не вызывают аллергии, не выделяют в воздух токсичных веществ. При этом они имеют высокую пожаробезопасность, паропроницаемость, водонепроницаемость, щелоче- и кислотостойкость. Стеклообои обычно поставляют в рулонах шириной 1 м.

Химический состав стекловолоконных обоев определяет возможность их применения на различных по природе поверхностях. Их можно наклеивать на очищенные от пыли и других загрязнений бетонные и кирпичные поверхности, гипсокартон, ДСП, ДВП, деревянные и металлические основания. Соблюдая некоторые простые правила, с помощью стеклообоев можно, например, в зданиях старой постройки достигнуть структурной и цветовой унификации поверхностей, придать помещениям современный эстетический вид.

Для строителей важным качеством стеклообоев является возможность скрывать небольшие трещины, русты, швы между панелями, получая идеально ровную структурированную поверхность, готовую для дальнейшей отделки. Применяются эти обои в жилых помещениях, офисах, гостиницах, медицинских учреждениях, где особо ценится их свойство способствовать сохранению микроклимата в помещении.

**Металлические обои** изготавливаются путем покрытия бумажной основы тонким слоем фольги, после чего на поверхность обоев наносится тиснение или рисунок. «Металлическая» поверхность этих обоев износостойчива и хорошо моется, а для их наклеивания необходим особый дисперсионный клей.

Основой **фотообоев** — бумага с цветным фотоизображением. Это распространенный вид обоев, создающий определенное настроение. Они пользуются популярностью потому, что они недорогие и при этом позволяют получить массу удовольствий при созерцании изображения ландшафта.

**Обои на основе серпянки** — новый для отечественных строителей материал. Это рулонный материал, состоящий из двух слоев. Основу обоев составляет нетканое целлюлозное полотно, на которое наносят отделочный слой вспененной целлюлозы. В результате получают рулоны обоев шириной 0,53х10 м.

С помощью отделочного слоя вспененной целлюлозы получают более 60 видов рисунков и фактур, имитирующих крупные и мелкие структурные штукатурки (для различных помещений), «потолочные» структуры, различные ткани.

Технология таких обоев позволяет создавать не только покрытия для основной площади стены, но и отделочные элементы: верхние и нижние бордюры. Покрытия можно эксплуатировать без дополнительной отделки (потолки) или окрашивать дисперсионными, латексными и акриловыми красками. Это дает возможность реализовать традиционные и ультрамодные решения интерьеров в помещениях различного функционального назначения, а также существенно увеличить износостойкость покрытий.

Материал обладает пародиффузионностью, что позволяет оклеенным поверхностям «дышать». При этом прочность обоев на основе серпянки при наклеивании существенно выше, чем, например, у обычных бумажных. Полосы этих обоев имеют стабильную форму: не растягиваются в процессе работы, не «салятся» при высыхании клея, не перекручиваются.

**Ковровые обои (тафтинг-обои).** Слово «тафтинг» в переводе с английского означает «ворс», а ворсистые обои – это ворс, прикрепленный к тканевой основе. Такая декоративная отделка хорошо смотрится, поглощает звук и сохраняет тепло. Эти обои сделаны из 100 %-ного синтетического волокна, нечувствительны к влажности и относительно огнестойки. Они приклеиваются обычным обойным клеем.

**Текстильные обои** представляют собой бумажное полотно, ламинированное нитями из натуральных или смешанных волокон либо натуральной тканью. Технология их производства состоит из нескольких процессов:

- формирование текстильного полотна. Для этого используются различные виды пряжи или нитей, состоящие из натуральных (лен, хлопок) или смешанных волокон. Нитяное полотно может формироваться из различного числа нитей в зависимости от их толщины и плотности укладки. Число нитей составляет от 25 до 150 на 10 см ширины бумажного полотна;
- формирование обойного полотна. Процесс состоит из нанесения клея на бумажную основу и прессование ее с нитяным полотном.
- процесс сушки, при котором бумажное полотно, ламинированное нитями, проходит через 5–6 сушильных камер с инфракрасным излучением. Результатом процесса является окончательно сформированный рулон обоев длиной до 1000 м; резание и упаковка – это завершающая стадия, на которой большой рулон разрезается на стандартные (длиной 10,05 м) или другой длины по желанию заказчика.



Такие обои могут выпускаться различной ширины – от 53 до 80 см. Текстильные обои обладают повышенными теплоизоляционными и шумопоглощающими свойствами, светостойкостью, они экологически чисты. Эти обои относятся к группе трудногорючих материалов, а материалы, содержащие льняные волокна, обладают бактерицидными свойствами. В настоящее время текстильные обои выпускаются из хлопковых, вискозных и льняных нитей, а также из нитей, содержащих натуральные и искусственные волокна. Использование различных нитей позволяет обеспечить любую цветовую гамму и, таким образом, удовлетворить самые изысканные вкусы покупателей и высокие требования современного дизайна.

Также текстильные обои выпускаются на синтетической основе, представляющей собой текстильное полотно, наклеенное на поролон.

Особый вид – *велюровые обои* – бумажные полотна, на которые в процессе производства сначала наносится рисунок, а затем велюровые ворсинки. В результате образуется мягкая бархатная поверхность.

Текстильные обои предназначены для оклейки стен и потолков офисных, жилых и административных помещений обычным способом. Они не требуют подгонки по рисунку, что является их существенным преимуществом по сравнению с традиционными бумажными. Своеобразная текстура полотна обеспечивает незаметное соединение полос между собой и имитацию сплошной тканевой поверхности.

***Растительные обои.*** Эти необычные обои на бумажной основе декорированы переплетенными вручную натуральными волокнами растущими в Азии растениями. За счет этого растительные обои поглощают шум, служат неплохой теплоизоляцией, обладают хорошей светостойкостью, являются экологически чистыми. Они как нельзя лучше сохраняют воздухообмен между стеной и помещением, одновременно являясь естественным фильтром, и равномерно распределяют влажность.

Существует множество способов изготовления растительных обоев и бесконечное разнообразие растений, используемых для их декорирования: тростник, степная трава, джут, нити папируса, лен и т. д. Такое разнообразие позволяет представить широкий набор стилевых решений: от жгучего латиноамериканского до сдержанного японского.

Растительные обои можно использовать не только для отделки стен, но и потолков. Отличительной особенностью этого вида обоев является то, что они, подобно дорожному вину, от времени становятся только лучше.

***Натуральные обои из шпона ценных пород древесины*** – это элитные стеновые покрытия на бумажной или флизелиновой основе с натуральным шпоном. При производстве этих обоев используется шпон сапели, дуба, ироко, бамбука, ореха, венге и др. Нанесенный на специальную плотную бумагу шпон из ценных пород древесины (толщиной около 0,1 мм) продается в виде полотна шириной 50–70 см или листами размером 50–70 см. Такие обои создают ощущение тепла и, в сущности,

не так дороги, как соответствующая обивка деревянными панелями. Натуральные обои не следует путать с пластиковыми обоями «под дерево».

Основа **пробковых обоев** — кора пробкового дуба. Производятся они горячим прессованием при температуре 360–400 °С. Из пробки при этом выделяются клеящиеся вещества, и пробка таким образом как бы сама себя клеит. Пробковые обои обладают антибактериальными свойствами.

**Выбор обоев.** При выборе обоев специалисты советуют обращать внимание на основные характеристики, определяющие качество обоев. Обои для кухонь, ванных комнат должны обладать более высокой влагостойкостью, чем обои для жилых помещений. В зависимости от плотности различают легкие и плотные обои. Важным параметром является светостойкость, так как обои, подверженные выгоранию на солнце, не позволят произвести перестановку мебели в помещении.

Паропроницаемость – критерий, который значительно влияет на микроклимат помещения и одновременно позволяет поверхности правильно просыхать. Следует учесть, что:

- низкое помещение кажется более высоким, если используются обои с вертикальными полосами;
- высокое помещение выглядит более низким при использовании комбинации двух разных видов обоев, разделенных бордюром, или при использовании обоев с поперечными полосами или крупным орнаментом;
- маленькое помещение производит впечатление более просторного, если используются обои с мелким рисунком или светлые однотонные обои;
- большое помещение выглядит более уютным при использовании обоев темных тонов и крупных рисунков.

**Сколько рулонов приобрести.** Стандартный рулон обоев как отечественного, так и зарубежного производства (так называемый еврорулон) имеет длину около 10 м и ширину приблизительно 53 см, то есть его площадь составляет 5,3 м<sup>2</sup>. Встречаются рулоны и других размеров, обычно большей длины и ширины.

Чтобы определить, сколько рулонов обоев потребуется для оклеивания стен в комнате, необходимо измерить ее периметр (без учета окон и дверей) и высоту. Затем надо произвести арифметические вычисления в следующей последовательности:

- умножить периметр стен на их высоту;
- разделить полученное значение (выраженное в квадратных метрах) на площадь рулона. Итоговая цифра и будет искомым количеством рулонов.

Если рулон нестандартный, необходимо внимательно прочитать его размеры на упаковке, вычислить общую площадь и далее, для определения нужного количества, действовать по той же схеме.

Довольно сложно определить, сколько нужно обоев, если требуется точная стыковка рисунка. Бесспорно, придется купить на несколько рулонов больше. Чтобы не ошибиться при подсчете, лучше обратиться за помощью к продавцу.

Потолочные обои обычно имеют такие же размеры, что и настенные. Вычислить, сколько рулонов необходимо для оклеивания потолка, очень просто: для этого нужно разделить площадь комнаты на площадь рулона.

Многие торгующие фирмы предлагают покупателям специальные таблицы для определения нужного количества обоев. Каждая из них составлена с учетом разных наборов параметров. Например, в одних таблицах фигурирует площадь комнаты, в других – ее периметр, в третьих фиксируется высота помещения и т. д. Следует учитывать, что площадь окон и дверей всегда включается в площадь помещения.

**Выбор клея для обоев.** Выбирать клей лучше одновременно с выбором материала, который будет наклеиваться. Часто можно приобрести клей той же марки, что и отделочный материал (например, некоторые производители обоев выпускают клеи тех же марок, что и обои).

При выборе клея необходимо определить: какой вид клея соответствует работе с конкретным материалом; подготовить поверхность соответствующим образом, что повлияет на последующую прочность соединения; внимательно прочесть инструкцию по использованию клея.

Все виды клеев выпускаются в виде **сухой смеси**, которая разводится водой в пропорции, указанной на упаковке, или же **готовыми к употреблению**.

Основными характеристиками клея являются:

- клеящая способность (адгезия);
- безопасность;

Существуют **универсальные клеи**, которые могут использоваться для приклеивания различных покрытий (как потолочных панелей, так и плитки). Однако использование **специального клея** для тех или иных видов работ лучше обеспечит желаемый результат, чем применение универсального клея.

Цена клея зависит от наличия различных наполнителей, обеспечивающих определенные качества (цвет, уровень адгезии, морозостойкость и т. п.): чем выше полезные качества, тем дороже клей. Учитывая небольшую удельную стоимость клеев в общей стоимости отделки, использование дешевых марок нецелесообразно.

Наиболее распространенными видами сухих обойных клеев являются клеи, изготовленные из крахмалов; **из КМЦ**(карбоксо-метилцеллюлозы).

**Клеи из крахмалов** бывают двух типов:

- из нативных (необработанных) крахмалов; такие клеи требуют варки (растворяются только в кипящей воде). Процесс их приготовления достаточно долг (40–50 мин), но они дешевые и очень качественные.

– из модифицированных крахмалов; такие клеи растворяются в холодной воде в течение 3–5 минут. Они удобны в приготовлении, высококачественны, но обычно это клеи импортного производства и поэтому достаточно дороги.

Практически все современные типы обойных клеев при правильном их использовании обеспечивают качественную и надежную приклейку обоев непосредственно к стене помещения. Показатель надежной приклейки – при отрыве приклеенного полотна обоев от стены, обои рвутся по бумаге, т. е. на стене остается нижняя часть полотна.

При наклейке очень важно правильно подготовить стену – очистить от грязи и старых обоев, удалить пятна и плесень, вымыть поверхность и прогрунтовать слабым раствором обойного клея.

Что касается времени, в течение которого обойный клей держит обои на стене, то при низкой влажности помещения и отсутствии рядом со стеной нагревательных приборов, а также контакта с влагой невлагостойких обоев оно практически не ограничено. Обычно ремонт помещения проводят раз в 5–6 лет, и это время качественный обойный клей гарантированно держит обои на поверхности при соблюдении вышеуказанных условий.

Выпускаются различные типы обоев, которые можно разделить на следующие группы, для каждой из которой используется свой тип клея:

1. Обычные бумажные обои (необработанные) – любой крахмальный или целлюлозный клей.
2. Тисненные обои (дуплекс, влагостойкие) – усиленный крахмальный клейстер.
3. Рельефные обои (древесная стружка, пластиковые с накатанным рисунком) – специальный виниловый клейстер.
4. Виниловые обои на бумажной подложке (тонкие, рельефные, «вспененные») – специальный виниловый клейстер.
5. Фольга алюминиевая на бумажной подложке – специальный виниловый клейстер.
6. Фрески и фотообои на бумаге – усиленный крахмальный клейстер.
7. Пробка на бумажной подложке – специальный виниловый клейстер.
8. С клеевой изнанкой – не требуют применения клея; клей, активируемый водой, наносят на фабрике.

MyBook — библиотека современной и классической литературы, новинки и бестселлеры, отзывы, рекомендации, популярные авторы.

### **Напольные покрытия**

Ровный, гладкий и красивый пол не только помогает поддерживать в помещении чистоту и гигиену, но и создает уютную, теплую и стильную обстановку. Появление пола и его покрытий началось с тех пор, как человек начал строить свои жилища. Развитие архитектуры и строительства, а также создание новых материалов в

отделке жилья привели к применению более красивых, прочных и удобных напольных покрытий.

На сегодняшний день существуют следующие виды современных напольных покрытий: деревянные (специально обработанные доски, паркетные доски, паркет), пробковые, ламинированные, плиточные, из синтетических и полимерных материалов (ковровое покрытие, разные виды линолеума).

Каждый вид напольного покрытия имеет свои недостатки и достоинства. Древесина является одним из наиболее старых и традиционных материалов, который используется при устройстве и оформлении полов. Это экологически чистый, удобный в обработке и эксплуатации, а также надежный материал. Недостатком является отсутствие изящности и декоративности дощатых полов.

### Паркет

При отделке помещений, а именно полов, когда важны эстетика, тепло, уют и благоприятная экология, большинство людей отдает предпочтение дереву, а не каким-то другим материалам. При этом внешний вид, цвет, текстура древесины зачастую играют для человека большую роль, чем ее объективные физические показатели.

Отличные характеристики снискали паркету заслуженную популярность. В отличие от синтетических покрытий для пола, **штучный паркет** практически не поддается влиянию времени, а тем более – моды. Натуральное дерево с годами не стареет, а, подобно хорошему вину, «дозревает», приобретая особую изысканность цвета и выразительности рисунка. Даже сегодня, когда ассортимент деревянных покрытий для пола настолько разнообразен (паркетная доска, художественный паркет, массивная доска), доля штучного паркета составляет более 70 % рынка.

**Рынок.** Сегодня в Украине более 200 предприятий, которые выпускают паркет, в том числе штучный. Много производителей известны с советских времен: Ивано-Франковский лесокOMBинат, Потуторский деревообрабатывающий завод, Каменно-Бужский лесопромышленный комплекс, Киверцевский деревообрабатывающий комбинат. Новое поколение производителей: «Рубежанский паркет», «Кленовый лист», «Пирятиндрев», «Эдельвейс», «Промар-сенал», «Интерукрпаркет» (концерн IPG), «Велес», «Дом паркета». Кроме отечественного на нашем рынке широко представлен паркет зарубежных компаний: «Бонд», «Зоря», «Леонардо», «Мик» (Россия), Lo Park, Nolte, Deimer Benz, Bombay, Aicher (Германия), Lattner (Австрия), Komondor (Великобритания), Komofloor (Индонезия), Junglewood (Бразилия – Индонезия).

Штучный паркет представляет собой однородные планки из ценных пород древесины длиной от 150 до 925 мм (обычно с шагом 50 мм) и шириной от 30 до 90 мм (с шагом 5 мм). Импортные паркеты (Германия, Италия, Бельгия) и паркет, изготовленный на импортных линиях, имеет длину строго кратную ширине, например, 420х60 или 490х70 мм, что позволяет укладывать его так называемой «корзиной». Толщина планок колеблется в пределах от 16 до 22 мм (как правило,

украинский паркет имеет толщину 15 и 22 мм, германский – 14 мм, паркет азиатского производства – 18 мм). Планки имеют на двух реберных сторонах гребень, а на двух других сторонах – паз. Выпускают их парными: с правым и левым гребнями. Большая толщина позволяет неоднократно обрабатывать полы по мере износа, возвращая им первозданный вид.

Цена паркета зависит от сорта (класса), размеров паркетной планки и породы древесины. Штучный паркет представлен в следующих ценовых категориях: эконом-класс, бизнес-класс, элит-класс.

**Материал.** Для изготовления паркетных полов традиционно используется древесина лиственных пород, отличающаяся большой твердостью и износостойкостью, в отличие от мягких хвойных пород. Начнем с местных и наиболее распространенных пород древесины.

Среди самых востребованных на украинском рынке – паркет из дуба (70 % объемов продаж), бука, ясеня.

**Дуб.** Традиционная порода для изготовления паркетных и дощатых полов. Насчитывает около 200 разновидностей. Древесина имеет оттенки от светло-коричневатого до желтовато-коричневого с красивой текстурой, прочна, долговечна, устойчива к внешним воздействиям. Очень ценится мореный (пролежавший много лет в воде) дуб темно-серого цвета.

**Бук.** Древесина светлая с красновато-желтым или сероватым оттенком. Твердая и прочная, не уступает дубу.

**Ясень.** Древесина светлая, слегка желтоватая, с хорошо выраженной текстурой. По твердости превосходит дуб, но при этом очень эластичен.

**Вишня.** Древесина розово-коричневатая, иногда розово-серо-ватая. Очень декоративна.

**Граб.** Древесина светлая, серовато-белая, блестящая.

**Груша.** Древесина имеет розоватый оттенок.

**Каштан.** Древесина светло-коричневая. Текстура каштана почти такая же, как и у дуба.

**Клен.** Древесина клена имеет почти белый цвет, иногда со слегка желтоватым оттенком. Считается изысканным материалом для внутренней отделки помещений – создает контрастный фон для темной мебели.

**Ольха.** Древесина светлая с красновато-оранжевым оттенком.

**Орех.** Древесина – коричнево-серая с более темными вкраплениями. Устойчив к деформации.

**Тик.** Древесина золотисто-коричневая, текстура хорошо выражена. Имеет высокое содержание маслянистых веществ и поэтому практически не гниет, может сохраняться при благоприятных условиях сотни лет.

Что касается экзотических пород дерева, то одним из основных преимуществ паркета из древесины тропических пород является широкая палитра оттенков и текстур. Разнообразие коричневых, красных, желтых, розовых тонов, присущих «экзотике», позволяет создать напольную композицию, которая гармонирует как с классическим, так и с совсем необычным интерьером.

**Афрормозия.** Коричнево-золотистая древесина с темными прожилками из экваториальной Африки. Используется как заменитель тика. Применяется в качестве декоративных элементов мозаичных полов.

**Бамбук.** Паркетные планки из бамбука склеиваются в заводских условиях из отдельных полос. Устойчив к механическим и климатическим воздействиям. Естественный цвет бамбука – золотисто-соломенный.

**Венге.** Зрелая древесина очень декоративна. Цвет – от золотисто-коричневого до очень темного коричневого.

**Дуссия.** Древесина декоративна, имеет красно-коричневую окраску. Она очень устойчива к внешним воздействиям.

**Камбала.** Древесина желтовато-коричневая. Устойчива к изменениям микроклимата, к различным вредителям древесины.

**Кемпас.** Цвет яркий: от золотисто-красноватого до темно-оранжевого.

**Кумару.** Древесина золотисто-коричневая с темными продольными прожилками.

**Лапано.** Древесина оливково-серая.

**Махагони.** Древесина красновато-коричневая.

**Мербау.** Цвет древесины – от светлого до темно-коричневого. Она очень твердая, устойчива к воздействию влаги, мало рассыхается, благодаря чему используется при строительстве палуб морских судов и яхт.

