

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.10.2024 09:52:04  
Уникальный программный ключ:  
043f149fe29b39f38c91fa342d88c83600d6921f

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Филиал в г. Дербенте

Кафедра «Естественнонаучных, гуманитарных, общепрофессиональных и  
специальных дисциплин»



# Строительные материалы

*Курс лекций для обучающихся специальности*

*08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений*

Дербент 2024 г

УДК: 69  
ББК 38.3

Строительные материалы. Курс лекций для студентов 2 курса специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений - Дербент, ДГТУ, 2024г. -101 с.

Составитель: Гаджимирзоева В.З., преподаватель в филиале ДГТУ в г.Дербенте

Рецензенты:

1. Эмирбеков Э.Т. к.ф.-м.н., старший преподаватель кафедры ЕГОиСД филиала ДГТУ в г.Дербенте
2. Гасанов В.М., к.т.н., преподаватель ГБПОУ РД Колледж экономики и права, г.Дербент

Курс лекций по дисциплине «Строительные материалы» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для студентов направления подготовки 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений. Курс лекций содержит материал по основным вопросам разновидности строительных материалов, в нем приведены свойства, классификация и характеристики важнейших современных строительных материалов, краткая информация их получения и области их применения. Материал лекций ориентирован на вопросы профессиональной компетенции будущих специалистов и содержит необходимые сведения, которые помогут студентам при подготовке к занятиям и экзамену.

РЕГ№ \_\_\_\_\_

Печатается по решению Ученого совета ФГБОУ ВО «ДГТУ» в г.Махачкале. Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2024 г.

## Содержание

Введение.....	4
Лекция № 1 Основные свойства строительных материалов.....	5
Лекция 2 Лесные материалы и изделия из древесины.....	12
Лекция 3 Природные каменные материалы.....	24
Лекция 4 Керамические материалы и изделия.....	37
Лекция 5 Стекло и изделия из него.....	45
Лекция 6 Металлы в строительстве.....	47
Лекция 7 Минеральные вяжущие вещества.....	52
Лекция 8 Бетоны и строительные растворы.....	61
Лекция 9 Сборные железобетонные и бетонные строительные изделия.....	70
Лекция 10 Искусственные, каменные материалы и изделия на основе минеральных вяжущих веществ.....	75
Лекция 11 Битумные и дегтевые вяжущие материалы и материалы на их основе.....	80
Лекция 12 Строительные материалы и изделия на основе полимеров.....	86
Лекция 13 Теплоизоляционные и акустические материалы.....	92
Лекция 14 Лакокрасочные материалы.....	96
Список использованной литературы.....	101

## Введение

Дисциплина «Строительные материалы» - это общепрофессиональная дисциплина, изучаемая на втором курсе. Строительные материалы лежат в основе любого типа строительства. Изучение, получение и использование строительных материалов является важным этапом подготовки специалиста в области строительства.

Современная наука о строительных материалах охватывает не только обширные знания о каждом материале, но и систему общих принципов, законов и понятий, связанных с взаимосвязью свойств материалов. При определённых условиях эти свойства становятся похожими для большинства материалов. В связи с этим создание строительных материалов с заданными свойствами становится реальной задачей.

Важность дисциплины «Строительные материалы» заключается в том, что она изучает различные материалы, используемые в строительстве и их влияние на качество и долговечность строений. Правильный выбор строительных материалов имеет большое значение для создания надёжных и долговечных зданий, обеспечивая комфорт и безопасность проживания.

Согласно требованиям ФГОС СПО по специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений», а также учебному плану по этой специальности, дисциплина «Строительные материалы» изучается студентами в четвёртом семестре. Рабочая программа дисциплины предусматривает изучение студентами природных каменных материалов, материалов на основе минеральных вяжущих веществ, керамических, металлических и деревянных материалов и т. д.

## Лекция № 1 Основные свойства строительных материалов.

### Содержание

1.1 Основные свойства строительных материалов.

1.2 Классификация строительных материалов.