**Мутения.** Древесина очень декоративна, имеет окраску от светло-коричневой до оливково-коричневой.

**Оливковое дерево.** Древесина желто-белая, иногда с красноватым оттенком.

**Падук.** Древесина кораллово-красная. Очень устойчива к механическим нагрузкам (давлению) и внешним воздействиям.

**Сукупира.** Древесина красновато-коричневого тона с вкраплением светлых и желтоватых прожилок. Не повреждается вредителями.

**Эвкалипт.** Отличается яркой красной окраской (от клубничного до темно-красного). Древесина устойчива против всех видов вредителей.

**Ягоба.** Древесина имеет очень красивые декоративные тона от оранжево-коричневого до фиолетового и темно-коричневого.

По цвету древесины материал делят на светлый (бук, ясень, береза, клен, бамбук) и темный (орех, красное и черное дерево); нейтральная цветовая гамма у дуба, граба, груши, вишни, тика, маслинового дерева.

**Щитовой паркет** относится к классу заменителей натурального паркета.

В процессе обработки отходов деревообработки получают основу щитового паркета – щит, на который в дальнейшем наклеивают паркетные клепки. Это и есть щитовой паркет, имеющий форму квадрата. Выпускаются также прямоугольные фризové щиты.

Паркетные щиты выпускаются следующих видов:

- с рамочным основанием;
- с реечным основанием, которое облицовано с двух сторон шпоном;
- с основанием из ДСП, облицованной с двух сторон шпоном;
- с основанием из двух склеенных между собой слоев паркетных реек.

Лицевое покрытие паркетных щитов бывает следующих видов:

- покрытие паркетными планками;
- покрытие квадратами строганого шпона;
- покрытие квадратами фанерной облицовочной плиты.

### **Массивная доска**

Массивная доска является аналогом штучного паркета, с тем лишь отличием, что она имеет более крупные размеры – от 600 до 3000 мм длиной, от 60 до 200 мм шириной и от 20 до 22 мм толщиной. Доска в данном случае шпунтована со всех сторон, в том числе и по бокам. От толщины доски напрямую зависит, насколько она будет прогибаться, т. е. ее механическая прочность. Учитывая тот факт, что массивная доска намного крупнее штучного паркета, а значит и напряжение на уложенную доску больше, производители изготавливают массивную доску толщиной от 20 мм.

Так же, как и штучный паркет, массивная доска изготавливается из массива натуральной древесины. По краям массивная доска также имеет шипы и пазы, что позволяет при монтаже плотно соединять доски между собой и обеспечивает быструю укладку и монолитность готового покрытия. Существует массивная доска с фасками по краям, которые помогают достичь особенный эффект завершенного пола, а также нивелировать возможное появление щелей.

Для изготовления массивной доски чаще всего используются **дуб, клен, ясень, сосна, лиственница**. Из наиболее устойчивых к перепадам температуры и влажности можно выделить породы древесины, которые содержат природные масла – **тик, мербау, ироко, дуссия**. При производстве массивной доски нежелательно использование «капризных» пород – бука, груши, вишни, черешни, эбена, кумьера.

Преимущество массивных деревянных полов заключается в их низкой теплопроводности, высокой шумоизоляции и уникальной способности впитывать избыточную влагу, способствуя созданию и поддержанию естественного микроклимата в помещении. Но при этом не стоит забывать о правильной



эксплуатации массивной доски, напольное покрытие из массива предполагает обязательное соблюдение требований по уходу.

Еще одно несомненное преимущество массивной доски – это ее долговечность. Толщина рабочего слоя массивной доски толщиной 20 мм составляет 8—10 мм, что позволяет обновлять ее не менее 15 раз. Восстановление поверхности, как правило, необходимо через 7—10 лет, а это означает, что срок службы массивной доски может составить 100, а то и 150 лет. Массивная доска, безусловно, это самый стильный, элитный и наиболее дорогой пол из натурального дерева. Небольшие трещинки и маленькие сучки, которые могут встречаться в некоторых сортировках массивной доски, лишь подчеркивают натуральность, благородство и изысканность этого вида напольного покрытия. Наиболее изящно массивная доска смотрится в больших, хорошо освещенных помещениях. К недостаткам такого пола можно отнести его высокую цену.

### **Паркетная доска**

Паркетная доска, также как и щитовой паркет, является заменителем натурального паркета.

Паркетная доска – это деревянное основание, на которое с определенным рисунком наклеены паркетные планки из благородных пород древесины. Паркетные доски выпускаются длиной 1200–3000 мм с градацией 600 мм и допуском  $\pm 2$  мм. Ширина – 137–200 мм с предельным отклонением  $\pm 0,3$  мм, толщина – 14–22 мм, с предельным отклонением  $\pm 0,2$  мм.

Состоит паркетная доска из трех перпендикулярно расположенных слоев. Верхний слой набран из ценных пород древесины толщиной, как правило, до 4 мм. Этот слой в заводских условиях покрывают несколько раз лаком или пропитывают масляным покрытием. Средний слой паркетной доски состоит из планок хвойных пород древесины (ель, сосна). Волокна среднего слоя расположены перпендикулярно по отношению к волокнам верхнего и нижнего слоев. На кромках и торцах среднего слоя располагаются шипы и пазы, предназначенные для соединения досок между собой. Нижний слой паркетной доски представляет собой тонкую фанеру, изготовленную из хвойных пород древесины. Такая взаимно перпендикулярная конструкция паркетной доски делает ее прочнее и устойчивее к изменениям температуры и влажности, в отличие от паркета и массивной доски.

Основными преимуществами паркетной доски являются:

- экономия времени и средств, потраченных на укладку;
- невысокая цена по сравнению с массивной доской и штучным паркетом, при этом пол, уложенный из паркетной доски, практически не отличается от натурального паркета;
- надежность (пониженная чувствительность к климатическому режиму).

К недостаткам паркетной доски можно отнести:

- невозможность шлифовки паркетной доски, уложенной «плавающим» способом;

– относительно небольшой по сравнению со штучным паркетом и массивной доской срок службы – до 35 лет; из-за тонкого «рабочего» слоя паркетной доски, до 4 мм, количество возможных перешлифовок – максимум два раза.

### **Пробковые полы**

Натуральная пробка – это кора пробкового дуба, произрастающего в странах Средиземноморского бассейна, в основном в Португалии, Испании, некоторых районах Алжира и Марокко. Ее мягкая и стильная текстура гармонично сочетается с любыми элементами декора, а уникальные свойства намного превосходят традиционные материалы – линолеум, паркет и обои. Пробка обладает «букетом» отличных свойств и преимуществ, и каждое в отдельности может сделать любой материал уникальным.

Легкость пробки (она в 3–4 раза легче сосны) уменьшает трудоемкость монтажа покрытий. Она не поддерживает горение и, в отличие от некоторых пластмасс, не выделяет ни хлора, ни цианидов при сильном нагревании. Пробка – экологически чистый материал, не гниющий, как дерево. Ее не трогают жучки и грызуны, не разрушают грибки.

Изделия из пробки сохраняют неизменной свою текстуру и цвет под воздействием солнечных лучей, чего не скажешь о многих синтетических покрытиях. Этот материал химически инертен, в частности, нечувствителен к действию бензина, масел и спиртов. Пробка – прекрасный электроизолятор. В то же время на покрытиях из нее не скапливаются электрические заряды, значит, на них не собирается пыль, что немаловажно для людей, страдающих аллергией, и в помещении проще поддерживать чистоту.

Но наиболее замечательны высокая тепло- и звукоизоляция пробковых материалов, представляющих собой сотовую структуру из ячеек, заполненных воздухом, что создает тот самый сложный барьер для тепловых и звуковых волн, который инженеры пытаются сконструировать в искусственных материалах. Как теплоизолирующий материал пробка конкурирует со специально созданными теплоизоляторами, например пенопластом, полистиролом, минеральной ватой и другими.

Наконец, пожалуй, только резина может конкурировать с пробкой как демпфирующим, то есть гасящим механические колебания (в том числе и звуковые волны), материалом. Так, коэффициент звукопоглощения на частоте 1000 Гц для настенного покрытия толщиной 2 мм составляет 0,1. Это означает, что шум в комнате будет снижен в несколько раз, а эхо исчезнет почти совсем. Поэтому пробковые покрытия рекомендованы для отделки комнаты или зоны отдыха, оснащенных качественной аудиоаппаратурой.

К недостаткам материала можно отнести следующее: небольшую механическую прочность и твердость пробки. На разрыв она заметно уступает дереву, зато легко гнется, что позволяет ей справляться с нагрузками на полы в жилых помещениях. Но все-таки пробка – материал не для несущих конструкций, а только для отделки.

Повредить ее острым, твердым предметом несложно (хотя и отремонтировать поврежденное место сравнительно просто).

Второй, если можно так сказать, недостаток пробковых материалов – ограниченность их сырьевой базы. Поставщики с трудом справляются с возрастающим спросом. Помимо этого, широкому распространению пробковых полов мешает их цена. Но надо сразу отметить, что пробка – высококачественный материал и он не может быть дешевым.

### **Линолеум**

Линолеум, пожалуй, самое недорогое и одновременно практичное покрытие для пола. Сегодня на рынке можно встретить два вида этого эластичного покрытия – натуральный линолеум и покрытие из ПВХ, которое тоже называют линолеумом.

**Натуральный линолеум** производится в основном из восполнимого в природе сырья, благодаря чему он экологичен и антистатичен (не притягивает пыль) и, кроме того, обладает бактерицидными свойствами, вследствие чего широко применяется в медицинских учреждениях, в детских садах и школах. Неоспоримый плюс этого напольного материала – простота в уходе, правда, его нельзя подвергать длительному воздействию щелочи.

**Искусственный линолеум** производят из пластической массы, в состав которой входят пластификаторы, разбавители, красители и связующие вещества. В зависимости от способа нанесения подложки из поливинилхлорида определяется цена и качество линолеума. При нанесении механическим способом пузырьки воздуха при вспенивании не связаны между собой, поэтому при точечном давлении на покрытие (например, ножками тяжелого платяного шкафа) пузырьки сжимаются, но не лопаются, работая по принципу губки. Если шкаф потом убрать, линолеум выравнивается. При химическом способе структура ячеек подложки получается замкнутой и на полу остаются вмятины. Но зато такое покрытие не впитывает влагу, поэтому больше подходит для влажных помещений.

Безусловные достоинства линолеума из ПВХ – высокая прочность, неподверженность гниению, небольшая теплопроводность, разнообразие рисунков и доступная цена.

К минусам этого покрытия стоит отнести специфический запах, который может держаться несколько дней, даже если помещение интенсивно проветривать. К тому же ПВХ-покрытие чувствительно к высоким и низким температурам, поэтому их нельзя использовать на улице и возле отопительных систем. Необходимо помнить, что для удаления загрязнений с поверхности нельзя применять вещества, которые растворяют поливинилхлорид.

### **Ламинат**

Название «ламинированные полы» не совсем правильно применять к этому материалу, корректнее его именовать – «панели ламинированные для устройства

полов». Ламинирование – это процесс покрытия одного материала другим при помощи температуры, давления или клея для придания необходимых характеристик.

В настоящее время на рынке строительных материалов широко представлены ламинированные полы различных производителей и ценовых категорий. Для производства ламинированных панелей применяются три метода: метод высокого давления – HPL (High Pressure Laminate); метод прямого давления – DPL (Direct Pressure Laminate); метод электромагнитной обработки – ELESKO (Elektronen Strahl Gehaertete Oberflaeche). Независимо от способа производства, основаниями для ламинированных панелей могут быть: МДФ, так называемые ДВП высокой плотности (HDF – Hoch Dichte Faserplatte) и ДСП. Верхний слой ламинированных панелей может состоять из слоистого пластика или декоративной бумаги со специальной пропиткой, покрытой защитной меламиновой пленкой. Применение различных материалов и технологий объясняется желанием производителей улучшить технические и потребительские свойства ламината, а также удешевить продукцию.

При производстве ламинированных панелей **методом высокого давления** в качестве верхнего слоя используется слоистый пластик HPL. Он состоит из волокнистых слоев, пропитанных термополимерными смолами и связанных в одно целое при помощи высокой температуры (150 °C) и давления не менее 5 МПа. С одной стороны имеется слой с декорированной поверхностью, пропитанный меламиновой смолой. Готовый слоистый пластик склеивается с основанием при большой температуре и высоком давлении, после чего охлаждается. С обратной стороны приклеивается стабилизирующий слой, препятствующий различного рода деформациям, появляющимся при эксплуатации. Причина деформаций – внутренние напряжения, которые могут возникнуть из-за неодинакового расширения пластика и основания при воздействии высоких температур во время склеивания, неравномерного охлаждения после склеивания.

Стабилизирующий слой, близкий по характеристикам к слоистому пластику, и основание хорошего качества препятствуют или существенно уменьшают возникающие деформации, но это значительно увеличивает стоимость изделия.

При производстве ламинированных панелей **методом прямого давления** в качестве верхнего слоя используется декоративная бумага со специальной пропиткой (например, феноловой смолой), покрытая пленкой из меламиновой смолы с добавлением минералов. Процесс приклеивания происходит при высоких температурах. Основанием обычно служит ДВП высокой плотности (HDF).

При использовании **метода электромагнитной обработки** (ELESKO) основанием служит HDF, в качестве верхнего слоя используется покрытие ELESKO, которое состоит из антистатического, устойчивого к царапинам верхнего слоя, промежуточного акрилового слоя с добавлением корунда и других минералов, устойчивых к истиранию, и нижнего слоя декоративной бумаги, пропитываемого акриловой смолой без примеси растворителей.

Основными параметрами, используемыми при оценке качества ламинированных панелей (независимо от метода производства) являются: износостойкость, стоимость, дизайн, экологическая чистота.

На износостойкость ламинированных панелей, изготовленных методом высокого давления, влияет цвет и форма применяемого пластика. Светлые цвета лучше сопротивляются истиранию, чем темные, декорированная поверхность более устойчива, чем однотонная. Износостойкость измеряется в единицах, равных одному вращению абразивного круга, поэтому часто к значению износостойкости добавляется слово «оборотов». Сила прижима и абразивность круга, используемого при испытаниях на износоустойчивость, регламентируются стандартом DIN EN 438.2. Однако разные производители по-своему подходят к методу измерения износостойкости. Одни считают, что прекращать тест на износостойкость следует, когда появляются первые царапины, другие – когда верхний слой уничтожается полностью. Поэтому одни и те же ламинированные панели могут иметь разные обозначения, все зависит от того, когда остановить вращение абразивного круга. Высокий показатель по износостойкости еще не означает, что панели однозначно хорошего качества и будут служить долго. Кроме устойчивости на истирание, ламинированные панели испытываются на упругость, изменение глянца, устойчивость к пятнам, к УФ-излучению, к выгоранию.

С 1998 года для ламинированных панелей была введена новая норма маркировки, применяемая параллельно со старой. Все ламинированные панели разделены на две категории: жилье (21—23-й классы), общественные помещения (31—33-й классы). Например, 21-й класс – жилые помещения с умеренной нагрузкой; 23-й – жилые помещения с интенсивной нагрузкой; 32-й – общественные помещения со средней нагрузкой. Готовая продукция испытывается по всем параметрам, и ей присваивается класс, соответствующий самым слабым показателям, выявленным в процессе испытаний. Если, например, все параметры ламинированных панелей соответствуют 32-му классу, а устойчивость к выгоранию – 31-му, то продукции будет присвоен 31-й класс. Степень износоустойчивости маркируется в тех же единицах, но с пометками: IP (initial wear point) – начало появления царапин; FP (final wear point) – повреждение верхнего слоя на 95 %; AT = (IP+FP)/2 (durchschnittlicher Abriebwert) – среднее значение устойчивости к истиранию. Например: IP – 16 000 (это значит, что появление царапин наступает после 16 000 вращений абразивного круга); FP – 18 000 (повреждение верхнего слоя на 95 % наступает после 18 000 вращений абразивного круга); AT = (IP+FP)/2 = 17 000 (среднее значение устойчивости к истиранию – 17 000 единиц).

### **Ковролин**

Тенденции дизайна и моды потеснили в домах и квартирах такую традиционную и некогда популярную вещь, как ковер. Его место в домах все активнее занимает ковровое покрытие, или, как его еще называют, ковролин. Главное отличие ковра от ковролина – это его «самодостаточность», законченный рисунок или сюжет и

обработанные края. Ковролином можно укрыть все помещения, включая такие, которые раньше не покрывались.

Структура современных ковровых покрытий практически всегда одна и та же. Если взглянуть на них в разрезе, то можно выделить следующие составляющие: ворс, первичную подкладку (основу) и вторичную подкладку, состоящую из закрепляющего слоя и собственно подкладки, как правило, из латекса.

Важной характеристикой коврового покрытия является состав пряжи, используемой для его изготовления. Современный ковролин производится из натуральных и синтетических нитей. *Натуральные волокна* бывают растительного (лен, хлопок, джут, бумага, сизаль, кокос) или животного (шерсть, натуральный шелк) происхождения. Конечно, выше всего ценятся шерстяные ковровые покрытия из-за природных свойств шерсти – она хорошо впитывает влагу, но остается сухой на ощупь, хорошо греет, не оплавляется в случае контакта с огнем. Однако есть у шерсти и отрицательные свойства – она подвержена моли и плесени, накапливает электростатический заряд.

Основными видами *синтетических волокон*, применяемых при изготовлении коврового покрытия, являются полиамид (нейлон), полипропилен (олефин), полиакрил и полиэстер. Покрытия из нейлона по своим качествам лучше остальных синтетических материалов: они мягкие, хорошо держат ворс и на них почти не видно вмятин от мебели, они легко чистятся и не выцветают. Срок их службы – 10–15 лет. Чуть уступают нейлону акрил и полиэстер. Последний дешевле, но и менее долговечен (прослужит 5–8 лет), жесткий на ощупь, обладает характерным синтетическим блеском. Олефин тоже может прослужить такой срок, его главный плюс – невысокая цена. На замену олефину сейчас приходят терклон и суприм – это полипропиленовые волокна, прошедшие химическую и термическую обработку для повышения износостойкости. По внешнему виду такой ковролин не отличается от шерстяных покрытий и на ощупь он очень мягкий.

***По способу плетения*** различают следующие виды коврового покрытия.

*Петлевой одноуровневый* – самый простой вид. Петли ворса не разрезаны и имеют одинаковую высоту. Такие покрытия нашли наиболее широкое применение в офисах, так как петля лучше всего противостоит износу, а при достаточной массе ворса (не менее 500 г/м<sup>2</sup>) такие ковры легко чистить. Однако ухаживать за петлевыми коврами нужно регулярно, так как грязь, проникшую вглубь ворса, очень трудно удалить. Петли разной высоты могут образовывать скульптурный рисунок в петлевом многоуровневом ковре; такие ковры выглядят интереснее.

*Петлевые ковры скролл* делаются из пряжи нескольких цветов, кроме того, имеют разную высоту ворса. За счет этого получают рисунок (иногда достаточно сложный) и скульптурный эффект. Часто ковры скролл немного подстригают, чтобы сделать их похожими на более дорогие ковры с разрезным ворсом. Эти покрытия неплохо выглядят и относительно недороги, но за ними труднее ухаживать.

*Велюр* – ковер с коротким (до 8 мм) разрезным ворсом. Ворс после стрижки ковра распушается и создает однородную, гладкую, похожую на бархат поверхность.

Велюр может быть очень мягким, шелковистым (для дома), а может быть жестким, упругим (для офиса). Это, пожалуй, самый простой в уходе вид ковра. Однако на велюре, особенно однотонном, хорошо заметны следы шагов и грязь. Скрыть их помогает рисунок.

*Саксоны* изготавливается из крученой пряжи. Ворс ковра стрижется для получения ровной поверхности, которая, в отличие от велюра, имеет характерный «зернистый» вид. За счет кручения ворс можно сделать более высоким (до 15 мм). Саксони ценится за элегантность и комфортабельность, однако и стоит этот вид покрытия гораздо дороже, чем остальные.

*Шэг* – разновидность саксони с очень высоким и грубым ворсом, высота которого может достигать 30–40 мм. Такие ковры были очень популярны лет 20 назад, сейчас мода на них снова возвращается.

*Фризе* изготавливается из сильно закрученной пряжи. В готовом ковре ворс не стрижется и имеет «кудрявый» вид. Неоднородность структуры ворса покрытий фризе позволяет скрыть следы шагов и грязь, однако такие ковры немного сложнее в уходе.

Если в одном ковре высокие петли разрезать, а низкие оставить неразрезанными, то получится комбинированный ворс. Такой вид ковра называется *cut-loop*. Неразрезанные петли создают скульптурный рисунок и, кроме того, помогают скрыть следы шагов и грязь.

**По способу производства** различают тканые, тафтинговые, иглопробивные и флокированные ковровые покрытия. *Тканый* способ берет свое начало в глубокой древности. Это традиционный способ изготовления знаменитых восточных ковров. Ворс в них образуется путем переплетения однотонной и разноцветной пряжи и завязывания узелков на прочной основе, концы которых затем подстригают. *Тафтинговый* способ – это когда иглу с нитью проводят сквозь основу и оставляют с лицевой стороны петли заранее заданной высоты. Затем их разрезают, а с изнанки основы закрепляют латексом. *Иглопробивной* способ – это множественное прокалывание волокнистой основы иглами со специальными зазубринами. Волокна, захваченные зазубринами, причудливо перепутываются, придавая изделию вид войлочного. Их также закрепляют с изнанки вторичной основой. При *флокировании* ворсинки длиной 3 мм с помощью электростатического поля плотно «выстраивают» на полихлорвиниловой основе и закрепляют.

**По способу настила** ковровое покрытие бывает *рулонное* и *кусковое*.

## Керамическая плитка

Выбор типа керамической плитки для покрытия пола определяется предполагаемой областью его применения. В соответствии с особенностями изготовления можно выделить следующие виды напольной керамической плитки. Отметим, что все нижесказанное во многом относится и к плитке, используемой для облицовки стен.

**Майолика.** Для производства используются карьерные глины, содержащие не только глинистые, но и песчаные фракции, достаточно большую карбонатную фракцию и окислы железа. Плитка покрывается непрозрачной глазурью, наносящейся на розовый утель (бисквит). Производственный цикл предусматривает двойной обжиг.

**Монокоттура.** Технология производства этого типа плитки предусматривает одновременный обжиг утеля и глазури. По этой технологии производится широкий ассортимент глазурованной продукции.

**Терраля.** Для производства этого типа кафеля применяются технологии двойного обжига, используется дорогое сырье (глины, пески и флюсы для спекания белой массы). Производимая плитка имеет белый цвет, что позволяет наносить рисунок непосредственно на поверхность бисквита, а затем покрывать его всего лишь одним слоем стекловидной глазури.

**Клинкер.** Эта плитка изготавливается из сырья с добавлением красящих оксидов, флюсов и шамота (обожженной глины). Формовка клинкерной плитки производится в основном путем экструзии, но иногда используется и способ прессования. Клинкерная плитка может быть неглазурованной, глазурованной или остеклованной.

**Керамический гранит.** Для производства керамогранита используют смесь двух глин высокого качества с добавлением кварца, полевого шпата и натуральных красящих пигментов. Эта смесь подвергается прессованию под высоким давлением, а затем подсушивается и обжигается при высоких температурах, из нее получается керамогранит высокого качества.

Керамическая плитка имеет ряд существенных преимуществ. Она очень прочна, при правильной укладке предел ее прочности в 10–20 раз превосходит возможности цемента или железобетона. Высокий показатель жесткости не позволяет кафелю деформироваться, даже при очень высоких нагрузках. Чем толще кафель, тем выше этот показатель.

Благодаря свойствам огнеупорности и огнестойкости плитку можно использовать для облицовки печей и каминов. Она вообще не горит и защищает облицованную поверхность, а при нагревании не выделяет ядовитых веществ. Кафель не проводит электрический ток, практически не подвергается разрушению при соприкосновении с химическими веществами, не изменяет своего цвета под воздействием солнечных лучей. Керамическая плитка является одним из самых гигиеничных материалов, на котором не могут долго существовать микробы.

К недостаткам плитки можно отнести цену – плиточные напольные покрытия считаются одними из дорогостоящих видов покрытий – и то, что это покрытие холодное, если не использовать подогрев пола.

По типу поверхности плитка бывает **глазурованной** и **неглазурованной** (так называемой матовой). Это свойство определяет устойчивость плитки к скольжению.



Еще одна важная характеристика – износоустойчивость. Согласно европейским нормам, существует пять категорий для классификации керамической плитки по этому показателю (от PEI-I до PEI-V). PEI-I определяет наименее износоустойчивую плитку, PEI-V – максимально износоустойчивую.

Один из важных показателей – морозоустойчивость, который определяется способностью плитки впитывать влагу (чем меньше плитка впитывает влагу, тем более она морозоустойчивей). Понятно, что морозоустойчивая плитка может использоваться в климатических условиях с большим перепадом температур, например, для облицовки балконов и фасадов.

Важно обращать внимание на устойчивость плитки к химическим воздействиям. Эта характеристика, указанная производителем плитки, обозначается буквами латинского алфавита от А до D. Наиболее устойчива к химическим воздействиям плитка, маркированная буквой А, наименее – D. Наборы плиток имеют категорию качества (1-й сорт – самый высокий уровень, допускающий в группе наименьшее количество бракованных изделий, 3-й – наиболее низкий уровень).

Также плитки отличаются по форме кромок и краев. Они бывают со скошенными кромками (так называемый, тип «универсал»), с прямыми кромками и со скругленными. По форме рабочей поверхности плитки бывают квадратными, прямоугольными, треугольными, круглыми и многоугольными, как более общий случай. Также большим разнообразием отличаются их цветовые характеристики, варианты покрытий, имитирующие фактуру дерева или камня.

При выборе напольной плитки важно учесть, в каких условиях она будет эксплуатироваться, и если эти условия допускают использование плитки с чуть худшими от максимальных показателями, она придется как раз к месту, обеспечивая наилучшее соотношение цены и качества.

## **Сантехника и водопровод**

### **Водопровод**

Вода в квартиры, в частные дома, на садовые участки подается по стальным трубам, которые различаются по диаметру условного прохода, то есть по номинальной величине внутреннего диаметра, в миллиметрах. Для квартирных водопроводных труб этот показатель обычно составляет 15 мм (соответственно, наружные диаметры таких труб равны приблизительно 21,5 и 26,8 мм). На трубах с диаметром условного прохода, равным 15 мм, нарезают резьбу 1/2" (такие трубы называют полудюймовыми). На трубах с диаметром условного прохода, равным 20 мм, – резьба 3/4". Подобные трубы бывают неоцинкованными «черными» и оцинкованными. «Черные» трубы подразделяются на шовные и бесшовные.

Давление в квартирных стояках холодного и горячего водоснабжения может достигать 10 атм при температуре 70–80 °С (правда, обычно эти цифры меньше). Так что все оборудование должно быть рассчитано на параметры, характерные для сети конкретного дома. Поэтому перед установкой необходимо определить, на какое

рабочее давление и какую рабочую температуру рассчитаны шаровой кран, редуктор давления, трубы, фитинги.

В большинстве случаев металлопластиковые трубы рассчитаны на рабочую температуру 95 °С при давлении 10 атм и являются универсальными, то есть могут применяться как для холодного и горячего водоснабжения, так и для отопления.

В качестве запорной арматуры чаще всего используют шаровые краны. Обычно они рассчитаны на давление не менее 35 атм при максимальной рабочей температуре 95 °С. При выборе фильтров необходимо обратить внимание на диаметр ячеек сетки или картриджа. В квартирах обычно используют фильтры с ячейками не более 100 микрон.

Счетчики расхода воды можно использовать любые, рассчитанные на применение в системах или холодного, или горячего водоснабжения. Главное, чтобы они были сертифицированы соответствующими органами. Обязательное условие – наличие в сопроводительном паспорте прибора печати с датой поверки.

**Металлические трубы.** Главным преимуществом **стальных труб** является их дешевизна. Они достаточно прочны и чаще всего используются в системах водоснабжения частных домов. При монтаже стальных труб потребуется сварка. Недостатком этого вида труб является их ненадежность из-за большого количества резьбовых соединений. Сталь сильно подвержена химической и электрической коррозии.

Особенностью **чугунных труб** является их толстостенность. Чугунные трубы выпускаются большого диаметра (от 50 до 500 мм). Достоинство этих труб – высокая долговечность и надежность, благодаря большой толщине стенок и высокой коррозионной устойчивости самого материала.

**Медные трубы** делают из меди очень высокой чистоты (99,9 %), то есть примесей в ней не больше 0,1 %. Это обеспечивает высокую коррозионную стойкость и пластичность таких труб. Медные трубы не теряют своей пластичности даже при отрицательных температурах до —100 °С. Если в медной трубе произойдет замерзание воды, она не потрескается, а только лишь немного расширится и после оттаивания будет функционировать, как и прежде. Медные трубы обладают очень гладкими стенками, шероховатость стенок примерно в 100 раз ниже, чем у стальных, и в 3–4 раза ниже, чем у полимерных.

**Пластиковые трубы.** Отличиями пластиковых трубопроводных систем от металлических являются надежность, долговечность, дешевизна. Пластиковые трубы служат примерно в три раза дольше, чем металлические, что объясняет высокую антикоррозионную устойчивость. Достоинствами пластиковых труб являются отсутствие ржавчины, коррозии, известковых отложений, что предотвращает зарастание внутренних стенок. А это, в свою очередь, не приводит к изменению пропускной способности труб. Они обладают хорошей звукоизоляцией, что уменьшает уровень шума, создаваемого трубопроводом. Вес труб очень маленький, что не создает больших трудностей при транспортировке, как в случае с металлическими.

Сейчас на строительном рынке предлагаются четыре вида пластиковых труб:

- из поливинилхлорида (ПВХ);
- из полиэтилена (ПЭ);
- из полипропилена (ПП);
- металлопластиковые.

Самыми первыми пластиковыми трубами были **трубы из ПВХ**. Они появились в середине 30-х годов XX века. Их достоинства: высокая прочность, стойкость к истиранию. В то же время у них есть два серьезных недостатка: повышенная токсичность и возгораемость. В настоящее время трубы из ПВХ применяются в мире только в системах внутренней канализации.

**Полиэтиленовые трубы** появились чуть позже, где-то в середине 1950-х годов. Главным преимуществом этих труб является хорошая устойчивость к отрицательным температурам, до  $-25^{\circ}\text{C}$ , благодаря чему их можно использовать и проводить прокладку в условиях минусовой температуры. Основным недостатком полиэтиленовых труб является низкая прочность полиэтилена при высоких температурах, что приводит к переходу полиэтилена в пластично-вязкое состояние. По этой причине полиэтиленовые трубы используются в системах только холодного водоснабжения.

**Трубы из полипропилена** появились еще позже, в начале 1970-х годов. Их достоинствами являются высокая прочность и более высокая устойчивость к температурным воздействиям. Их можно применять в системах горячего водоснабжения, а трубы с так называемым «кислородозапирающим слоем» можно использовать и в системах отопления.

**Металлопластиковые трубы**, как видно из названия, обладают достоинствами металла и пластика. Их можно применять и в системах отопления, и системах водоснабжения. Металлопластиковая труба представляет собой трехслойную трубу: тонкий металлический слой находится между двумя слоями полимера.

**Канализационные трубы.** В настоящее время основным материалом для изготовления канализационных труб является полиэтилен низкого давления с допускаемым напряжением в стенке трубы до 5 МПа.

Существует два вида канализационных труб **из полиэтилена**. Первый – канализационные трубы, которые используются в системах внутренней канализации зданий с максимальной температурой сточной жидкости до  $55-65^{\circ}\text{C}$  и кратковременной (до 1–2 мин) –  $85-95^{\circ}\text{C}$ . Изготовление этого вида труб ведется из полиэтилена низкого давления методом экструзии. Канализационные трубы такого типа делятся на три вида: без раструбов; с одним раструбом; с двумя раструбами.

Изготовление канализационных труб с раструбами ведется методом раструбно-стыковой сварки, включающей в себя приварку к одному или обоим концам отрезка трубы соответственно одного или двух патрубков.

Второй вид труб – **полипропиленовые канализационные трубы**. Существуют несколько различий между двумя видами труб. В отличие от первого вида, эти трубы используются в системах внутренней канализации зданий с максимальной температурой сточной жидкости до 90 °С.

По типу раструба (или его отсутствию) полипропиленовые трубы так же, как и полиэтиленовые, подразделяются на три вида: без раструбов; с одним раструбом; с двумя раструбами.

Производство труб с раструбами происходит с помощью той же технологии раструбно-стыковой сварки.

## Сантехника

### Умывальники

Дизайнеры *умывальников*, по большому счету, работают с высотой струи. Работают непременно с парой: нос смесителя – дно раковины. Временами струю почти полностью прячут в глубину чаши-ведра. Иногда наоборот: почти полностью оставляют ее на обозрении над мелкой широкой чашей-лужицей. Все остальное – дело вкуса. Форма чаши не должна сковывать жест умывающихся рук, округлость стенок нужно спроектировать так, чтобы ладони чувствовали себя абсолютно свободно.

Разнообразие раковин современных умывальников можно сгруппировать, прежде всего, по способу их установки.

*Подвесную раковину* крепят к стене болтами или подвешивают на специальные металлические кронштейны. Оба варианта сегодня сосуществуют на равных правах.

*Раковина на пьедестале*. Пьедестал выполняет двоякую роль. С одной стороны, он служит дополнительной точкой опоры для чаши раковины, это особенно важно, когда умывальник крепится к механически слабой стене. С другой стороны, пьедестал декоративно прикрывает арматуру, фановую трубу, сифон.

*Врезную раковину* вставляют в отверстие столешницы умывального стола сверху. *Накладная раковина*, в отличие от врезной, крепится к отверстию в столешнице снизу. *Раковина для мебели*, «настольная», имеет специальную форму днища, чтобы ее можно было закрепить на ровной плоскости столешницы. Дешевые варианты таких умывальников монтируются в пластмассовую тумбочку, в дорогостоящем варианте несущая поверхность изготавливается из особых пород древесины, покрытой специальным водоотталкивающим воском, с использованием мрамора, стекла и металла.

Большую популярность приобрели так называемые «*тюльпаны*» – умывальники на ножках, скрывающих водные коммуникации.

Для экономии пространства ванной комнаты порой под умывальник ставят стиральную машину. В этом случае можно приобрести *специальную раковину для стиральной машины*. Это прямоугольная неглубокая раковина со сливом,

расположенным так, чтобы можно было под ней установить машину. Такая раковина полностью покрывает стиральную машину. При ширине машины, равной 44 см, ширина раковины составляет 60 см. Расстояние между крышкой стиральной машины и днищем раковины не должно превышать 4–6 см. Такую раковину нередко называют «кувшинкой».

Наследием культуры умывания в тазу осталась затычка в сливном отверстии раковины. У продвинутых моделей пробку заменяет донный клапан, управляемый специальным рычажком на смесителе. Когда на смену умывальному кувшину пришел водопровод, раковины стали оснащать отверстием перелива, которое подстраховывало владельцев от ситуации, когда вода плещет из переполненной раковины на пол. Современные раковины без переливного отверстия могут оснащаться системой CLOU – специальным сифоном, в котором сделан внутренний перелив.

Современные технологии керамического производства позволяют выпускать раковины больших размеров – до полутора метров в длину. Раньше такие чаши можно было разве что вытесать из камня – мрамора или известняка. Преимущество керамики по сравнению с природным камнем – на глазурированной поверхности раковины не остается пятен (проблема пятен – будь то от чашки кофе или от флакона краски для волос – хорошо известна обладателям мраморных столешниц). Более того, сегодня на основе нанотехнологий разработаны современные покрытия керамики, которые и вовсе не позволяют грязи укрепиться на поверхности.

В последнее время дизайнеров все больше увлекают идеи гибкого планирования интерьера ванной комнаты. Чаши умывальников разнообразной формы отливают заодно с прямоугольными полочками – симметричными, ассиметричными, правыми или левыми, угловыми. Подчеркнуто плоские широкие торцы полочек служат для изящной стыковки отдельных элементов в единый комплекс. Такая концепция позволяет легко объединять несколько раковин в единый «умывальный стол» нужной конфигурации и размера.

Независимо от вида, все умывальники оснащены необходимой арматурой: смесителем, сифоном и иногда кронштейнами. В некоторых моделях на задней полке умывальника предусмотрены отверстия для водоразборной арматуры. Они имеют квадратную форму, чтобы арматура не провертывалась при креплении к умывальнику. Если отверстий нет, их можно пробить самостоятельно или же вмонтировать смеситель в стену. Многие современные модели умывальников для удобства оснащены отверстием перелива.

## **Унитаз**

Первые общественные туалеты появились в Древнем Риме. Они располагались на улице и при термах, отделывались мраморными и керамическими плитами, а порой и украшались росписью. Нечистоты уходили в стоки под сиденьями, из которых вымывались проточной водой и уносились по системе труб в специальные коллекторы – клоаки. В эпоху Возрождения начинает набирать темпы

строительство городских систем канализации. Хотя наиболее популярной остается ночная ваза, к XVIII веку уже представлявшая собой настоящее произведение искусства: фаянсовые ночные горшки расписывались и украшались инкрустацией. Леонардо да Винчи, приглашенный ко двору короля Франциска I, был настолько потрясен парижским зловонием, что спроектировал специально для своего патрона туалет со смывом. Увы, как и в случае со многими другими идеями Леонардо, этот проект долгое время оставался на бумаге...

В 1590 году сэр Джон Харингтон создал для английской королевы Елизаветы I работающую модель туалета с бачком и водяным резервуаром – почти таким, каким мы знаем его сегодня. Однако, как пишут историки, предок нынешнего ватерклозета сильно пованивал, на что нередко жаловалась монархиня, и идея, опять же, на долгое время была забыта.

Производство фаянсовых унитазов началось в Испании в 1909 году. В начале прошлого века там было организовано акционерное общество по электрификации страны под звучным названием «Unitas» («единство», «союз»). Оно же и занялось производством унитазов. От этого и произошло название гигиенического изделия, без которого невозможно представить интерьер современной квартиры.

При выборе унитаза следует учитывать следующие параметры.

**Тип смывания воды.** На сегодня существует два основных типа смывания воды в унитазе: **прямое смывание** — вода из смывного бачка не меняет направление движения; **обратное (круговое) смывание** — вода, протекая полуоткрытыми каналами раковины, меняет направление движения на противоположное начальному, и полностью оmyвает всю раковину. Для потребителя основная разница заключается в шумности, тщательности и гигиеничности процесса смывания – унитазы с обратным смывом выполняют эту работу значительно качественнее, чем унитазы с прямым смыванием.

**Способ выпуска воды в канализацию. Косой выпуск воды** в канализацию с помощью трубы, направленной вниз под углом 30°, встречается довольно часто, особенно в отечественной продукции.

**Вертикальный выпуск воды** в канализацию обеспечивается трубой, выходящей в пол, для чего необходима соответствующая система канализации, поэтому чаще всего эта система выпуска используется в индивидуальной застройке. **Горизонтальный выпуск воды** в канализацию часто называют универсальным, поскольку с помощью переходника трубу можно выводить как в стену, так и в пол. Он чаще всего встречается в заграничной сантехнической продукции – в финских, шведских моделях.

**Материал для изготовления унитазов.** В основном унитазы изготавливают из тех же материалов, что и умывальники: из стали, полимеров или керамики, являющейся традиционным материалом для раковин бытового назначения. Основные разновидности сантехнической керамики – это фаянс и фарфор, которые изготавливаются на основе одного и того же сырья. Разница между ними заключается в соотношении различных сырьевых компонентов и в технологии их

обработки, что, в свою очередь, приводит к разным физическим свойствам полученных материалов. Недостатком сантехнического *фаянса* является его значительная пористость и высокий уровень впитывания воды (около 9—12 %). Поэтому фаянс обычно покрывают сверху слоем глазури, которая не только выполняет декоративную функцию, но и защищает стенки раковины от слишком агрессивных чистящих средств, и обеспечивает ее более эффективную очистку при смывании. Сантехнический *фарфор* изготавливают из самых лучших сортов глины, поэтому его механическая прочность и химическая стойкость выше, а впитывание воды – ниже (не более 0,8 %), чем у других сортов керамики.

**Модели.** В настоящее время самыми популярными являются *унитазы-компакты* – унитазы с полочкой, на которую устанавливают бачок с водой. Вода в бачок может подаваться двумя способами: сбоку и снизу. Нижнее подведение воды считается более тихим и соответственно несколько лучшим, чем боковое. Для экономии воды выпускают бачки с двойной системой смывания – полной и экономной. На практике это означает две кнопки смывания на бачке – с помощью одной кнопки можно спустить весь объем воды, с помощью другой – только часть.