### 1.1 Основные свойства строительных материалов.

#### 1.2

Свойства материалов взаимосвязаны с их составом, структурой и внутренним строением. Если для природных материалов (каменные материалы, древесина) возможно только частичное изменение их свойств, например, пропитка древесины антисептиками, которые препятствуют гниению древесины, то при получении искусственных материалов технологию следует рассматривать с точки зрения ее влияния на строение, структуру и, как следствие, на получение материалов с заданными свойствами.

#### Физические свойства

**Истинная плотность** — это масса единицы объема материала в абсолютно плотном (т.е. без пор) состоянии:

$$\rho = \frac{m}{V_a}, \text{ г/см}^3; \text{ кг/м}^3,$$

где  $m$  — масса материала;  $V_a$  — объем материала без пор.

Истинная плотность — физическая константа, которая не может меняться без изменения химического состава или внутреннего строения материала.

**Средняя плотность** — это масса единицы объема материала в естественном (т.е. вместе с порами) состоянии:

$$\rho_m = \frac{m}{V_e} \text{ г/см}^3; \text{ кг/м}^3,$$

где  $m$  — масса образца материала;  $V_e$  — объем образца материала.

Средняя плотность строительных материалов может меняться в широких пределах: от 10...20 кг/м<sup>3</sup> для самых легких пенопластов до 7850 кг/м<sup>3</sup> для стали. Даже один вид строительных материалов в зависимости от технологии получения, структуры и назначения имеет разную среднюю плотность. Например: кирпич полнотелый — 1600...1900 кг/м<sup>3</sup>, тяжелый бетон — 1800...2500 кг/м<sup>3</sup>, пенопласты — 10...200 кг/м<sup>3</sup> и т.д.

**Насыпная плотность** — масса единицы объема материала в насыпном состоянии. Определяется для сыпучих материалов (цемента, песка, щебня и т.п.).

Абсолютное большинство материалов имеют в своем объеме поры, поэтому у них истинная плотность всегда больше средней. Степень заполнения объема материала материалом называется **коэффициентом плотности**, который рассчитывается по формуле:

$$K_{пл} = \frac{\rho_m}{\rho} 100 \%$$

Степень заполнения объема материала порами называется **пористостью**. В сумме  $K_{пл}$  и пористость составляют 1, или 100 %.

Пористость может колебаться в широких пределах: от 0,2...0,8 % у гранита и свыше 90 % у пенопластов и определяется по формуле:

$$П = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) 100 \%$$

Пористость — важнейшая характеристика материала, связанная с рядом других свойств. От величины пористости, характера и размера пор зависят средняя плотность, прочность, теплопроводность, морозостойкость, долговечность, гигроскопичность и водопоглощение, водопроницаемость и др.

### **Гидрофизические свойства**

Свойства, связанные со статическим или циклическим воздействием воды или водяного пара на материал, называются *гидрофизическими свойствами материалов*.

**Гигроскопичность** — способность материала поглощать и конденсировать водяные пары из воздуха. Зависит от величины пористости, характера и размера пор, а также от параметров окружающей среды (температуры и относительной влажности воздуха). В самом общем случае — чем больше пористость, тем выше гигроскопичность.

**Капиллярное всасывание** — способность материала при непосредственном контакте с водой поднимать ее на определенную высоту по капиллярным порам, которые имеют размер от 1000Å до 10 мкм.

**Влажность** — это относительное содержание влаги в материале:

$$W = \frac{m_{\text{вл}} - m_{\text{с}}}{m_{\text{с}}} 100 \%,$$

где  $m_{\text{с}}$  — масса материала, высушенного до постоянной массы, г;

$m_{\text{вл}}$  — масса влажного материала, г.

Все материалы имеют ту или иную влажность, которая зависит от условий эксплуатации, величины пористости, характера и размера пор материала. Влажность влияет на ряд свойств материалов (плотность, прочность, теплопроводность и др.).

**Влажностные деформации** — увеличение линейных размеров и объема материала при его увлажнении (набухание) или уменьшение — при высыхании (усушка). Зависят от строения материала.

Материалы высокопористого и волокнистого строения, способные поглощать много воды, характеризуются большой усадкой (древесина 30...100 мм/м; ячеистый бетон 1...3 мм/м), материалы с маленькой пористостью — незначительной усадкой (гранит 0,02...0,06 мм/м).