### Кухонные мойки

Если приготовление пищи еще может быть удовольствием, то мытье посуды – всегда работа.

По данным статистики, около 60 % всех работ на кухне проводится с использованием мойки. В ней обретает первозданную чистоту посуда, размораживаются овощи, мясо, рыба и осуществляются многие другие важные процедуры, вплоть до удаления отходов. С чего же начать при выборе этого важного кухонного предмета?

Намереваясь приобрести мойку, необходимо прежде всего подумать о размерах и планировке кухни, стиле кухонного гарнитура и, конечно же, составе семьи. Мойка нужна вместительная, выдерживающая высокие температуры, способная противостоять воздействию различных едких средств, а также случайных ударов. Кухни маленького размера не позволят установить мойку с двумя чашами больших размеров. При выборе мойки необходимо верно определить такие важные параметры, как расположение смесителя, количество чаш и их местонахождение (справа или слева), наличие у мойки крыла, клапана-автомата, отверстия для перелива воды, возможность установки измельчителя отходов и отдельного крана для фильтрованной воды. Самое главное – не сложность конструкции, а ее функциональность и продуманность.

**По форме и конструкции** мойки бывают совершенно разными: круглыми, прямоугольными, угловыми, одночашевыми, полуторачашевыми, двухчашевыми (и даже более), с крылом или без. Классическое исполнение – это прямоугольная или квадратная чаша. Такая форма позволяет вписать в кухонную мебель емкость максимального размера.

Сегодня, по словам экспертов, наиболее популярна *угловая конфигурация* кухонного гарнитура. Сложнее всего подобрать мойку, если такой гарнитур установлен в маленькой кухне. Решить проблему поможет угловая модель. Подобные мойки, как правило, состоят из двух прямоугольных чаш, расположенных в одну линию. Другой вариант – сочетание чаш разных очертаний: прямоугольной и треугольной, круглой и имеющей форму чечевицы. Помимо этого, известны *комбинированные модели*.

Форма мойки определяется крыльями, за счет которых угловое пространство между чашами превращается в рабочую зону.

Если вся кухонная мебель расположена по одной стене и размеры кухни не позволяют установить вместительную *двухчашевую мойку*, можно предпочесть *полуторный вариант*. То есть модель, которая имеет две чаши разных размеров (большая – для посуды, малая – для размораживания мяса и мытья овощей и фруктов). Полуторные мойки представлены в коллекциях всех европейских производителей.

Всегда можно приобрести и *одночашевую модель* поистине любой формы. В конечном счете такая мойка вполне способна стать не менее удобной и функциональной, чем многочашевая. Но она является предком современных конструкций и в любом случае не позволит производить размораживание продуктов и мытье посуды одновременно, соблюдая гигиенические нормы.

**Крыло** (или **сушилка**) – важнейший функциональный элемент кухонной мойки. Оно представляет собой своеобразное продолжение столешницы, на которое можно ставить горячие сковородки, кастрюли (при близком расположении плиты), вымытую или грязную посуду, класть овощи, фрукты и т. п. Попадая на крыло вода будет стекать в чашу или в специальное сливное отверстие, подсоединенное к канализации. Это позволяет использовать сушилку для размораживания продуктов, когда чаши заняты. Мойка может иметь *одно крыло* справа или слева и *два крыла*, расположенных по обе стороны чаши (или чаш). Выбор варианта определяется имеющейся кухонной площадью, взаимным расположением функциональных вершин рабочего треугольника и удобством.

**Материал для изготовления моек.** Раньше мойка была чугунной и покрывалась слоем белой керамики, которая со временем желтела, трескалась и откалывалась. Теперь такие мойки стали раритетом. Самым распространенным и практичным материалом для кухонных моек сегодня является нержавеющая сталь, легированная никелем и хромом, что обеспечивает образование на поверхности металла защитной пленки.

Мойка *из нержавейки* легко моется, со временем не меняет внешний вид, на ней нет сколов и трещин, она легко выдерживает агрессивные среды и высокие температуры. У этих моек единственный недостаток – они шумят от падающей в них воды. Но и этот недостаток в настоящее время легко устраним: существуют мойки, специально оснащенные звукопоглотителем (специальной мягкой прокладкой, установленной под раковиной).

**По способу установки** все мойки делятся на накладные и врезные.



*Накладные* монтируются на специальные отдельно стоящие подстоля – тумбы без столешницы. Если комплект кухонной мебели составляют разрозненные предметы и покупка нового гарнитура в планах не значится, лучше остановить выбор именно на такой модели. А в случае приобретения новой секционной мебели с единой столешницей альтернативы *врезной мойке* нет. Такие модели встраиваются в столешницу: в ней лобзиком вырезается точное отверстие, и мойка устанавливается туда с помощью специальных кронштейнов или прижимов, которые прикручиваются шурупами или саморезами к внутренней стороне столешницы. Врезная конструкция более дорога в монтаже, но позволяет избежать сырости между шкафами, возможной в случае отдельной тумбы с накладной мойкой. Различие между мойками двух видов состоит лишь в конструкции кронштейнов и бортика – накладная имеет штампованный бортик, высота которого равна толщине столешницы (примерно 3 см), а врезная – бортик высотой не более 5 мм. Некоторые производители дополняют бортик накладной мойки из нержавеющей стали элементом жесткости – деревянной рамой, которая делает конструкцию более устойчивой.

Глубина и качество **стальной мойки** определяются технологией ее изготовления. Это может быть штамповка, сварка и штамповка или только сварка.

*Штампованные мойки* изготавливаются из цельного листа толщиной 1 мм, конечная толщина изделия получается 0,7–0,9 мм. Достоинства таких изделий заключаются в отсутствии швов, простоте изготовления, что, в свою очередь, снижает себестоимость. Недостатком является то, что при штамповке невозможно сделать чашу достаточно глубокой. Глубина подобных моек составляет приблизительно 150 мм, что, конечно же, ограничивает их вместительность. Помимо этого, при нарушении технологии изготовления штампованных моек толщина стенок может оказаться неравномерной или даже достигать на изгибах толщины фольги (0,1 мм).

В процессе производства *сварных моек* в стальном листе толщиной примерно 1 мм вырубается отверстие, к которому контактной сваркой приваривается чаша. Такой способ позволяет получить мойку практически любой глубины, поскольку чашу в отдельности штамповать или сваривать проще. В дальнейшем шов шлифуют и полируют, и он становится невидимым невооруженным глазом. К недостаткам сварных конструкций относится вероятность некачественной сварки, в результате чего мойка может дать течь. Кроме того, эта технология дороже штамповки, отсюда и разница цен в пределах одного типа моек, составляющая 10–15 %.

Различают мойки также **по способу обработки поверхности**.

*Гравированная мойка*, она же *вальцованная*, может иметь разную фактуру поверхности, быть глянцевой или матовой (без дополнительной полировки). Рельефный рисунок на гравированных поверхностях получается путем прокатки (или вальцовки), при которой лист нержавеющей стали проходит между двумя валиками, вращающимися в противоположных направлениях и «печатающих» узор на листе. Глубина рисунка составляет примерно 0,2 мм. Мойки с такой необычной поверхностью менее чувствительны к царапинам, но из-за многоступенчатой технологии изготовления стоят на 5—15 % дороже гладких.

*Глянцевые, или зеркальные мойки*, безусловно, выглядят красиво, но за ними нужен уход. Чтобы такая мойка дольше сохранила свой великолепный блеск, ее после мытья посуды необходимо протирать тряпкой насухо, иначе вода оставит на поверхности разводы и следы от капель. Что же касается царапин, то их можно заполировать специальной полировочной тканью и пастой.

Помимо лидирующих на рынке моек из нержавеющей стали, сегодня популярны их цветные «собратья», позволяющие интересно оформить интерьер кухни. Выбор таких моек определяется характеристиками материала основы – металла, керамики, композита – и, конечно, цветом.

Основой для **эмалированных** моек служат чугун, штампованная сталь или керамика. У эмали хорошая коррозионная стойкость, она, как и нержавейка, устойчива к агрессивным средам, плюс к тому имеет широкую цветовую гамму. Недостаток этого покрытия – малая прочность. Эмаль может сколоться при ударе, что существенно подпортит вид изделия, или даже приведет к коррозии металла основы.

**Эмалированные керамические мойки** изготавливаются из фарфора и имеют определенные преимущества в сравнении с сантех-керамикой, производимой из фаянса. Фарфор имеет менее пористую структуру и включает в себя минеральные добавки, которые, спекаясь в процессе высокотемпературного обжига, превращаются в стекловидную массу. Более того, керамическая эмаль также представляет собой стеклообразную массу, стойкую к агрессивным средам и очень твердую, но хрупкую. Поэтому керамические мойки считаются прочными, выдерживают высокие температуры, устойчивы к царапинам и не меняют цвет покрытия при эксплуатации, но тяжелы, чувствительны к ударам и жестки (что влияет на точность монтажа). В связи со сложностью технологии изготовления они стоят в среднем на 35 % дороже появившихся на рынке моек из композитных материалов.

Материал для изготовления **композитных моек** состоит из наполнителя и полимерного связующего. В качестве наполнителя используются твердые вещества: гранитная крошка, кварцевый песок, стекловолокно. Роль связующего и формообразующего компонента играет акрил. Цвет композитной мойки определяется красителями и наполнителем.

Мойки из композитных материалов имеют целый ряд преимуществ: они эстетичны, экологически чисты и надежны (выдерживают температуру до +280 °С), легки в уходе, поскольку не «держат» жир, устойчивы к износу и ударам, поглощают звук падающей воды благодаря приблизительно сантиметровой толщине стенки, практически не боятся агрессивных сред. Однако следует отметить, что свойства подобных материалов пропорциональны доле в них твердого компонента. Скажем, чем больше доля гранита, тем выше твердость и износостойкость материала; чем больше доля полимера, тем выше ударопрочность, но ниже стойкость к царапинам.

Самая первая своеобразная ванна человека была река, на берегу которой он обустроивал свое жилище. Позднее люди стали делать из камня специальные емкости для хранения воды.

На острове Крит в Греции велись археологические раскопки. К удивлению археологов они наткнулись на керамические ванны. Их возраст – 2500 лет, но они очень похожи на современные. А одна из первых бронзовых ванн была найдена при раскопках Помпеи. В Индии же при раскопках древнего города нашли ванны, которым насчитывалось более 5 тысяч лет! Такие «помывочные сосуды» стояли в каждом доме этого города, а система водоснабжения была настолько продуманной, что многие города могли бы позавидовать ей и сейчас. Это подтверждение той мысли, что уже в древности люди оценили целебные свойства воды.

Традиция принятия ванны возникла еще в V–VI веках до н. э. у древних греков, которые знали и ценили целебные свойства водных процедур. Принятие ванны было для них не столько гигиенической процедурой, а сколько своего рода процессом релаксации тела и омоложения духа. Таким образом, они приобщались к миру гармонии, здоровья и красоты. Богатые женщины предпочитали принимать ванну, наполненную вином, а египетская красавица Клеопатра прославилась благодаря многочисленным рецептам красоты, в том числе любимым ею ваннам из молока. Водные процедуры они принимали в ваннах, высеченных из цельного куска мрамора или отлитых из меди и даже серебра.

Древние спартанцы даже и не думали о ванне. Окунулся в холодную воду – и будь здоров! Жители острова Крит, наоборот, ставили ванну, чуть ли не в каждый дом. Именно здесь были обнаружены первые образцы терракотовых и мраморных емкостей для мытья. Дата их изготовления – III век до н. э.

Заметного расцвета культ воды достиг в Древнем Риме. Из истории мы знаем, что ванны были во многих частных домах. Регулярно работали общественные бани – термы. Кстати, слово «баня» происходит от латинского слова «бальнеум» – «прогнать боль». За 200 лет до н. э. в Риме существовало около 1000 терм. Их строили по указу императоров и называли их именами. Например, термы императора Каракаллы были особенно великолепны. В каждой терме могли мыться 2300 человек сразу. Здесь были бассейны с холодной и горячей водой, комнаты с индивидуальными ваннами, парильни, массажные кабинеты. Люди приходили в термы не просто «грязь смывать». Они там, говоря современным языком, расслаблялись: отдыхали, слушали лекции философов и прогуливались по садам внутренних двориков бань. То есть это уже были своеобразные клубы по интересам.

Если античные гении типа Архимеда не гнушались иной раз ублажить свое тело омоложением, заодно что-нибудь изобретая, то средневековые рыцари не теряли времени на водные процедуры. Вряд ли кто-то задумывался над тем, что прототип славного рыцаря Айвенго из романа Вальтера Скотта не мылся вообще. Современные ученые считают, что если бы рыцаря однажды тщательно вымыли, то он мог бы скончаться от разрушения защитного слоя, который вырабатывала его кожа и к которому его организм привык. В деревянной бочке, служившей тогда людям ванной, вымыться им было недосуг. Люди мылись редко, роль ванны

выполняла деревянная круглая бадья, куда ведрами наливали горячую воду. Бадья была предметом роскоши, ее одалживали как бы напрокат из дома в дом по-соседски. С целью экономии горячей воды в одну кадку залезали по двое или мылись поочередно, не меняя воду.

Чтобы вода быстро не остывала, в XVIII веке изобрели и начали пользоваться закрытыми «ваннами-сапогами» примерно длиной около метра. Один из вождей французской революции Марат был убит кинжалом именно в такой ванне-сапоге.

Массовое производство металлических ванн наладил французский котельщик Левель, живший в XVII веке. Он придумал специальную колонку для подогрева воды. Что интересно, очень долгое время изобретение его было вне конкуренции и не имело более совершенных аналогов.

Возродила традицию мыться мадам Помпадур, фаворитка французского короля Людовика XV, которая сделала ванну модной и вошедшей в обиход каждого человека.

В Османской империи, современной Турции, традиция принятия ванн существовала также издавна. До наших дней сохранились махровые мочалки, мраморные ванны, кувшины, а также миниатюры, изображавшие процесс бритья, и иллюстрированные тексты, повествующие о древней традиции принятия ванн, хранившиеся в Имперской сокровищнице стамбульского дворца Топкапы и охватывающие период с XVI по XX столетие. Среди находок – всевозможные парикмахерские и туалетные принадлежности османских султанов от Баязида I до Ахмеда III, включая золотой кувшин и золотую бритву Абдул-Хамида II.

Знамениты своими банными традициями японцы. Для них ванна – офуро – неотъемлемый атрибут японской жизни. Японцы принимают офуро не для того, чтобы помыться, а для снятия усталости и напряжения после трудового дня. По традиции ванна наполняется горячей водой (40–42 °C), так как именно горячая вода расслабляет уставшие мышцы, и добавляются в воду различные ароматизированные порошки. Принимают ванну по очереди – сначала глава семейства, затем его жена, ну а потом уже дети. Перед принятием ванны японцы, в целях гигиены, моются под душем, поэтому вода в ванне остается чистой.

Офуро – это традиционная сухая японская баня, представляющая собой деревянный ящик с горячими опилками, температура которых составляет 50–70 °C, куда погружается человек. Сами офуро изготавливаются из кедра или лиственницы. В современных моделях с помощью автоматической системы электроподогрева можно плавно регулировать температуру опилок.

В XI веке дочь Ярослава Мудрого была выдана замуж за французского короля. Юная королева Ярославна, описывая быт и нравы своей новой родины, ужасалась тому, что люди невероятно грязны и от них дурно пахнет. Тогда как европейские путешественники значительно позже, в XV–XVI веках, не раз отзывались о русских как страшных грязнулях на основании того, что те слишком часто моются.

**Ванны из чугуна.** В течение долгих лет для людей самой привычной была ванна, изготовленная из чугуна. Мнение, что чугунная ванна – наилучшая, можно услышать

до сих пор. И до сих пор более востребованы на рынке чугунные эмалированные ванны, которые производятся как отечественными, так и зарубежными производителями.

Наиболее распространенные размеры чугунных ванн – 150х70, 170х70 (75, 80) см. Гораздо реже встречаются укороченные ванны длиной 105 и 120 см, которые бывают как «сидячие», так и «прямые».

Конечно, современные чугунные эмалированные ванны сильно отличаются от тяжелых и массивных, широко распространенных 20–30 лет назад. Они изготавливаются из гораздо более тонкого чугуна (примерно 5 мм) и выглядят гораздо изящнее. Современные ванны отличаются достаточно высоким качеством, они могут иметь хромированную или позолоченную фурнитуру, полуавтоматическую систему слива, а чугунная ванна, оборудованная гидромассажным блоком, является особым шиком.

У некоторых моделей емкость чугунной ванны сужается к ногам, многие снабжены удобными ручками. Такие ванны устанавливаются на винтовых ножках, что позволяет регулировать высоту уровня. Вес такой современной чугунной ванны примерно 120–130 кг.

**Ванны из стали.** Преимущество стальных и акриловых ванн, в первую очередь, в том, что сталь и акрил намного пластичнее чугуна: из этих материалов можно делать ванны любой формы и размера.

Для покрытия чугуна эмалью его нагревают до температуры 1250 °С. При этом выделяется газ, пузырьки выходят сквозь эмаль, и поверхность чугунной ванны становится пористой, а в этих порах со временем скапливается грязь и ржавчина. Со стальными ваннами этого не происходит из-за более мелкого размера пор на эмали.

На звукоизоляционные характеристики стальной ванны влияет ее толщина. Чтобы избежать звона, рекомендуется устанавливать стальную ванну в ящик, наполненный песком, так, чтобы она была на треть погружена в него, или залить внешнюю поверхность ванны монтажной пеной. В этом случае одновременно со звукоизоляцией решается и проблема неустойчивости стальных ванн.

Низкокачественная вода может оставлять на стенках ванны желтоватый налет, который потом трудно удалять. Чтобы этого не происходило, можно приобрести ванну со специальным покрытием, на котором грязная вода сворачивается в капельки: они легко скатываются, оставляя ванну совершенно чистой.

**Ванны из акрила.** Акриловые ванны пользуются большой популярностью в Европе и активно завоевывают мировой рынок. Они практичны и в полной мере могут заменить чугунные и стальные. Акриловые ванны могут производиться в самых различных вариантах, любого цвета и формы.

Сделанная из полимерного материала, акриловая ванна представляет собой единый прочный корпус толщиной 7–9 мм. Блеск и глянец лицевой стороны изделия – результат характеристик акрила. Этот синтетический материал дает широкие возможности дизайнерам, так как из него можно изготовить практически любую

форму в широчайшей цветовой гамме. Долговечный и надежный сантехнический акрил заслуженно признан ведущими производителями сантехники во всем мире как наиболее популярный на рынке материал для изготовления ванн.

По сравнению с другими используемыми для изготовления ванн материалами, акрил более гигиеничен.

Сам по себе акрил не обладает достаточной жесткостью и устойчивостью формы: чем выше качество акрила, тем меньше его пластические свойства. При изготовлении акриловой ванны особо сложной формы и дизайна используется акрил более низкого качества, а жесткость акриловой ванне придают посредством нескольких армирующих слоев, обычно смесью стекловолокна и эпоксидной смолы. Чем больше количество армирующих слоев, тем выше качество ванны. Количество слоев, которыми ванну укрепляли на заводе, определяется при рассмотрении края бортика, на котором слои видны так же отчетливо, как на древесине годовые кольца. По звуку тоже можно определить количество слоев: звук тем глуше, чем слоев больше, а звонкость и тонкость изделия говорят о его недостаточном качестве.

По европейской классификации типы ванн подразделяются на «практичные» (Practical), «люкс» (Lux) и «суперлюкс» (Delux).

Нанесением на армированное покрытие дополнительного слоя полиуретановой пены, заметной по бортику ванны, обеспечивается теплоизоляция ванны. Конструкция ножек каркаса акриловой ванны позволяет компенсировать неровности пола для строго горизонтальной установки изделия. Имеющиеся на ножках отверстия дают возможность при помощи шурупов прикрепить ванну к полу для надежной фиксации в месте установки.

Акрил имеет гладкую непористую поверхность, приятную на ощупь, а благодаря своим теплоизолирующим свойствам очень хорошо сохраняет температуру воды в ванне. Вода в акриловой ванне остывает всего на один градус за тридцать минут, тогда как в чугунной – на градус за пять минут. Поскольку акрил имеет структуру изоляционного материала, то и у пустой акриловой ванны температура поверхности соответствует температуре помещения, в котором ванна находится. Падающий в акриловую ванну поток воды не создает шума, в отличие, например, от стальной ванны, отчетливо «звучащей» при наполнении ее водой.

Сантехнический акрил обладает прекрасной химической стойкостью, препятствует появлению и размножению нежелательных бактерий, ванна легко моется: достаточно регулярно ополаскивать ее теплой водой. Случается, что возникающий со временем желтый налет на эмалированных ваннах трудно чистить, и при этом эмаль теряет свой блеск и становится шероховатой. Акриловым ваннам такая неприятность не угрожает, глянцевая поверхность акрила не тускнеет со временем.

Ванна из акрила устойчива к появлению сколов и трещин. А если даже на акриле и появится трещина, ее расширяют, заливают в лунку акрил, выдерживают некоторое время и зашлифовывают, так что не остается никакого следа. Провести такой ремонт просто, для этого не требуется никаких специальных навыков. Вес

акриловой ванны, что тоже довольно существенно, не превышает 15–25 кг, поэтому установить и заменить такую ванну можно сравнительно легко.

К недостаткам акриловых ванн можно отнести то, что их поверхность сравнительно легко поцарапать. Поэтому в таких ваннах не рекомендуется мыть домашних животных, а при чистке ванн не следует пользоваться абразивными пастами и порошками и агрессивными эмульсиями для чистки ванны, использовать чистящие средства, содержащие спирт, уайт-спирит и другие разбавители; лучше применять специальные составы для акрила.

Акриловую ванну рекомендуется протирать мягкой тряпкой с обычным мылом или жидким моющим средством. Пятна от ржавой воды оттираются лимонным соком или теплым столовым уксусом. Не следует надолго замачивать в акриловой ванне белье со стиральным порошком и наливать в ванну кипяток, так как это приводит к повреждению акрила. Ожоги от сигарет удаляются легкой полировкой с водой самой мелкой наждачной бумагой, а случайные царапины на поверхности акриловой ванны или маленькие сколы рекомендуется отшлифовывать при помощи набора специальных средств (паст) для полировки, которые, как и наборы для ремонта акриловых ванн, можно приобрести в тех же магазинах, что и сами ванны.

Существуют разновидности сантехнического акрила, например топлакс, кварил. Материал, называемый **кварилом**, – это смесь кварца и акрила. Кварц увеличивает прочность акрила, поэтому дополнительного армирования не требуется. Ванны из такого материала тяжелее, чем акриловые, но все же гораздо легче, чем чугунные. За счет своей твердости кварилловые ванны позволяют использовать в дизайне четкие линии, без округлостей, свойственных обычной гнутой пластмассе. Это важно, если ванна обкладывается плиткой, можно минимизировать швы. Кроме того, добавление крошки повышает устойчивость акрила к появлению царапин.

Представляют интерес ванны, в производстве которых используется **сочетание акрила и стали**. Такая комбинированная ванна сочетает в себе все лучшие качества этих материалов. В разрезе она выглядит как слоеный пирог: сверху лист акрила, снизу лист стали, а между ними прослойка из специального материала толщиной 1 см, служащая для выравнивания коэффициента расширения и предотвращения отслаивания акрила от стали. Конструкция ванны жесткая и не прогибается под тяжестью тела или воды. Для нее не нужно специального каркаса или крепления к стене.

Наряду с тем, что акрил легко поддается формовке, что является большим преимуществом по сравнению с формовкой ванн из пластмассы, он позволяет самым подходящим образом применять систему гидромассажа и обеспечивает возможность последующего вмешательства. Срок службы акриловой ванны зависит, в первую очередь, от качества акрила, используемого на производстве.

Лидеры в производстве гидромассажных ванн используют лучший в мире английский акрил. Толщина рабочего слоя акрила, который поддается восстановлению при механических повреждениях, должна быть 4–6 мм, а конечная

толщина с армировкой из стекловолокна – 7–9 мм. В акриловые ванны с успехом монтируются всевозможные системы массажа, подсветки, озонаторы.

**Джакузи и гидромассажные ванны.** Часто бывает, что название фирмы, первой выпустившей на рынок определенный продукт, надолго ассоциируется с предлагаемыми ею товарами. Не исключение и фирма «Jacuzzi».

Название гидромассажной ванны «Jacuzzi» связано с итальянской фамилией братьев Джакузи (Jacuzzi). Семеро братьев, носящих фамилию Джакузи, в 1903 году эмигрировали в американскую Калифорнию из провинции Фриули. Кандидо, младший из братьев, в то время еще учился в школе. Вся родня стала заниматься механикой и изобретательством.

Первым продуктом братьев Джакузи был авиационный пропеллер. Затем – легкий почтовый самолет. Потом пошли насосы, другие пневматические и гидравлические устройства. Всего на счету семейного клана Джакузи – более 200 запатентованных разработок. Они организовали предприятия в Италии, Канаде, Мексике и ряде других стран.

В 1943 году сын Кандидо Джакузи заболел ревматоидным артритом. Чтобы уменьшить боль, полугодовалого мальчика водили к физиотерапевтам, лечили в клинике, используя массаж. Кандидо решил, что насосы его фирмы, которые используются в промышленных целях, можно применить и в домашней ванне. Он смастерил устройство – аэрационный насос, который при погружении его в ванну с водой выдавал массирующую струю из смеси воды и воздуха. Это и был пока несовершенный прообраз гидромассажной ванны.

Вскоре весть о новом устройстве разнеслась среди людей с разными формами заболеваний. С начала 1950-х годов ванны с чудо-насосами, к тому времени получившие широкую известность как имеющие хороший терапевтический эффект, стали продаваться в аптеках и магазинах лечебного оборудования. Чуть позже их стали предлагать уже как средство для снятия усталости. В 1968 году на свет появилось то, что можно считать современным джакузи: корпорация «Jacuzzi Inc.» представила на рынок первую автономную гидромассажную ванну, встроив в ее стенки форсунки, из которых били нагнетаемые мощные струи.

Джакузи стали необычайно популярны: их стали устанавливать сначала в отелях, а потом и в частных домах. Таким образом родилась новая индустрия гидромассажных ванн, а название «Джакузи» стало символом роскошного и комфортного образа жизни. С тех пор сотни тысяч гидромассажных ванн появились в оздоровительных центрах, гостиницах, частных домах и т. д.

В 1970 году компания «Jacuzzi» реализовала еще одно изобретение, добавив к гидромассажной ванне больших размеров, рассчитанной на несколько человек, систему фильтрации и подогрева воды, создав таким образом, первый спа-гидромассажный мини-бассейн.

## **Душевые кабины**



Сделанная из современных материалов, легкая и компактная душевая кабина в последнее время пользуется все большей популярностью и даже постепенно вытесняет из многих квартир традиционную ванну.

Гидромассажные системы объединяют в себе все достоинства гидромассажных ванн и душевых кабин. Как правило, они внушительны по своим размерам, но, тем не менее, экономят много места.

Различают два типа комбинированных душевых кабин: ванна с душевой кабиной, делящей ванну пополам, с возможностью установки гидромассажа, и ванна с герметичной душевой кабиной, позволяющей установить гидромассаж и «турецкую баню» (в основном угловые).

И в первом и во втором случаях опять же возможны самые различные варианты комплектаций. Ванну можно оснастить гидро-и аэромассажем, системой дезинфекции, электронным пультом управления.

Душевая кабина – это огражденное и определенным образом оборудованное место для принятия душа, но в ней нельзя принять ванну. Современная душевая кабина является незаменимой, когда площадь, предназначенная для ванной комнаты, минимальна. Любая душевая кабина занимает почти вдвое меньше площади, чем стандартная ванна. Их обычные размеры варьируются в пределах от 70х70 см до 130х130 см. В ванной комнате освобождается солидное пространство, которое может быть отведено для стиральной машины, умывальника, зеркала, шкафа.

Различают **открытые** и **закрытые** душевые кабины. Первые огораживают зону душа частично – внутренняя стенка выложена плиткой. Вторые полностью закрыты по периметру и имеют крышу сверху и, таким образом, могут иметь сложную конструкцию для организации гидромассажных струй. Открытая кабина может быть просто построена между двумя стенами и закрыта раздвижными дверьми.

Следует избегать давления, механических ударов и тряски во время транспортировки и погрузки душевой кабины. Если она долгое время не используется, то должна находиться в сухом, хорошо проветриваемом помещении вдали от эрозийных газов. Источник питания нужно выключить, подачу воды перекрыть. Также необходимо обратить внимание на водостойкость и влагонепроницаемость кабины. Перед использованием кабины после продолжительного простоя нужно убедиться вначале, что электрическая цепь и заземление находятся в исправном состоянии.

Душевая кабина может стоять непосредственно на полу – такой вариант широко распространен в разных странах. В таких кабинах нет поддона, а вода льется прямо на пол со сливом в канализацию.

**Кабины с поддоном** считаются более надежными. Качественный поддон должен выдерживать достаточно большой вес и не прогибаться, иметь профиль с антискольжением. В строение поддона должен четко вписываться отвод воды. По форме и размерам поддон должен быть одновременно и компактным, и вместительным, чтобы внутри кабины не было тесно.

Существует пять типов поддонов для душевых кабин: чугунные эмалированные (их сейчас уже практически не производят), металлические (стальные) эмалированные, фаянсовые (керамические), акриловые, поддоны из искусственного мрамора.

*Металлические эмалированные поддоны* прочны и надежны, но имеют свои недостатки – довольно сильно шумят под напором душа. Качество такого поддона определяется качеством эмали.

Достоинство *фаянсовых поддонов* в их устойчивости, массивности, но они хрупки, как и весь санфаянс.

*Акриловые поддоны* теплы и приятны на ощупь. Однако у акрила есть существенный недостаток, обусловленный самой его природой. Он представляет собой соединение двух пластмасс: твердой и мягкой – за счет этого получается одновременно жесткое и гибкое изделие. А значит, акриловый поддон надо укреплять снизу, поскольку сам по себе он не достаточно прочен и будет прогибаться. Чаще всего для этого используется алюминиевый каркас на винтовых ножках с регулируемой высотой.

Каркас душевого ограждения изготавливается из алюминия с белым, цветным или хромированным покрытием. **Душевые двери** можно разделить на два основных типа: сделанные из полистирола (пластика, оргстекла) и из закаленного безопасного стекла.

**Двери из полистирола** дешевле, но имеют ряд недостатков: от долгого пользования постепенно теряют первоначальный внешний вид, мутнеют, на них могут появляться разводы.

**Стеклянные двери** – качественный и долговечный товар. Для их производства используются специальное безопасное стекло, закаленное обжигом, которое по прочности не уступает лобовым стеклам автомобиля. Вода и грязь соскальзывают со стекла, не оставляя следов, поэтому стеклянные шторы легко моются и не мутнеют со временем. Стекло бывает прозрачным, матовым и шероховатым с узорами или без них.

По способу раскрывания различают распашные и раздвижные двери. **Распашные двери** могут быть одно- и двухстворчатыми. Они требуют большей площади ванной комнаты. Число створок **раздвижных дверей** варьируется от двух до шести. В закрытом виде их удерживает магнитная резиновая лента. Чем больше створок, тем меньше места внутри кабины, но, в то же время, прочнее каркас. Двигаются такие двери на роликах, которые должны быть спрятаны внутрь каркаса, чтобы на них не попадала вода.

Чтобы душевая кабина не накапливала грязь, лучше отдать предпочтение конструкции, в которой содержится как можно меньше пазов и углов. Душевая кабина в любых условиях должна быть настолько безопасной, чтобы моему не пришлось опасаться получения травмы об острые края пластмассы или обычного стекла. Кабина не должна повреждаться от ударов и толчков – даже при несчастном случае.

## Варианты отопления квартиры

В холодный период года для поддержания комфортной температуры внутри здания служит система отопления. Обычно потребитель имеет представление о ней по наличию отопительных приборов, которые есть в каждой квартире. Однако отопительные приборы – это только часть всей системы, которая является сложным инженерно-техническим элементом здания.

Еще в прошлом веке для отопления стали использовать **газ**, получая его, по примеру англичанина Доусона, при сухой перегонке тощего каменного угля в шахтной печи. В 1861 году парижский инженер Жильяр начал топить так называемым водяным газом, выделяющимся при пропуске водяных паров через раскаленный кокс.

Тогда писали, что «газовая печь, как и всякая иная, состоит из топливника, в котором происходит горение, и оборотов или труб, отдающих воздуху получаемую ими теплоту». Еще указывалось, что существуют газовые печи, в которых «при помощи рефлекторов усиливается действие лучистой энергии».

**Водяное же отопление** впервые было устроено в 1716 году в теплице для растений шведом Мартином Тривальдом, надзирателем угольных копей. С 1820 года такое отопление стали использовать для жилых домов в Англии, затем в других странах. Вот как было устроено, например, водяное отопление в одной из частных дач в Германии. Одни помещения обогревались батареями, поставленными у стен, а также в нишах под окнами. В других комнатах отопление было водно-духовым, и здесь имелись вытяжки, по которым воздух уходил в общую вытяжную трубу. В подвале действовала печь со змеевиком, который поставлял горячую воду. Змеевик состоял из двух труб: одна предназначалась для камеры, где согревался воздух, а другая – для батарей в комнатах. Обе трубы сообщались между собой так, что вода, отдав тепло комнатным батареям, поступала в камеру, где согревала воздух, и он уходил в комнаты по вертикальным каналам. Вода же возвращалась снова в печь для подогрева. Батареи состояли «из реберных элементов», которые закрывались чугунными решетками «изящного рисунка». Нагрев батарей регулировался усилением или ослаблением огня в топке. Сами же батареи имели краны тоже для регулирования нагрева.

Ныне обогрев помещений с помощью водяного отопления считается наиболее удобным и гигиеничным благодаря ровному распределению тепла в жилище. Оборудуя водяное отопление, необходимо добиться как можно более высокого теплового эффекта – коэффициента полезного действия, при этом обеспечив безопасную работу самой системы.

В странах бывшего СССР основой водяного отопления, как правило, служат теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), питающие теплом районы города по теплосетям, не всегда надежным, особенно после долгой эксплуатации. В других районах Земли приняты иные системы теплоснабжения, скажем, в США и Канаде используют *локальное водяное отопление* жилищ. В Украине сейчас рассматриваются варианты теплоснабжения от мини-котельных, что гораздо выгоднее модернизации устаревших теплотрасс.

## Центральная система отопления дома

В подавляющем большинстве многоквартирных жилых зданий применяется водяное отопление. От источника тепла вода с параметрами, пригодными для системы отопления, поступает по трубопроводам к отопительным приборам в помещениях. Конструкция системы отопления может быть различной, в зависимости от проектных решений.

Например, системы отопления могут быть *однотрубными* и *двухтрубными*. Это различие достаточно легко определить визуально по количеству труб в стояке отопления. В двухтрубных системах каждый отопительный прибор подсоединен как к подающему, так и к обратному стояку. Падение температуры воды в приборе при этом практически равно перепаду температур во всей системе (например, 90–70 °С).

В однотрубных системах отопительные приборы подключаются последовательно к подающему стояку. В этом случае падение температуры воды в приборе отопления гораздо ниже, а расчетная мощность прибора достигается увеличением расхода воды.

Кроме того, в некоторых современных жилых домах применяется система отопления с *поквартирной разводкой*. В этом случае все трубопроводы системы отопления квартиры подключены к одному вертикальному стояку дома, находящемуся вне квартиры. При таком подключении возможно производить учет потребления тепловой энергии каждой квартирой путем установки поквартирных счетчиков тепловой энергии.

## Отопительные приборы

В квартире могут применяться различные типы отопительных приборов: **радиаторы** и **конвекторы**. Их выбор осуществляется и обосновывается на стадии проектирования дома, исходя из конкретных условий и требований. Согласно нормативным документам, у отопительных приборов следует устанавливать регулирующую арматуру.

Если по каким-либо причинам возникает желание или необходимость заменить приборы отопления в квартире, лучше обратиться к специалистам. Ведь новый прибор отопления необходимо подобрать не только по его тепловой мощности, но и учесть его технические характеристики: гидравлическое сопротивление, рабочее давление, требование к составу и качеству воды и т. д. Самый простой способ – это замена прибора на точно такой же, только новый. Если же такой вариант не подходит, то помощь специалистов будет весьма уместна.

Работы по замене отопительных приборов и арматуры лучше планировать вне отопительного сезона, чтобы не доставлять неприятности соседям, отключая весь стояк отопления.

## Газовые котлы

Там, где нет централизованного теплоснабжения, широко используют известное устройство АГВ – аппарат газовый водонагревательный. Он появился в СССР в 1950-е годы. Тогда стали выпускать агрегаты АГВ-80 для водяного отопления и горячего водоснабжения. В 1960-е годы началось производство агрегата АГВ-120, позволяющего снабжать теплом помещения площадью 85—100 м<sup>2</sup>.

Но техника не стоит на месте, совершенствуется и АГВ, повышается, в частности, его тепловая мощность, снижается выброс вредных веществ, улучшаются эксплуатационные качества.

Основа АГВ – бак, связанный с отопительной сетью квартиры. Чем-то АГВ похож на самовар – в нем нет ничего лишнего. Газ, сгорая, нагревает жаровую трубу-теплообменник, расположенную внутри бака, а она отдает тепло воде в баке. Продукты сгорания по жаровой трубе попадают в дымоход и выбрасываются в атмосферу. Клапан подачи газа к горелке включается автоматическим устройством, поддерживающим нужную температуру воды в баке.

Нагретая вода поступает в отопительную сеть, которая обычно состоит из восходящего трубопровода, верхней разводящей магистрали, радиаторов и обратной магистрали, а также расширительного бачка. В полном соответствии с законами физики – теплая жидкость легче холодной – вода поднимается по восходящему трубопроводу и, отдав в радиаторах тепло, охлаждается, опускается вниз по обратному трубопроводу и вновь попадает в агрегат для нагрева. Движущую силу, которая перемещает воду, создает разница в высоте между центром нагрева – АГВ и центром охлаждения – радиаторами. Чем больше эта разница, тем интенсивней циркулирует вода. Такую отопительную систему называют термосифонной, или же системой с естественной циркуляцией, поскольку для перемещения воды не нужна внешняя сила.

При пуске системы вода, нагреваясь, существенно увеличивается в объеме. Ее излишки принимает расширительный бачок, который устанавливают в наивысшей точке восходящей магистрали. Лишняя вода из бачка сливается по переливной трубке. Бачок компенсирует неизбежные потери воды от испарения и, сообщаясь с атмосферой, исключает появление избыточного давления в системе.

Использование природного газа заставляет очень деликатно обращаться с ним. За безопасностью АГВ следит автоматика, полностью перекрывающая подачу газа, если пламя запальника погасло или упало его давление, а также если нарушилась тяга дымохода.

В современных аппаратах внутри цилиндрического корпуса вместо прежней жаровой трубы вертикально устанавливаются три стальные штампованные полые теплообменные секции, похожие на суживающийся короб, по ним продукты сгорания поступают в дымоход.

Вода для хозяйственных нужд нагревается в змеевике – медной трубке, многократно опоясывающей секции теплообменника. В нижней части резервуара находится топка с окном для розжига и наблюдений. В литой чугунной горелке первичный воздух, необходимый для сжигания, подсасывается струей газа, выходящей из сопла

смесителя. В результате образуется газозвоздушная смесь, которая сжигается в топке. Чтобы смесь сгорала без остатка, из атмосферы поступает так называемый вторичный воздух. Такая инжекционная горелка обеспечивает устойчивое горение газа, даже если меняется его давление, при этом не образуются окись углерода, соединения азота и другие вредные продукты горения.

В топочном узле устанавливается еще и вспомогательная горелка – запальник с двумя факелами, термopара с соединительным проводом и поддон, защищающий пол от перегрева. Разрежение в топке стабилизируется тягопрерывателем, который установлен в верхней части агрегата.

Безопасную работу агрегата обеспечивает блок автоматики из двух контуров. Один состоит из соединенных последовательно термopары, электромагнита, который управляет главным газовым клапаном, и термореле или датчика тяги, в верхней части резервуара возле тягопрерывателя. Термopара, находящаяся в одном из постоянно горящих факелов запальника, нагревается и создает в цепи электрический ток, который, проходя по обмотке электромагнита, воздействует на якорь, заставляя его удерживать открытым главный газовый клапан.