**Водопоглощение** — способность материала поглощать и удерживать воду при непосредственном контакте с ней. Количество воды, которое поглотил образец, отнесенное к его массе в сухом состоянии, называют водопоглощением по массе  $W_m$ , а отнесенное к его объему — водопоглощением по объему  $W_o$ :

$$W_m = \frac{m_{\text{в}} - m_{\text{с}}}{m_{\text{с}}} 100 \%;$$

$$W_o = \frac{m_{\text{в}} - m_{\text{с}}}{V_e \rho_{\text{в}}} 100 \%,$$

где  $m_{\text{в}}$  — масса материала, насыщенного до постоянной массы, г;  $m_{\text{с}}$  — масса сухого материала, г;  $V_e$  — объем материала в естественном состоянии;  $\rho_{\text{в}}$  — плотность воды, г/см<sup>3</sup>.

Водопоглощение зависит от величины пористости, характера и размеров пор. Между этими водопоглощениями существует взаимосвязь:

$$\frac{W_o}{W_m} = \rho_m, \text{ откуда } W_o = W_m \cdot \rho_m.$$

Последняя формула удобна для определения  $W_o$  в случае затруднения определения объема материала, когда он имеет неправильную геометрическую форму.

**Коэффициент насыщения** — степень заполнения пор материала водой:

$$K_n = \frac{W_o}{\Pi} \leq 1.$$

Этот коэффициент позволяет оценить структуру материала. Уменьшение  $K_n$  при постоянной величине пористости свидетельствует о сокращении открытой пористости.

**Водостойкость** — способность материала сохранять прочность при увлажнении. Характеризуется коэффициентом размягчения

$$K_p = \frac{R_b}{R_c} \leq 1,$$

где  $R_b$  и  $R_c$  — пределы прочности при сжатии соответственно водонасыщенного и сухого материала.

Материалы, имеющие  $K_p > 0,8$ , считаются водостойкими и их разрешается применять в сырых условиях эксплуатации, материалы с  $K_p < 0,8$  — неводостойкими.

**Воздухостойкость** — способность материала выдерживать многократные циклические воздействия увлажнения и высушивания без заметных деформаций и потери механической прочности.

**Водопроницаемость** — способность материала пропускать воду под давлением. В строительстве чаще необходимо противоположное свойство — водонепроницаемость, которая характеризуется или периодом времени, по истечении которого проявляются признаки просачивания воды через материал, или величиной давления воды, при котором она не проходит через материал. Эти свойства зависят от величины пористости, характера и размера пор.

**Морозостойкость** — способность материала, насыщенного водой, выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без значительных признаков разрушения и существенного снижения прочности. Это свойство взаимосвязано с долговечностью, зависит от величины пористости, характера и размера пор, начальной прочности, а также от условий эксплуатации. Характеризуется количеством циклов попеременного замораживания при температуре  $-15...-17$  °С и оттаивания в воде при температуре  $+20$  °С. Число циклов (марка или класс), которое должен выдерживать материал, в зависимости от его назначения, указывается в нормативных документах. Материал считается выдержавшим испытание, если после заданного количества циклов потеря массы и снижение прочности не превышают значений, указанных в нормативных документах.

**Теплофизические свойства**

Это группа свойств, которые характеризуют отношение материала к постоянному или периодическому тепловому воздействию. **Теплоемкость** — свойство материала аккумулировать теплоту при нагревании. Теплоемкость  $C$

(кДж/кг °С) характеризуется количеством тепла кДж, необходимым для нагревания 1 кг материала на 1 °С.

Вода имеет высокую теплоемкость (4,2 кДж/кг °С), строительные материалы более низкие величины: лесные материалы 2,39...2,72 кДж/кг °С, каменные 0,75...0,92 кДж/кг °С, сталь 0,48 кДж/кг °С, поэтому с увлажнением материалов их теплоемкость увеличивается.