Датчик тяги, или термореле, – это биметаллическая изогнутая полоса, которая при нормальной тяге в дымоходе замыкает контакты электроцепи. Если тяга нарушается, то продукты сгорания идут мимо дымохода сквозь отверстие в тягопрерывателе и нагревают биметаллическую полосу. Она изгибается и разрывает цепь питания электромагнита. Якорь «отпускает» клапан подачи газа, и горелка полностью гаснет.

Чтобы снова включить аппарат, необходимо сначала определить и устранить причину нарушения тяги, затем, нажав кнопку «пуск», открыв главный газовый клапан, зажечь запальник и кнопку удерживать до тех пор, пока не сработает электромагнит, управляющий главным газовым клапаном. Только тогда можно открывать кран основной горелки, и она вспыхнет от факела на запальнике.

Другой контур поддерживает в баке нужную температуру воды для отопительной сети. Здесь датчиком служит небольшой баллон, заполненный керосином. Баллон помещен между секциями теплообменника в верхней части резервуара и герметично соединен трубкой с сильфоном – тонкостенным металлическим цилиндром, имеющим поперечные ребра-гофры. Сильфон, связанный с клапаном основной газовой горелки, способен удлиняться, увеличивая свой объем.

Вместе с водой в резервуаре нагревается и керосин в баллоне. При этом он расширяется, значительно увеличивается в объеме (коэффициент термического объемного расширения у керосина в пять раз больше, чем у воды). Когда вода нагревается сильнее, чем нужно, сильнее растягивается и сильфон, заставляя рычаг закрыть клапан основной горелки. Если вода в баке остывает, керосин уменьшается в объеме, сильфон сжимается, рычаг, перемещаясь, открывает газовый клапан, основная горелка зажигается от запальника, и вода снова начинает нагреваться. Нужную ее температуру устанавливают, вращая регулировочную гайку со шкалой.

В инфракрасных обогревателях используется жароупорная керамика, характеризующаяся высоким уровнем излучения инфракрасных лучей. Тепловая энергия, излучаемая прибором, поглощается поверхностями (пол, стены, мебель), воздух нагревается за счет теплоотдачи. Инфракрасные обогреватели можно использовать в жилых комнатах, в ванных, а также террасах – обычно приборы защищены от влаги и воды.

Инфракрасные обогреватели являются единственным видом обогревательных приборов, позволяющим осуществлять зональный или точечный обогрев. При первом варианте в разных частях помещения могут поддерживаться режимы с разной температурой. При точечном обогреве предусматривается размещение приборов над отдельными местами без обогрева всего помещения.

Обычно мощность инфракрасных обогревателей составляет 2–4, 5 кВт, при чем 95 % мощности обогревателей достигается в течение первых пяти минут работы.

Инфракрасные обогреватели обычно крепятся на потолок или стены.

К достоинствам этого вида нагревателей можно отнести низкую температуру нагревательного элемента, бесшумность работы, компактность и небольшой вес, экономичность, отсутствие сквозняков, автоматическое поддержание температуры в помещении.

### **Система «теплый пол»**

Идея отопления дома с помощью подогрева полов возникла еще в Древнем Риме. Подогрев пола в домах осуществлялся теплым воздухом из печей, который циркулировал под полами.

В наше время система «теплый пол» приобретает все большую популярность. Она обеспечивает комфортные условия для обитателей квартиры или дома, ныне строительство многих жилых домов ведется с использованием такой системы. Если же, как это чаще бывает, теплый пол не был предусмотрен при строительстве жилого дома, то при желании его можно добавить.

«Теплый пол» может быть водяным или электрическим. При круглогодичной работе системы «теплого пола» в помещениях небольшой площади (ванная, санузел) целесообразнее использовать электрический вариант. Недостаток *электрического «теплого пола»* – высокий расход электроэнергии. В городских зданиях, построенных более 10 лет назад, и где подстанции, подводка к домам и квартирам рассчитаны по старым нормам (примерно 2,5 кВт на квартиру), его следует применять осторожно, поскольку есть вероятность перегрузки питающего кабеля. Но даже если электрическая мощность, необходимая для подключения электроотопления, имеется (в современных квартирах это 7 кВт), надо проверить, допускает ли существующая в квартире проводка подключение «теплого пола» по токовой нагрузке. Если нет, систему мощностью более 2 кВт можно установить через отдельную проводку и отдельный автомат.

Электрический подогрев пола можно использовать как основную и как дополнительную (используемую совместно с другими нагревательными приборами) систему отопления, которую можно включить в любое время года.

Кабель подключают к автоматическому терморегулятору (термостату), управляющему температурой воздуха в помещении. Этот прибор закрепляется на стене и является единственной видимой частью системы. Сведения о температуре в помещении поступают к нему от термодатчика, установленного в специальной гофрированной трубке (чтобы его можно было заменить при поломке) в плоскости заделки кабеля, непосредственно в корпусе терморегулятора или в любом удобном месте.

Особое внимание при использовании **водяного «теплого пола»**, стоит обратить на качество проектных решений и монтажных работ. Очевидно, что возможность протечек и повреждения труб в этом случае следует свести к минимуму.

В качестве основной (главной) система «теплого пола» используется обычно в отдельно стоящих зданиях (коттеджах, дачах), в том числе тех, которые невозможно подключить к центральному отоплению. В этом случае у проектировщиков остается большее пространство для воплощения замыслов, поскольку нет необходимости изыскивать места для отопительных приборов и труб и как-то их декорировать. В качестве верхнего слоя «теплого пола» могут использоваться натуральный или искусственный камень, бетон, кафельная плитка, пробка, линолеум, ковролин, хорошо просушенное дерево (паркет или половая доска).

Как дополнительная система «теплый пол» предназначена для достижения комфортных условий в помещениях с холодными полами (санузлы, кухни, ванные комнаты), на первых этажах зданий, а также в любых других жилых и нежилых зонах. Место для дополнительной системы заказчик выбирает по своему усмотрению. Например, можно подогревать пол в детской, гостиной, ванной комнате, небольшое пространство под письменным столом или в прихожей. В таком виде система находит предпочтительное применение в городских квартирах, поскольку водяные «теплые полы» в них внедрять затруднительно.

Нагревательный кабель монтируют в массиве пола, который превращается в источник тепла, а его поверхность – в большую рабочую панель, равномерно излучающую идеально комфортное для человека тепло. При этом температура пола вследствие равномерного распределения кабеля по всей его площади лишь на несколько градусов превышает температуру воздуха. Это намного отличает кабельную систему обогрева от традиционных систем отопления, и ее применение гарантирует ряд существенных преимуществ по сравнению с ними. Так, отсутствуют радиаторы, подводящие трубопроводы, вентили, котлы и другое оборудование, портящее внешний вид дома. Нет горячих и раскаленных поверхностей, в соприкосновении с которыми можно получить травму или ожог. Появляется гораздо больше возможностей для расстановки мебели и внутреннего дизайна помещения, так как не теряется полезная площадь под установку радиаторов.



При использовании традиционных водяных или электрических радиаторов происходит конвективный теплообмен воздуха со строго ограниченной по площади поверхностью источников тепла. Нагретый ими около пола холодный воздух устремляется вверх. В результате возникают достаточно интенсивные потоки воздуха в виде прохладного сквозняка у ног и перемещения теплых масс воздуха у потолка.

Благодаря оптимальному с теплотехнической точки зрения расположению нагревательного элемента в полу создается комфортный для человека перепад температуры воздуха по высоте помещения и возможность с помощью автоматического регулятора снизить среднюю температуру в нем на 2–3 °С. Это означает снижение расхода тепла на обогрев на 18–20 %.

Система «теплый пол» полностью автоматизирована и включается сразу же, как только регулируемая температура воздуха в помещении (или пола – в зависимости от примененного регулятора) опускается ниже заданного значения. Полная автономия в выборе температуры помещений также позволяет снизить расход тепла.

**Система обогрева.** В состав системы обогрева входят:

- 1) кабель, состоящий из следующих частей:
  - нагревательный кабель;
  - соединительные кабели;
  - соединительная муфта;
  - поворотная муфта;
- 2) регулятор и датчик температуры;
- 3) монтажные принадлежности и материалы:
  - монтажные направляющие;
  - теплоизоляционный материал;
  - теплоотражающий экран.

При монтаже системы нагревательный кабель с помощью соединительных кабелей подключается через регулятор температуры к сети переменного тока (220 В, 50 Гц). С помощью монтажных направляющих кабель укладывают на основание пола, предварительно покрытое слоем теплоизоляционного материала (плиты из натуральной пробки) и теплоотражающим экраном (алюминиевая фольга), и заливается бетоном. На бетон наносят внешнее декоративное покрытие (линолеум, паркет и др.) или облицовочные плитки. Регулятор, как уже отмечалось, устанавливается на стене помещения.

*Нагревательный кабель* является основным элементом системы обогрева.

Вмонтированный в массив пола, при подключении к сети электропитания он выполняет функции теплоносителя вследствие эффекта выделения теплоты в проводнике с активным сопротивлением при пропускании по нему электрического

тока. Максимально допустимая рабочая температура кабеля не должна превышать +75 °С. Минимально допустимый диаметр изгиба кабеля составляет шесть диаметров поперечного сечения. При работе и монтаже нагревательного кабеля запрещается удлинять или укорачивать его, а также подключать концы нагревательного кабеля непосредственно в сеть.

*Соединительные кабели* служат для подсоединения нагревательного кабеля к терморегулятору и сети питания. Стандартная длина одного соединительного кабеля – 2 м. Соединительный кабель можно нарастить аналогичным по устройству кабелем с сечением провода от 1,5 до 2,5 мм<sup>2</sup>.

Соединение с нагревательным кабелем производится с помощью соединительного кольца путем раздельного соединения проводов и металлических оплеток. Место соединения кабелей закрывают *соединительными термостойкими муфтами*, которые при монтаже кабеля должны быть размещены непосредственно в зоне нагрева (в бетонной стяжке).

Управление обогревом в кабельных системах осуществляется с помощью *автоматических регуляторов*, которые обеспечивают точное и оптимальное регулирование температуры.

Питание нагревательного кабеля от сети (включение и отключение) производится через контактную систему регулятора. При первом включении системы обогрева в работу после ее монтажа или длительного отключения регулятор в результате продолжительного включения (либо многократных периодических включений) и, соответственно, интенсивного нагрева пола за счет выделяемого кабелем тепла доводит регулируемую температуру (воздуха в помещении или пола) до заданного значения и затем поддерживает ее на этом уровне путем периодических включений кабеля в сеть и его отключений.

Регулятор необходимо устанавливать в местах, исключающих попадание внутрь влаги, что увеличивает срок его службы. При установке системы обогрева в помещениях с повышенной влажностью регулятор необходимо выносить за пределы помещения. В этом случае применяют регулятор и датчик температуры раздельного исполнения. При выборе регулятора следует учитывать его коммутирующую способность. При необходимости питание нагревательного кабеля большой мощности можно осуществлять через управляемые регулятором магнитные пускатели (контакторы).

Возможно применение регуляторов, в конструкции которых предусмотрено термореле с часовым механизмом, что позволяет заранее задавать требуемый переменный в течение дня или недели температурный режим. Применение данных регуляторов повышает комфортность и способствует экономии электроэнергии.

Ограничитель диапазона регулируемой температуры смонтирован на обратной стороне регулировочного (установочного) лимба регулятора. На нем можно установить требуемый диапазон или конкретное значение температуры.

**Регулятор температуры воздуха** применяют в кабельной системе при обогреве помещений, когда задается требуемая температура воздуха. Этот регулятор выпускается в нескольких вариантах:

- со встроенным датчиком температуры воздуха;
- с вынесенным датчиком температуры воздуха;
- со встроенным датчиком температуры воздуха и датчиком температуры пола.

Регулятор со встроенным датчиком температуры воздуха устанавливают непосредственно в обогреваемом помещении на высоте 1,5 м от поверхности пола в местах, не подверженных воздействию сквозняков, солнечных лучей и вдали от других источников тепла. Вентиляционные пазы должны находиться сверху и снизу регулятора. Установка регулятора с вентиляционными пазами сбоку недопустима.

Регулятор с вынесенным датчиком температуры воздуха применяют при отсутствии возможности установки регулятора непосредственно в обогреваемом помещении. Это относится к случаю установки системы обогрева в удаленном помещении или в помещении с повышенной влажностью.

Регулятор со встроенным датчиком температуры воздуха и датчиком температуры пола применяют при укладке кабеля в деревянные и другие типы полов (например, в бетонные полы с толстым паркетным покрытием), где при регулировании температуры воздуха в помещении необходимо ограничивать температуру пола (при этом регулирование температуры пола не осуществляется).

**Регулятор температуры пола** применяют в кабельной системе обогрева при подогреве пола, когда задается его температура.

Для обеспечения правильной работы регулятора подсоединение его к сети необходимо выполнять в строгом соответствии со схемой. Неправильное подключение приведет к тому, что ускоритель, находящийся постоянно под напряжением сети, явится причиной замедленной работы регулятора, а также пониженной точки коммутации.

Регулятор температуры пола имеет функцию самоконтроля: кабель автоматически отключается при коротком замыкании или неисправности датчика. Надо помнить, что при использовании регулятора с датчиком температуры пола система обогрева будет очень медленно реагировать на температурные воздействия от дополнительных источников тепла (прямые солнечные лучи, электрокамины и т. д.), поэтому потребуется ручная корректировка.

Датчик температуры пола соединяется с регулятором проводом, который при монтаже системы закладывается внутрь гофрированной трубки по всей его длине от датчика до регулятора. Датчик закладывается внутрь медной трубки, заглушенной с одной стороны. Трубка крепится на специальном пластиковом держателе. Нижний конец гофрированной трубки закрепляется на конце медной трубы. Применение держателя позволяет жестко зафиксировать расположение датчика в любой точке по вертикальному сечению бетонной стяжки и измерять температуру стяжки с большой степенью точности. Медная трубка обладает

высокой теплопроводностью, а ее внутренний диаметр несколько больше внешнего диаметра датчика.

Держатель с датчиком закладывается в бетонную стяжку в открытой части петли кабеля на расстоянии не менее 0,5 м от стены в той части пола, которая не подвержена воздействию внешних источников тепла. Применение гофрированной трубки позволяет заменить датчик в случае выхода его из строя. Диаметр трубки должен быть не менее 10 мм.

Держатель с датчиком температуры рекомендуется устанавливать в верхней части вертикального сечения бетонной стяжки.

Комплект монтажных принадлежностей и материалов для системы «теплый пол» включает монтажные направляющие, теплоизоляционный материал и теплоотражающий экран.

**Монтажные направляющие** – это пластмассовые планки длиной 0,5 м с пазами для укладки кабеля. При необходимости длина планки может быть уменьшена. Выпускают направляющие с мелкими пазами с шагом пазов 40 мм и с крупными пазами с шагом пазов 60 мм. Таким образом, существует возможность выбрать шаг укладки кабеля, кратный 40 мм (40, 80, 120, 160 и 200 мм), с помощью планок с мелкими пазами и кратный 60 мм (60, 120, 180 и 240 мм) с помощью планок с крупными пазами.

Крепление направляющих к полу осуществляют с помощью шурупов или дюбелей с шагом 0,2 м. Глубина фиксации крепежа должна составлять не менее 25 мм. Допускается крепление кабеля вместо направляющих на опорной металлической сетке.

Для качественной работы системы обогрева, уменьшения тепловых потерь и экономии электроэнергии важно обеспечить хорошую теплоизоляцию пола. Для этого необходимо перед усадкой кабеля на всю поверхность основания пола уложить слой **теплоизоляционного материала**, толщина и физические свойства (теплопроводность) которого обуславливаются конструкцией пола и самим помещением, в котором он находится.

Особое внимание следует обратить на то, чтобы под изоляционным покрытием не образовывался слой воздуха. В связи с этим жесткое покрытие, имеющее прогиб больше 4 мм/м, плохо подходит для изоляции или его приходится разрезать на куски.

Теплоизоляционный материал не должен уменьшаться или увеличиваться в объеме с изменением температуры. Необходимо учитывать также пожароопасные свойства материала.

Теплоизоляция при монтаже системы подогрева пола может быть выполнена из натуральной пробки, жесткого пенопласта или пенополистирола. В силу низкой теплопроводности наиболее предпочтительна натуральная пробка. В этом случае толщина теплоизоляционного слоя минимальна (до 2 мм).

Проводка в теплоизоляционном покрытии водопроводных шлангов или посторонних электрических кабелей запрещается. Монтаж системы без применения теплоизоляции не рекомендуется.

Во всех вариантах конструкции пола, при которых нагревательный кабель может непосредственно соприкасаться с теплоизоляцией, для уменьшения тепловых потерь и экономии электроэнергии необходимо устанавливать между кабелем и теплоизоляцией **теплоотражающий экран**. В качестве такого экрана используется алюминиевая фольга толщиной около 100 мкм, которая, кроме основной функции, также предотвращает продавливание нагревательного кабеля в слой теплоизоляции и способствует более равномерному распределению температуры по поверхности пола.

### **Водонагреватели**

Существует несколько видов аппаратов, нагревающих воду для бытовых нужд: электрические, газовые, водонагреватели проточные и накопительные. Все водонагреватели можно подразделить на следующие виды:

- газовые колонки;
- газовые накопительные водонагреватели;
- проточные водонагреватели;
- накопительные электроводонагреватели;
- бойлер косвенного нагрева (с теплообменником).

### **Газовые проточные и накопительные водонагреватели**

Если в доме есть газ, то лучше всего с нагреванием воды справится газовый водонагреватель. Он может нагревать воду до 39 °С при скорости потока воды 11 литров в минуту. При меньшей скорости поступления воды температура может достигать 80 °С. Газ автоматически включается и выключается при поступлении воды. Максимальная мощность нагрева – 19,2 кВт. Это предельная величина для электрических водонагревателей (электричество пришлось бы подводить по проводам толщиной в палец!).

Ясно, что газовый водонагреватель вполне способен заменить горячее водоснабжение: мощности более чем достаточно.

Недостаток газовых нагревателей – необходимость выводить из помещения продукты сгорания. Обычно отработанные газы выводятся на улицу или в вытяжку.

**Газовый проточный водонагреватель.** Словосочетание «газовая колонка» традиционно вызывает не самые приятные ассоциации. Прежде всего, это обусловлено тем, что большинство старых моделей газовых водонагревателей проточного типа, широко использовавшихся в бывшем Советском Союзе для снабжения горячей водой населения, обладало рядом серьезных недостатков, делавших их эксплуатацию неудобной (например, они могли работать только при

определенном давлении в водопроводе), да и были небезопасными. Однако современные газовые колонки практически лишены этих недостатков.

Главный параметр проточного газового водонагревателя – **мощность**. Именно от этой характеристики зависит количество точек водоразбора, которые сможет обслужить колонка. Мощность большинства выпускаемых сегодня газовых колонок составляет от 17 до 24,4 кВт. Модели мощностью 17–19 кВт способны эффективно подавать горячую воду на одну не очень емкую (например, мойку или душ) точку водоразбора. Существуют колонки мощностью до 29 кВт, способные одновременно обслуживать до трех точек – мойку, душ и ванну. Есть и газовые водонагреватели с мощностью не превышающей 10 кВт.

Мощность современной колонки может регулироваться – ступенчато или плавно. Количество ступеней варьируется от 2 до 10. При плавной регулировке мощность может принимать любое значение – от минимального до максимального. Системы плавной регулировки стоят дороже, но они гораздо удобнее и, как правило, оборудованные ими колонки служат дольше.

**Устройства розжига пламени** современных газовых колонок можно разделить на два типа: пьезоэлектрические и электрические. Самые доступные по цене – приборы с пьезоэлектрическими системами, но они не очень удобны. Для того чтобы запустить такую колонку, пользователю нужно одновременно открыть клапан подачи газа и нажать кнопку розжига. При этом ему придется продержать клапан в открытом состоянии 10–15 сек и, возможно, несколько раз подать на запальник искру.

Электрический розжиг гораздо удобнее и экономичнее. Сразу после появления потока воды электронная система автоматически открывает газовый клапан запальника и, одновременно, создает разряд, поджигающий газ. После загорания основной горелки термопара сигнализирует об успешном розжиге, и блок управления автоматически гасит запальник. Таким образом, для включения колонки достаточно будет открыть кран с водой. В газовых проточных водонагревателях, оборудованных электрической системой розжига, нет необходимости в постоянно горящем запальнике, что позволяет потребителю экономить до 25 % газа.

Наиболее удобны и экономичны газовые колонки, оборудованные **моделируемыми горелками**. Они автоматически изменяют величину пламени, в зависимости от количества протекающей через колонку воды. Поэтому, сколько бы не подавалось воды на водоразборную точку, ее температура всегда будет постоянной. Владелец такой колонки может вручную выставить нужную ему температуру, после чего аппарат будет автоматически поддерживать ее, независимо от расхода и изменения давления воды.

**Газовые накопительные водонагреватели.** Существующие сегодня газовые водонагреватели накопительного типа делятся на **настенные** (объемом бака – от 10 до 100 л) и **напольные** (от 120 до 1000 л). Первые хорошо подходят для обеспеченных газовым снабжением городских квартир или дач, в которых

одновременно проживают до 4 человек, вторые – для загородных домов или небольших предприятий, например кафе. Как правило, в водонагревателях накопительного типа используется природный газ низкого давления, но большинство моделей достаточно легко можно перенастроить на сжиженный газ.

В настоящее время газовые водонагреватели накопительного типа пользуются у потребителей значительно меньшим спросом, чем газовые колонки. Прежде всего это обусловлено их высокой ценой и довольно большими габаритами. Нагреватели данного типа менее экономичны: газ в них расходуется не только на то, чтобы нагреть воду, но и чтобы некоторое время поддерживать ее температуру. Кроме того, такие водонагреватели отличается достаточно большая инерция, т. е. получить горячую воду потребитель сможет только через некоторое время (от 30 минут до нескольких часов) после включения водонагревателя.

С другой стороны, газовые водонагреватели накопительного типа обладают достоинствами, которых нет у колонок. Во-первых, такие нагреватели в гораздо меньшей степени зависят от давления воды или газа. Дело в том, что в бытовых газовых сетях давление газа составляет 13 мбар или менее. Не адаптированные к этому колонки при работе будут терять до 20–30 % мощности и не смогут подавать воду на расчетное количество точек водоразбора.

Водонагреватели накопительного типа способны работать при пониженном давлении газа, и на объеме воды, который они смогут нагреть до необходимой температуры, это никак не скажется. Снижение давления воды тоже существенно уменьшает производительность газовых колонок, ряд моделей при низком давлении просто не сможет работать. А накопительный водонагреватель на протяжении некоторого времени сможет бесперебойно обеспечивать пользователя водой нужной температуры.

Во-вторых, накопительные водонагреватели могут одновременно обслуживать несколько точек водоразбора, требующих большого количества воды, например две ванны. Мощности газовых колонок для этого недостаточно.

В третьих, в трубках теплообменников газовых колонок оседает большое количество накипи. Особенно интенсивно это происходит там, где используется жесткая вода. Накопительные нагреватели лишены этого недостатка.

Добавим, что мощные газовые водонагреватели накопительного типа (300 л и более) при необходимости могут работать как проточные.

Накопительные водонагреватели, как и проточные, оснащают системами, отключающими газ, если на основной горелке погасло пламя или отсутствует тяга в дымоходе.

### **Электрические накопительные и проточные водонагреватели**

Электрические водонагреватели (электроводонагреватели) могут быть двух типов: электрические водонагреватели накопительного типа (накопительные) и электрические водонагреватели проточного типа (проточные).

**Электрические накопительные водонагреватели.** В накопительном электрическом водонагревателе (бойлере) вода греется заранее, в зависимости от мощности и объема прибора, включить его надо за час, а то и несколько часов перед тем, как возникнет необходимость в горячей воде.

Накопительные бойлеры нагревают воду до 55–75 °С, после чего поддерживают ее температуру в автоматическом режиме. Поскольку нагрев происходит постепенно, такой аппарат не требует больших электрических затрат. Даже 150-литровые бойлеры потребляют в основном не более 1,5–2 кВт. Они снабжены резервуаром для нагревания воды, что снимает необходимость в немедленном нагреве сильного потока воды, растягивая этот процесс на длительное время. Баки для воды делают теплоизолирующими (наподобие термоса), сводя к минимуму потери от остывания воды и не нагревая воздух в помещении, где установлен водонагреватель. Именно небольшое электропотребление, позволяющее установить накопительный водонагреватель практически в любом помещении, является одним из главных преимуществ таких приборов.

Второе, основное их преимущество – накопительные электроводонагреватели могут обеспечить необходимый поток горячей воды для нескольких потребителей одновременно, то есть одновременно можно включить душ и мыть посуду на кухне (что недоступно проточным электронагревателям). Конечно, объем воды ограничен – но на практике редко встречаются случаи, когда непрерывный поток воды нужен длительное время. Поэтому всегда можно подобрать нужный объем бака для горячей воды.

Для городской квартиры, где горячей воды может не быть все лето, подойдет накопительный нагреватель емкостью не больше 100 литров. Для снабжения горячей водой загородных домов нужны более объемные модели. Обычно наиболее популярными моделями для использования за городом являются бойлеры объемом от 100 до 200 литров.

Накопительные электрические водонагреватели – это достаточно простые и надежные устройства, основными элементами которых являются внутренний бак и нагревательный элемент – ТЭН. Объем бака у большинства производителей обычно колеблется от 10 до 200 л, мощность ТЭНа – от 1,2 до 2,5 кВт. Эти два параметра определяют время нагрева воды в водонагревателе. Для 10–15 литровых бойлеров понадобится примерно 30–40 мин, для 200 литровых – 5–8 ч. Кроме бака и ТЭНа в состав водонагревателей обычно входят: магниевый анод (предотвращает коррозию внутреннего бака), теплоизоляция (обеспечивает сохранение тепла нагретой воды), термостат (позволяет задавать желаемую температуру), наружный корпус, предохранительный клапан (для стравливания избыточного давления).

Большинство производителей выпускают бойлеры как **вертикального**, так и **горизонтального исполнения** (исключением является фирма Electrolux, производящая модели, которые можно располагать как вертикально, так и горизонтально. Выбор типа нагревателя в данном случае зависит только от удобства размещения водонагревателя в помещении. Если нет каких-либо особых



ограничений, логичнее купить вертикальный, т. к. обычно при равенстве всех остальных параметров его цена ниже.

**Параметры водонагревателей.** Средняя норма на одного человека в день – около 50 л горячей воды. Чтобы умыться, достаточно 10–15 л воды с температурой 35–40 °С. Поэтому для этих целей вполне достаточно водонагревателя, объемом 10–20 л. Особенно если учесть, что вода в резервуаре имеет температуру около 70 °С и для охлаждения ее до 40 °С придется открыть холодный кран – вполне достаточно, чтобы умылись два человека подряд. Для мытья посуды понадобится примерно в два раза больше горячей воды. Чтобы помыться в душе, придется израсходовать не меньше 30–50 л, а для ванны необходимо литров 150–200.

**Электрические проточные водонагреватели.** Внутри проточного электрического водонагревателя находится нагревательный элемент, через который, нагреваясь, протекает вода. Чем мощнее нагревательный элемент – тем больше нагреется вода. В проточном нагревателе вода греется только тогда, когда ее расходуют, непосредственно в потоке. То есть пользоваться им можно как обычным централизованным горячим водоснабжением.

К преимуществам проточных нагревателей можно отнести, прежде всего, их малые габариты. Самые компактные водонагреватели имеют размеры – 15х15х10 см, а более мощные модели – 30х30х15 см. Они легко монтируются на стене в ванной, большинство моделей с мощностью 3–6 кВт имеют в комплекте душевую или кухонную насадку.

Приборы мощностью 4–7 кВт способны обеспечить подачу 3–5 л теплой воды в минуту при температуре 30 °С. Для полноценного горячего водоснабжения необходимо установить стационарно проточный нагреватель с мощностью 18–20 кВт. Здесь напор горячей воды будет примерно таким же, как и от теплоцентрали. Установить такой прибор могут только мастера-водопроводчики при наличии места.

Среди недостатков проточных нагревателей специалисты отмечают то, что стандартная электропроводка просто не в состоянии обеспечить электричеством устройства достаточной мощности – порядка 20 кВт. Даже самый простой проточный нагреватель, который позволяет получить слабую струйку теплой воды, забирает из электрической сети мощность 5 кВт. Такая мощность в современной квартире есть только в одном месте – в розетке питания электроплиты. Общая квартирная сеть (настенные розетки) не позволяет включать приборы с мощностью более 2 кВт. Существует вариант с подводом отдельной проводки толстым проводом от распределительного щитка и смена счетчика.

## **Электротехника**

### **Распределительные щитки**

Введенные в помещение провода подключаются к распределительному щитку, от которого провода идут к квартирному электросчетчику. С него начинается электросеть квартиры.

Однофазные счетчики устанавливаются на металлических щитках. Квартирные щитки служат для распределения и учета электрической энергии, а также защиты от перегрузок, токов короткого замыкания.

Щитки выпускаются с резьбовыми предохранителями или автоматическими выключателями типа АБ-25, устанавливаемыми в фазном и нулевом проводах. Квартирные щитки типа ЩК-13–ЩК-16 устанавливаются в нишах и выпускаются с вводными двухполюсными пакетными выключателями ПВ-2-25 и резьбовыми предохранителями типа Ц27 (ЩК-14, ЩК-16) или автоматическими выключателями типа АБ-25 (ЩК-13, ЩК-15). Щитки устанавливаются на стене и монтируются после устройства ввода и выполнения внутренней электропроводки.

Технические данные квартирных щитков представлены в таблице 5.

Таблица 5

Тип щитка	ЩК-13	ЩК-14	ЩК-15	ЩК-16
Габариты, мм	560×320×155	560×320×155	560×320×155	560×320×155
Масса щитка, кг	4,5	4,7	4,7	5,0
Количество отходящих групп	1	2	3	4

Сверху щитка нанесены четыре заводские наметки. Одну из наметок открывают для ввода проводов комнатной проводки. На два одножильных провода надевают изолированные трубки, окольцовывают и подключают к нижним зажимам предохранителей. Другие концы проводов выводят на лицевую панель через второе и четвертое отверстия в щитке для подключения к счетчику. Провода ввода выводят через первое (фазный провод) и третье (нулевой провод) отверстия.

### Квартирные электросчетчики

Для учета электрической энергии, получаемой отдельными потребителями от электрической станции или отдаваемой электрической станцией в сеть, используют счетчики электрической энергии.

Счетчики бывают электродинамические, индукционные и электронные, однофазные и трехфазные, однотарифные и много-тарифные. Вводимые в квартиру электрические провода подсоединяются к входу счетчика. Выход электрического счетчика является началом внутренней квартирной электропроводки. Общий расход электрической энергии в квартире за определенный промежуток времени определяют с помощью электродинамических или индукционных счетчиков. Панель со счетчиком и предохранителями должна быть закреплена на высоте 1,3–1,7 м от уровня пола.

Подключение счетчика производится профессиональными электриками. Далее госповеритель устанавливает специальную пломбу на корпус счетчика, а

представитель энергоснабжающей организации ставит пломбу на съемную крышку счетчика. Только после этого к счетчику можно подключать квартирную электропроводку.

**Электродинамический счетчик.** Обычный электродинамический счетчик содержит неподвижную токовую обмотку в виде катушек, изготовленных из толстой проволоки. Если включить электроприбор, то через катушки пройдет электрический ток, и вокруг катушек возникнет магнитное поле. Между указанными катушками находится якорь, состоящий обычно из трех и более катушек. Якорь вращается на оси, установленной в подпятниках. На якоре укреплен коллектор с металлическими щетками. При помощи коллектора происходит изменение направления тока в проводниках якоря, находящегося в магнитном поле, созданном неподвижными катушками. Назначение коллектора здесь такое же, как и у электродвигателя постоянного тока. Взаимодействие между собой магнитных полей неподвижных токовых катушек и обмотки якоря приводит к вращению якоря. На оси якоря укреплен алюминиевый диск, который вращается между полюсами постоянного магнита. При вращении диска в магнитном поле в нем возникают вихревые токи, тормозящие движение диска. Для недопущения самопроизвольного вращения диска на его оси укреплен небольшая стальная пластинка, которая притягивается к постоянному магниту и прекращает вращение диска.

При нагрузке счетчика вращающий момент преодолевает силу притяжения пластинки к магниту. Это не влияет на среднюю скорость вращения диска, так как при удалении пластинки от магнита она сдерживает его вращение, а при приближении к магниту ускоряет вращение. Вращающий момент тем больше, чем больше ток в токовой катушке и чем больше напряжение на зажимах обмотки якоря. При этом вращающий момент пропорционален мощности потребляемой нагрузки, а число оборотов якоря в единицу времени соответствует количеству израсходованной электрической энергии. Обороты якоря фиксирует специальный счетный механизм, соединенный с осью якоря при помощи червячной и зубчатой передач.

Цифры на шкале счетного механизма появляются в шести окошках, расположенных в один ряд. Над рядом окошек указывается единица измерения электрической энергии, например, кВт ч ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ). Первые пять цифр и представляют целое число гектоватт-часов или киловатт-часов использованной потребителем электрической энергии, шестая цифра – дробная часть десятичного числа.

Если в квартире или загородном доме все электроприборы и лампочки освещения выключены, то диск электрического счетчика не должен вращаться. В противном случае имеется утечка электрической энергии из-за плохой изоляции проводов и требуется ремонт электросети.

**Индукционные счетчики.** Для учета потребляемой энергии в жилых домах и квартирах обычно используют однофазные индукционные счетчики типа СО. Основными частями индукционного счетчика являются: система электромагнитов, алюминиевый диск, ось с червячной и зубчатой шестернями, счетный механизм, подшипник оси, подпятник оси и тормозной магнит. Одна из обмоток счетчика

(токовая) включается в цепь последовательно, а другая – параллельно. Переменный ток, проходя по катушкам, создает переменные магнитные потоки, которые индуцируют в алюминиевом диске вихревые токи. Взаимодействие магнитных полей и вихревых токов приводит во вращение алюминиевый диск. Через ось вращение передается счетному механизму.

При повороте первого справа цифрового диска на один оборот, второй от него диск поворачивается на одно деление (на одну цифру); при повороте на один оборот второго диска третий диск поворачивается на одно деление и т. д. Таким образом, поворот крайнего левого диска на один оборот происходит, когда крайний правый диск сделал 100 000 оборотов. Скорость вращения диска счетчика пропорциональна активной мощности, а количество его оборотов – расходу энергии.

Для того чтобы узнать, сколько израсходовано электрической энергии за определенный промежуток времени, нужно записать показания счетчика в начале и конце учитываемого периода (выписываются цифры до запятой, указанной на шкале). Из последних снятых показаний счетчика необходимо вычесть ранее записанные начальные данные. Это и будет количество израсходованной энергии в кВт ч. Тогда, зная для данной местности цену 1 кВт • ч электроэнергии, подсчитывают стоимость израсходованной энергии.

**Электронные счетчики** представляют собой новое поколение приборов для учета активной энергии в однофазных и трехфазных сетях переменного тока номинальной частотой 50 Гц. Счетчики оснащены жидкокристаллическими дисплеями, последовательно отображающими в автоматическом режиме: потребляемую энергию по каждому из тарифов в кВт ч; текущую мощность в Вт; текущее время и дату, а также другие параметры в зависимости от конструкции счетчика. При отсутствии напряжения в сети данные по учету электроэнергии сохраняются в энергонезависимой памяти, а непрерывный ход встроенного таймера обеспечивается литиевым источником питания. Некоторые модели электронных счетчиков, например ЦЭ-2727, могут обмениваться информацией с внешними устройствами обработки данных по интерфейсу RS-232 или RS-485. Имеются модели со встроенными модемами для передачи данных по компьютерным сетям.

Электронные счетчики являются многотарифными. Переключение тарифов обеспечивается программируемыми встроенными часами реального времени. Например, однофазный счетчик ЦЭ-2726 имеет корректировку точности хода внутренних часов, программирование временных границ тарифных зон суток, включая выходные и праздничные дни, которое может осуществляться при помощи специального переносного программирующего устройства. Счетчик оснащен стандартным телеметрическим выходом с передаточным числом 100 имп/кВт ч) и может быть использован в АСКУЭ – автоматизированной системе коммерческого учета электроэнергии, комплексе специализированных метрологически аттестованных технических и программных средств, позволяющих производить измерение и величины потребления-генерации электроэнергии.

Выпускаемые в настоящее время электронные счетчики во многих случаях по установочно-присоединительным размерам идентичны индукционным. Электронные счетчики изготавливаются на современной элементной базе.

### Предохранители

Рядом с электрическим счетчиком на одной панели обычно располагается распределительный щиток. Его обязательным элементом являются предохранительные устройства, которые служат для защиты различных электроприборов. Иногда на распределительном щитке устанавливают выключатель, позволяющий одновременно отключать электроэнергию во всем доме. Для защиты электроприборов применяют плавкие предохранители или автоматические выключатели. Приборы защиты размыкают электрическую цепь, когда в ней появляется слишком большой ток. При отсутствии защиты возможен перегрев проводов электропроводки, загорание изоляции и возникновение пожара.

Для предохранения квартирной электросети от короткого замыкания, а также от возможных перегрузок устанавливают, как правило, **плавкие предохранители**. В таком предохранителе при прохождении тока больше допустимой величины перегорает специально подобранная тонкая проволока, и подача тока прекращается автоматически. В квартирной проводке наибольшее распространение получили плавкие пробочные предохранители. Такой предохранитель состоит из патрона с резьбой, укрепленного в фарфоровой коробке с крышкой. В патрон ввинчивается фарфоровая пробка, имеющая резьбу. Внутри пробки находится проволочка из легкоплавкого металла. Один конец проволочки припаян к резьбе, а другой – к металлическому контактному упору. В случае замыкания линии проволочка перегорает и прохождение тока прекращается.

В некоторых электротехнических радиоприборах применяются **трубочные предохранители**. В специальных пластиночных держателях укрепляют стеклянные трубочки, внутри которых находится плавкая предохранительная проволочка. Концы проволочки припаяны к металлическим колпачкам, которые закреплены на трубочке. На каждом плавком предохранителе указана предельная величина тока, при котором он срабатывает.

При сгорании предохранителя необходимо осмотреть всю квартирную сеть и устранить повреждение. После устранения повреждения заменяют сгоревший предохранитель новым, рассчитанным на такой же ток. В самом крайнем случае, временно соединяют контакты пробки медной проволочкой диаметром 0,2–0,25 мм.

Наиболее удобными в эксплуатации являются **автоматические предохранители**, выполненные в виде пробочного. Основной частью такого предохранителя является биметаллическая пластина, рассчитанная на прохождение через нее тока определенной величины. В случае превышения этой величины пластина нагревается и размыкает электрическую цепь. Чтобы в квартире появилось электричество, необходимо подождать несколько минут, пока пластина остынет и примет первоначальную форму. После этого следует нажать на торце патрона

кнопку, которая восстановит контакт биметаллической пластины и подвижного контакта.

### Электропроводка и ее элементы

Передача электрической энергии осуществляется при помощи материалов, подходящих для этого не только с точки зрения способности проводить электроток, но и с точки зрения технического удобства. Так, например, многие соли являются проводниками, но они не годятся для изготовления транспортных сетей для электротока.

Рано или поздно появляется необходимость заменять и устанавливать розетки, светильники, ремонтировать участки электропроводки, а то и полностью заменять ее. При проведении работ с электропроводкой необходимо руководствоваться Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), содержащими требования по обеспечению в электропроводках пожарной и электробезопасности. В зависимости от этих требований применительно к виду помещения, характеру нагрузки, условиям эксплуатации определяется вид электропроводки, марка провода или кабеля, сечение жил, способ крепления проводов и окончных устройств, типы соединений, характеристики устройств защиты и т. д.

Для обеспечения требований ПУЭ нужно знать существующие типы проводок, схему проводки в квартире, характеристики проводов, принцип работы устройств, входящих в электропроводку, правила монтажа и приемы работ с инструментом, методы поиска и устранения неисправностей. Соблюдение этих правил поможет уберечься от неприятных неожиданностей, связанных с электрической сетью.

В большинстве частных домов и почти во всех квартирах применяется **скрытый вариант электропроводки**. При монтаже скрытой проводки в оштукатуренных стенах и потолках пробивают неглубокие борозды, в которые укладываются электрические провода. После завершения монтажа электропроводки борозды заштукатуриваются цементным раствором или алебастром. Если монтаж скрытой проводки производится в строящемся доме, то нужда в пробивке борозд отпадает. В этом случае сначала производится монтаж проводки, провода закрепляются гвоздями, вбиваемыми в раствор между кирпичами, или примазыванием их к стене алебастром в нескольких точках, потом делается оштукатуривание стен и потолка, и провода оказываются под слоем штукатурки.