**Теплопроводность** — свойство материала передавать теплоту через свою толщину от одной поверхности к другой. Теплопроводность  $\lambda$  (Вт/м °С) характеризуется количеством тепла, проходящим через материал площадью 1 м<sup>2</sup>, толщиной 1 м в течение одной секунды, при разности температур на противоположных поверхностях в 1 °С. Теплопроводность материала зависит от его химического состава, строения и структуры, степени влажности, характера и размера пор, а также от температуры, при которой происходит передача тепла. С повышением температуры теплопроводность большинства строительных материалов возрастает.

**Термическая стойкость** — способность материала выдерживать чередование резких тепловых изменений. Зависит от однородности материала и *коэффициента линейного температурного расширения* (КЛТР), который характеризует изменение линейных размеров материала при его нагревании на 1 °С. Чем меньше КЛТР и выше однородность материала, тем выше его термическая стойкость.

**Огнеупорность** — способность материала выдерживать длительное воздействие высокой температуры, не деформируясь и не расплавляясь. Материалы, которые выдерживают температуру свыше 1580 °С, называют огнеупорными, от 1350 до 1580 °С — тугоплавкими, ниже 1350 °С — легкоплавкими, до 1000 °С — жаропрочными.

**Огнестойкость** — способность материала противостоять действию высоких температур и воды в условиях пожара без потери несущей способности. По отношению к действию огня материалы делятся на негорючие (кирпич, бетон, сталь), трудногорючие (асфальтобетон, фибролит), которые горят только при наличии источника огня, и горючие (древесина, битум, смолы).

Огнестойкость конструкции выражается промежутком времени в часах, в течение которого не происходит потеря несущей способности. Негорючие материалы не всегда обладают высокой огнестойкостью: например, сталь при высоких температурах деформируется, а бетон растрескивается.

#### **Механические свойства**

Механические свойства отражают способность материала сопротивляться силовым, тепловым, усадочным или другим внутренним напряжениям.

При приложении внешних сил материал деформируется. Деформации могут быть *обратимыми* и *необратимыми*. В свою очередь обратимые деформации могут быть *упругими* и *эластичными*. Характер и величина деформаций зависят от величины нагрузки, скорости нагружения и температуры материала.

**Упругость** — свойство материала при воздействии нагрузки изменять свои размеры и форму и полностью восстанавливать их после снятия нагрузки.

**Пластичность** — свойство материала при воздействии нагрузки в значительных пределах изменять свои размеры и форму без нарушения сплошности и сохранять их после снятия нагрузки.

**Хрупкость** — свойство материала разрушаться под действием нагрузки без заметных пластических деформаций. Многие строительные материалы (кирпич, бетон, стекло и др.) являются хрупкими. У хрупких материалов прочность при сжатии существенно больше (в 10...20 раз) прочности при растяжении.



**Прочность** — свойство материала сопротивляться внутренним напряжениям, которые возникают при действии внешних нагрузок. Материал в сооружении подвергается тем или иным воздействиям, которые вызывают напряженное состояние (сжатие, растяжение, изгиб, кручение, сдвиг, скалывание и др.).

В самом общем случае напряжение

$$\sigma = \frac{P}{F},$$

где  $\sigma$  — напряжение, МПа ( $1 \text{ кН/см}^2 \approx 10 \text{ МПа} \approx 100 \text{ кг/см}^2$ );  $P$  — нагрузка, кН;  $F$  — площадь поперечного сечения образца до испытания,  $\text{см}^2$ .

Величина напряжения зависит от величины нагрузки. Максимального значения, при котором наступает разрушение материала, напряжения, достигают при разрушающей нагрузке. Прочность характеризуется пределом прочности

$$R = \frac{P_{\text{разр}}}{F}, \text{ МПа.}$$

Предел прочности одного и того же материала может иметь различную величину в зависимости от размера образца, его формы, скорости нагружения, а также конструкции прибора, на котором проводятся испытания, поэтому для получения объективных результатов необходимо строго соблюдать все условия испытаний, которые установлены для данного материала соответствующими нормативными документами.