В местах соединений проводов устанавливаются *разветвительные коробки*, в которые прячутся все скрутки проводов. Разветвительные коробки должны быть установлены на уровне поверхности стены, заподлицо с ней. Закрываются коробки из эстетических соображений и безопасности пластмассовыми крышками. Для установки розеток и выключателей используются такие же разветвительные коробки. Они бывают изготовленными из стали или пластмассы. Розетки и выключатели применяются при монтаже тоже в исполнении для скрытой проводки. После установки они практически не выступают над поверхностью стен.

В квартирах монтаж скрытой проводки осуществляется в каналах, заранее сделанных в бетонных стенах и перекрытиях. Поэтому живущим в квартирах нужно

быть очень осторожными при различных переключениях электрических проводов и замене выключателей и розеток. Чтобы заменить или даже дорастить неосторожно обломленный электропровод, придется, например, сбивать кафельную плитку или срывать недавно наклеенные обои, иначе до места соединения проводов не добраться.

**Открытая проводка** делается по поверхности стен и потолков. Для ее монтажа используют медные или алюминиевые провода с резиновой изоляцией, покрытые слоем поливинилхлорида. Можно для монтажа применять также медные и алюминиевые провода с изоляцией из одного поливинилхлорида, но только при наличии у провода разделительного основания, отделяющего одну жилу провода от другой. Электрические провода открытой проводки закрепляются на стенах и потолке при помощи роликов, изготовленных из изолирующего материала – фарфора. В каждом ролике имеется ось отверстия, через которое продевается гвоздь, крепящий ролик с надетыми на него проводами к стене.

Наименьшее сечение провода, используемого для монтажа открытой проводки: медного – 1 мм<sup>2</sup>, алюминиевого – 2,5 мм<sup>2</sup>. Провода при монтаже горизонтального участка проводки по стенам кладут параллельно линиям пересечения стен и потолка на расстоянии не менее 100 мм и не более 200 мм от потолка или карниза. Вертикальную часть проводки (спуски, подъемы) выполняют перпендикулярно плоскости потолка. Около дверей и окон провод прокладывают на расстоянии 100 мм от края обрамления двери или окна. Ролики для крепления провода располагаются на расстоянии 50 см один от другого.

Выключатели и розетки при открытой проводке крепятся не непосредственно к поверхности стены, а на специальные изоляционные подкладки, сделанные из сухого дерева и называемые *подрозетниками*. Подрозетник крепится к стене длинным шурупом, а к нему уже при помощи двух маленьких шурупов прикручивается выключатель или розетка. Сами выключатели и розетки для открытой проводки отличаются от предназначенных для скрытой проводки и по внешнему виду, и по способу закрепления на стене, поскольку вследствие специфики монтажа располагаются не в стене, а на ее поверхности. В подвале дома из-за опасных условий (сырость, токопроводящие полы и стены) выключатель ставить нельзя, его устанавливают на стене кухни.

**Материал проводника и сечение кабеля.** Для монтажа проводки в современных домах и квартирах используется медный или алюминиевый провод в поливинилхлоридной изоляции. Как считают специалисты-электротехники, медь в качестве материала для проводов предпочтительнее алюминия. Она имеет большую проводимость и менее подвержена коррозии. К тому же по сравнению с медью алюминий непрочен и при нескольких изгибах может попросту сломаться. Отрицательным свойством алюминия является и его быстрая окисляемость в случае соприкосновения с воздухом и образование на поверхности тугоплавкой окисной пленки. Она плохо проводит электрический ток, а значит препятствует созданию хорошего контакта. Место с плохим контактом будет греться, из-за чего придется периодически проверять места крепления алюминиевых жил к электрическим

приборам. При креплении в винтовых зажимах алюминий проявляет другой свой недостаток – низкий предел текучести. В результате этого алюминий выскальзывает из-под зажима («течет»), ослабляя контакт.

Таким образом, алюминиевые провода, находящиеся в распределительных коробках и других устройствах, где для соединения используются зажимы, требуют периодической проверки и поджата. Помимо этого, при контакте алюминия с медью образуется гальваническая пара, в которой алюминий, подвергаясь электрокоррозии, разрушается, что ведет к дополнительному ухудшению соединения. При всем при этом у алюминия есть и два существенных преимущества – он гораздо дешевле меди и более гибок, что ускоряет скорость монтажа.

Для правильного выбора сечения провода необходимо учитывать величину максимально потребляемого нагрузкой тока. Значения токов легко определить, зная паспортную мощность потребителей по формуле  $I = P/220$  (например, для электрообогревателя мощностью 2000 Вт ток составит 9 А, для лампочки 60 Вт – 0,3 А). Зная суммарный ток всех потребителей и учитывая соотношения допустимой для провода токовой нагрузки на сечение провода, можно определить, подойдет ли имеющийся провод или же необходимо покупать другой.

Кабель обычно состоит из 2–4 жил. Сечение (точнее, площадь поперечного сечения) жилы определяется ее диаметром:  $S = 0,78 d^2$ , где  $d$  — диаметр круга. Исходя из практических соображений, при малых значениях силы тока сечение медной жилы берут не менее 1 мм<sup>2</sup>, а алюминиевой – 2 мм<sup>2</sup>. При достаточно больших токах сечение провода выбирают по подключаемой мощности. Обычно исходят из расчета, что нагрузка величиной 1 кВт требует 1,57 мм<sup>2</sup> сечения жилы. Отсюда следуют приближенные значения сечений провода, которых следует придерживаться при выборе его диаметра. Для алюминиевых проводов это 5 А на 1 мм<sup>2</sup>, для медных – 8 А на 1 мм<sup>2</sup>. Проще говоря, если имеется проточный водонагреватель на 5 кВт, то подключать его надо проводом, рассчитанным не менее чем на 25 А, и для медного провода сечение должно быть не менее 3,2 мм<sup>2</sup>. Необходимо помнить, из ряда предпочтительных величин сечений (0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6 мм<sup>2</sup> и т. д.) для алюминиевых проводов сечение выбирают на ступень выше, чем для медных, так как их проводимость составляет примерно 62 % от проводимости медных. Например, если по расчетам для меди нужна величина сечения 2,5 мм<sup>2</sup>, то для алюминия следует брать 4 мм<sup>2</sup>, если же для меди нужно 4 мм<sup>2</sup>, то для алюминия – 6 мм<sup>2</sup> и т. д.

Если есть возможность, кабель лучше выбрать большего поперечного сечения, чем требуется, тогда можно будет подключать мощные потребители тока. Кроме того, необходимо проверить, согласуется ли сечение проводов с максимальной фактической нагрузкой, а также с током защитных предохранителей или автоматического выключателя, которые обычно находятся рядом со счетчиком.

**Выбор марки кабеля или провода.** При выборе типа провода нужно учитывать допустимое напряжение пробоя изоляции (например, нельзя для электрической проводки на сетевое напряжение 220 В использовать провода от телефонной линии) с сечением не менее 4 мм<sup>2</sup> из расчета достаточной механической прочности. Если



требуется с большей точностью знать длительно допустимую токовую нагрузку для медных проводов и кабелей от площади их сечения, можно воспользоваться таблицей 6.

Таблица 6

Сечение, мм <sup>2</sup>	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
Ток, А	17	25	35	42	60	80	100	125	170

Провода и кабели различаются по количеству жил (от 1 до 37), сечению (от 0,75 до 800 мм<sup>2</sup>) и номинальному рабочему напряжению. Провода изготавливаются с изоляцией на напряжение 380, 660 и 3000 В переменного тока, кабели – на любое напряжение. У изолированного провода токопроводящая жила заключена в оболочку из резины, поливинилхлорида или винипласта. Для предохранения от механических повреждений и воздействий внешней среды изоляция некоторых марок проводов покрыта снаружи хлопчатобумажной оплеткой, пропитанной противогнильным составом. Провода, предназначенные для прокладки в местах, где имеется повышенная опасность механического повреждения, защищаются дополнительной оплеткой из стальной оцинкованной проволоки.

**Марка** кабеля (провода) – это буквенное обозначение, характеризующее материал токопроводящих жил, изоляцию, степень гибкости и конструкцию защитных покровов. В маркировке отечественных проводов используются следующие обозначения:

- первая буква указывает на материал токопроводящей жилы (например, А – алюминий); отсутствие в марке провода буквы означает, что токопроводящая жила выполнена из меди;
- вторая буква обозначает соответственно провод или шнур;
- третья – П или Ш – материал изоляции (например, Р – резина, В – поливинилхлорид, П – полиэтилен).

В марках проводов и шнуров могут также присутствовать буквы, характеризующие другие элементы конструкции: О – оплетка, Т – для прокладки в трубах, П – плоский, Ф – металлическая фальцованная оболочка, Г – гибкий и т. д.

### Освещение

Для оценки качества источников света специалисты используют такие характеристики, как световой поток, освещенность поверхности, сила света, яркость, цветность, светоотдача и целый ряд других. Помещение может казаться удобным или нет в зависимости от уровня освещенности и цветности излучения источников света. Например, при малом уровне освещенности человек чувствует себя хорошо, если преобладают длины волн излучения, соответствующие оранжево-красным цветовым тонам, и, наоборот, доминирование фиолетово-синей гаммы приводит к

ощущению «сумеречности» помещения. Причины этого кроются в психофизиологических особенностях восприятия света и цвета человеком.

Любые **лампы накаливания** состоят из одинаковых основных элементов. Но их размеры, форма и размещение могут сильно отличаться, поэтому различные конструкции не похожи друг на друга и имеют разные характеристики.

Существуют лампы, колбы которых наполнены криптоном или аргоном. Криптоновые обычно имеют форму «грибка». Они меньше по размеру, но обеспечивают больший (примерно на 10 %) световой поток по сравнению с аргоновыми. Лампы с шаровой колбой предназначены для светильников, служащих декоративными элементами, с колбой в форме трубки – для подсветки зеркал в стенных шкафах, ванных комнатах и т. д.

Винтовой цоколь для ламп накаливания был предложен знаменитым американским изобретателем Томасом Алвой Эдисоном (Edison), и поэтому в обозначении такого цоколя присутствует латинская буква «Е», а цифры обозначают диаметр резьбы в миллиметрах. Чаще всего применяются цоколи E27 (мощность лампы 25—200 Вт), E14 (под патроны «миньон», мощность 25—100 Вт), E40 (для ламп мощностью 200–750 Вт), а также мини-цоколи E12.

Лампы накаливания имеют световую отдачу от 7 до 17 лм/Вт и срок службы около 1000 часов. Они относятся к источникам света с теплой тональностью, поэтому создают погрешности при передаче сине-голубых, желтых и красных тонов. В интерьере, где требования к цветоразделению достаточно высоки, лучше использовать другие типы ламп. Также не рекомендуется применять лампы накаливания для освещения больших площадей и для создания освещенности, превышающей уровень 3000 лк, так как при этом выделяется много тепла и помещение «перегревается». Несмотря на эти ограничения, такие приборы все еще остаются классическим и излюбленным источником света.

**Маркировка ламп и их характеристики.** Маркировка лампы накаливания состоит из одной или нескольких букв и двух или трех чисел. Впереди стоящие в маркировке буквы расшифровываются следующим образом: Б – лампа с биспиральной нитью накала, В – лампа вакуумная, Г – колба лампы заполнена смесью аргона (36 %) и азота (14 %), БК – биспиральная лампа, колба заполнена смесью криптона (36 %) и азота (14 %), МТ – лампа с матированной колбой, МЛ – колба молочного цвета, О – колба овальной формы. Цифры, стоящие после букв, обозначают диапазон напряжения питания лампы в вольтах и ее номинальную мощность в ваттах. Например, маркировка Б220-15 расшифровывается так: биспиральная лампа для сети 220 В и мощностью 15 Вт.

Лампы накаливания характеризуются питаемым напряжением, мощностью, величиной светового потока, световой отдачей, конструктивным исполнением, габаритами, газовой средой, находящейся в ее колбе, характером светоотражающей и светопропускающей способности.

Срок службы электрической лампы составляет около 1000 часов при условии, что напряжение в сети находится в допустимых пределах. На долговечность

электрических ламп влияют различного рода вибрации, толчки и удары, а также, как долго они находятся во включенном состоянии. Исходя из гарантированного срока службы лампы накаливания можно сделать такой вывод: если лампа накаливания в помещении меняется чаще 1 раза в год, значит, напряжение в сети повышенное или нестабильное и вместо сгоревших ламп нужно покупать лампы, рассчитанные на 230–240 В.

### **Электрические розетки и выключатели**

Электрические розетки и выключатели – это электроустановочные изделия, которые не только обеспечивают доступ к электроэнергии, но и являются важными элементами интерьера.

По назначению **электророзетки** подразделяются на следующие виды:

**С защитными шторками.** Рекомендуются для монтажа в квартирах, где есть маленькие дети. Отверстия таких розеток защищены специальными защитными шторками, открывающимися только при одновременном введении пары металлических контактных штырьков вилки в розетку. Вставить в такую розетку гвоздь или палец ребенок не сможет.

**С выталкивателем вилки.** В уголке розетки есть кнопка, при нажатии на которую срабатывает «катапульта», и вилка выталкивается из розетки без всяких усилий со стороны. Вынуть вилку из розетки с «катапульти» можно, даже не касаясь ее. Такая конструкция значительно повышает срок эксплуатации изделия.

**С заземлением.** Розетка без заземления (большинство розеток в типовых домах именно такие) имеет корпус из изоляционного материала с двумя отверстиями. С обратной стороны к ней присоединяются два контакта электропроводки. Розетка с заземлением предназначена для трехконтактной проводки. При включении вилки в розетку первыми соприкасаются друг с другом именно заземляющие контакты, а уже потом те, что проводят ток. Почти все розетки зарубежных производителей имеют третий заземляющий контакт. На сегодняшний день по нормам электробезопасности к установке в квартирах рекомендуются только розетки с заземлением.

**Для установки на улице.** Обычно используются для подключения садовых инструментов, например газонокосилки. Такие розетки крепят, как правило, на внешней стороне дома, гаража или подсобной постройки. Розетка для установки на улице должна работать, несмотря на перепады температуры, дождь или снег. Поэтому следует выбирать розетку с высокой степенью защиты (маркировка IP55) и с защитной крышкой.

**Для помещений с повышенной влажностью.** Для установки розетки в ванной, душевой или санузле подходят розетки с маркировкой IP44. Внутри таких розеток находятся дополнительные резиновые прокладки. Правда, обычная розетка с защитой от влаги подойдет только для пользования не очень мощными электроприборами (например, электробритвой, феном).

Кроме силовых розеток (с защитными шторками, с выталкивателем, с заземлением, с крышкой) существуют и слаботочные розетки. К ним относятся: антенные, спутниковые, телефонные, компьютерные и аудиорозетки.

**УЗО (устройство защитного отключения).** Мощные бытовые приборы (стиральная машина и т. п.) требуют использования устройств защитного отключения (УЗО), реагирующих на дифференциальный ток утечки, не превышающий 30 мА. УЗО может быть как отдельным прибором, так и частью розетки.

**Розетки с защитным отключением.** К этому типу розеток относятся розетки со встроенным УЗО (монтируются на место существующей розетки) или с отдельным навесным УЗО (втыкается в имеющуюся розетку).

Преимущество таких розеток заключается в том, что в отличие от отдельного УЗО, нет необходимости менять в домах старой застройки электропроводку в ванной. Однако при этом изделия со встроенным УЗО примерно в три раза дороже, чем УЗО, устанавливаемые на распределительный щит.

**Отдельное УЗО** может монтироваться в распределительном шкафу квартиры и иметь несколько вариантов установки.

**Одно УЗО на все жилище.** Устройство ставят после вводного автомата, защищая всю квартиру, в том числе и ванную комнату. В этом случае обычно используют УЗО на ток утечки 30 мА.

Плюсы такой конструкции:

- более низкий уровень затрат;
- для установки одного УЗО всегда найдется место в распределительном шкафу.

Недостатки:

- трудно определить, на какой из существующих линий произошла утечка тока;
- при срабатывании устройства вся квартира остается без электричества.

**Одно общее УЗО плюс дополнительные на каждую линию.** Общее УЗО рассчитано на ток утечки 30 мА, дополнительные – на ток утечки 10 мА. В частности, их можно поставить на линии, питающие стиральную машину, джакузи и особенно на «теплые полы».

В таком варианте имеется возможность отключать при утечке только ту линию, в которой возникла утечка, и не оставлять всю квартиру без электричества. Однако при этом увеличиваются затраты на оборудование и появляется необходимость выделения соответствующего места в шкафу для его установки.

Виды розеток по конструкции подразделяются на розетки с винтовым зажимом и без него. При установке розетки с винтовым зажимом контакты электропровода помещают между двумя пластинками, соединенными винтом. Закрутив его, получают прочное соединение розетки с проводкой.

У розеток без винтового зажима провод вставляют в контактное отверстие, которое расширяется при нажатии на специальную клавишу. Провод вставляется в него, отпускается клавиша – и отверстие сжимается, плотно обхватывая провод. Считается, что винтовой зажим хотя и требует приложения некоторых усилий, несколько надежнее и дает лучший контакт.

Если раньше покупателям были доступны только самые простые **выключатели**, которые, собственно, только и выполняли свою функцию – отключать или включать ток к определенному потребителю, то возможности современных выключателей стали гораздо шире. Один из современных типов выключателей – **переключатель**. С его помощью можно, к примеру, спускаясь ночью со второго этажа дома на первый, одной кнопкой включить свет наверху, а другой – выключить внизу.

Также к высокотехнологичным выключателям относятся *светорегуляторы* (диммеры). Они не только зажигают свет, но и позволяют регулировать его яркость. Кроме того, существуют выключатели с подсветкой и контрольные выключатели. На *выключателе с подсветкой* установлена индикаторная лампочка, которая постоянно горит, указывая местоположение выключателя на стене (легко искать кнопку в темноте). А на *контрольном выключателе* индикаторная лампочка призвана сигнализировать, работает ли прибор, к которому относится этот выключатель. Это очень удобно, если контрольный выключатель установлен, к примеру, у входа в подвал: можно всегда знать, горит ли свет за его закрытой дверью.

**По конструктивным особенностям** механизма выключатели бывают следующих типов.

*Клавишные.* Самый распространенный вид выключателей. Предназначены для бытовых нужд. Обычно устанавливаются в квартирах, офисах и т. д.

*Поворотные, кнопочные и сенсорные.* Чаще устанавливаются в квартирах.

*Шнуровые.* Обычно используются в переносных осветительных приборах (например, торшерах).

**По количеству клавиш** электровыключатели подразделяются на:

- *одноклавишные* – предназначены для замыкания одной цепи (например, для включения/выключения одного светильника);
- *двухклавишные* — обычно применяют для многоламповых светильников, когда одна клавиша включает две лампочки, другая – три, а обе – все пять. Также они удобны для отдельных санузлов или в том случае, когда в кухне или санузле имеются два потребителя электрического тока: к примеру, осветительный прибор и система вытяжной вентиляции.
- *трех-, (четыре)клавишные*, предназначенные для замыкания и размыкания трех (четырех) электрических цепей. Такие выключатели незаменимы для помещений с большим количеством групп светильников, позволяя их управление с одного места.

Многие фирмы-производители выпускают электроустановочные изделия целыми сериями, когда в одном дизайне выдержаны и розетки, и выключатели. Внешняя часть розеток и выключателей может быть не только пластмассовой, но и металлической, деревянной, а также комбинированной. Можно подобрать изделия, сочетающиеся с деревянной мебелью, или приобрести розетки и выключатели, соответствующие стилю всего интерьера. Так, для интерьеров хай-тек идеальны изделия необычной формы, например выключатель в прямоугольном корпусе с клавишей в виде круга.

***Розетки и выключатели для открытой установки*** монтируют при прокладке открытой электропроводки.

В монтаже ***выключателей для скрытой установки*** дополнительной деталью является стальная или пластмассовая коробка: сначала в стену вмуровывают коробку, к которой распорными лапками и (или) винтами крепят розетку или выключатель. Именно такие розетки и выключатели обычно устанавливают в квартирах.

**Автор:** Владимир Онищенко

**Издательство:** Фолио

ISBN: 978-966-03-4878-3

**Год:** 2009

**Страниц:** 352