Предел прочности при сжатии определяется на образцах правильной геометрической формы: кубы, призмы, цилиндры. Разрушающая нагрузка, как правило, определяется на гидравлическом прессе:

$$R_{\text{сж}} = \frac{P_{\text{разр}}}{F}, \text{ МПа.}$$

Прочность различных материалов на сжатие варьируется от 0,5 до 1000 МПа и выше. У некоторых материалов прочность на сжатие характеризует их марки или классы, т.е. качество.

Предел прочности на растяжение определяется на образцах стержнях, образцах-призмах или «восьмерках», которые имеют переменное сечение. Разрушающая нагрузка определяется на разрывных машинах:

$$R_{\text{раст}} = \frac{P_{\text{разр}}}{F}, \text{ МПа.}$$

Возможно также определение прочности на растяжение методом раскалывания на кубах или цилиндрах.

Предел прочности на изгиб определяется на образцах-призмах:

$$R_{\text{изг}} = \frac{3Pl}{2bh^2}, \text{ МПа,}$$

где  $P$  — разрушающая нагрузка, кН;  $l$  — расстояние между опорами, см;  $b$  — ширина образца, см;  $h$  — высота образца, см.

В последнее время широкое распространение получили различные неразрушающие методы испытания строительных материалов на прочность.

**Ударная вязкость** — свойство материала сопротивляться ударным нагрузкам.

**Твердость** — свойство материала сопротивляться проникновению в него другого более твердого материала.

**Истираемость** — свойство материала сопротивляться истирающим воздействиям.

#### **Физико-химические свойства**

**Дисперсность** — характеристика размеров твердых частиц или капель жидкости. Величина, характеризующая степень размельчения материала и развитости его поверхности. Характеризуется удельной поверхностью  $S_{уд}$ , см<sup>2</sup>/г.

**Адгезия** — прочность сцепления (прилипания) одного материала с другим.

**Тиксотропия** — способность пластично-вязких смесей при приложении механических воздействий нарушать свою структуру и восстанавливать ее после прекращения действия механических воздействий.

### 1.3 Классификация строительных материалов.



рис.1- Классификация строительных материалов

Классификация строительных материалов включает разделение их по степени готовности, происхождению, назначению и технологическому признаку.

По степени готовности строительные материалы делятся на две категории - собственно строительные материалы и строительные изделия. Строительные материалы отличаются от строительных изделий тем, что они подвергаются обработке перед применением, такой как смешивание с водой, уплотнение, распиливание и т.д.

**Строительные материалы** включают в себя такие материалы, как древесина, металлы, цемент, бетон, кирпич, песок, строительные растворы, лакокрасочные материалы, природные камни и другие.

**Строительные изделия**, в свою очередь, представляют собой готовые изделия и элементы, которые монтируются на месте работы (сборные железобетонные панели и конструкции, оконные и дверные блоки, санитарно-технические изделия и кабины и др.)

**По происхождению** строительные материалы классифицируются на природные и искусственные. **Природные материалы** получают из природного сырья без изменения их первоначального строения и химического состава. К **искусственным материалам** относятся те, которые получают из природного или искусственного

сырья с применением специальных технологий (кирпич, цемент, железобетон, стекло и др.)

**По назначению** материалы подразделяют на следующие группы:

-*конструкционные материалы* - материалы которые воспринимают и передают на грузки в строительных конструкциях;

-*теплоизоляционные материалы*, основное назначение которых — свести до минимума перенос теплоты через строительную конструкцию и тем самым обеспечить необходимый тепловой режим в помещении при минимальных затратах энергии;

-*акустические материалы* (звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы) - для снижения уровня «шумового загрязнения» помещения;

-*гидроизоляционные и кровельные материалы*- для создания водонепроницаемых слоев на кровлях, подземных сооружениях и других конструкциях, которые необходимо защищать от воздействия воды или водяных паров;

-*герметизирующие материалы* - для заделки стыков в сборных конструкциях;

-*отделочные материалы* - для улучшения декоративных качеств строительных конструкций, а также для защиты конструкционных, теплоизоляционных и других материалов от внешних воздействий;

-*материалы специального назначения* (например огнеупорные или кислотоупорные), применяемые при возведении специальных сооружений.

**По технологическому признаку** материалы подразделяют, учитывая вид сырья, из которого получают материал, и вид его изготовления, на следующие группы:

-*природные каменные материалы и изделия* - получают из горных пород путем их обработки: стеновые блоки и камни, облицовочные плиты, детали архитектурного назначения, бутовый камень для фундаментов, щебень, гравий, песок и др;

-*керамические материалы и изделия* - получают из глины с добавками путем формования, сушки и обжига: кирпич, керамические блоки и камни, черепица, трубы, изделия из фаянса и фарфора, плитки облицовочные и для настилки полов, керамзит (искусственный гравий для легких бетонов) и др;

-*стекло и другие материалы и изделия из минеральных расплавов* - оконное и облицовочное стекло, стеклоблоки, стекло профилит (для ограждений), плитки, трубы, изделия из ситаллов и шлакоситаллов, каменное литье;

-*неорганические вяжущие вещества* - минеральные материалы, преимущественно порошкообразные, образующие при смешивании с водой пластичное тело, со временем приобретающее камневидное состояние: цементы различных видов, известь, гипсовые вяжущие и др.;

-*бетоны* - искусственные каменные материалы, получаемые из смеси вяжущего, воды, мелкого и крупного заполнителей. Бетон со стальной арматурой называют железобетоном, он хорошо сопротивляется не только сжатию, но и изгибу и растяжению;

-*строительные растворы* — искусственные каменные материалы, состоящие из вяжущего, воды и мелкого заполнителя, которые со временем переходят из тестообразного в камневидное состояние;

-*искусственные необжиговые каменные материалы* - получают на основе неорганических вяжущих и различных заполнителей: силикатный кирпич, гипсовые и гипсобетонные изделия, асбестоцементные изделия и конструкции, силикатные

бетоны;

-*органические вяжущие вещества и материалы на их основе* — битумные и дегтевые вяжущие, кровельные и гидроизоляционные материалы: рубероид, пергамин, изол, бризол, гидроизол, толь, приклеивающие мастики, асфальтовые бетоны и растворы;

-*полимерные материалы и изделия* - группа материалов, получаемых на основе синтетических полимеров (термопластических нетерморективных смол): линолеумы, релин, синтетические ковровые материалы, плитки, древеснослоистые пластики, стеклопластики, пенопласты, поропласты, сотопласты и др.;

-*древесные материалы и изделия* - получают в результате механической обработки древесины: круглый лес, пиломатериалы, заготовки для различных столярных изделий, паркет, фанера, плинтусы, поручни, дверные и оконные блоки, клееные конструкции.;

-*металлические материалы* - наиболее широко применяемые в строительстве черные металлы (сталь и чугун), стальной прокат (двутавры, швеллеры, уголки), сплавы металлов, особенно алюминиевые.

Важно отметить, что некоторые материалы могут принадлежать к нескольким группам, так как их использование зависит от конкретных потребностей и требований проекта. Например, бетон может использоваться как конструкционный материал, теплоизоляционный материал и материал специального назначения в зависимости от его состава и свойств.

Таким образом, классификация строительных материалов является важным инструментом для разделения и систематизации материалов в строительстве, что позволяет выбрать наиболее подходящий материал для конкретного проекта.

## **Лекция 2 Лесные материалы и изделия из древесины.**

### **Содержание**

2.1 Общие сведения о строении древесины. Породы деревьев, применяемые в строительстве.

2.2 Физические и химические свойства древесины.

2.3 Пороки древесины. Защита древесины от разрушения и возгорания.

2.4 Материалы, изделия и конструкции из древесины. Эстетические характеристики формы, цвета и текстуры дерева.

### **2.1 Общие сведения о строении древесины. Породы деревьев, применяемые в строительстве.**

В строительстве применяют хвойные и лиственные породы. К хвойным породам, широко используемым в строительстве, относят сосну, лиственницу, ель, пихту, кедр. Лиственные породы в строительстве используют значительно реже, чем хвойные. Среди многообразия лиственных пород наибольшее применение в строительстве имеют дуб, ясень, бук, береза, осина.

#### *Строение и состав*

Дерево состоит из ствола, кроны и корней. Промышленное значение имеет ствол. Верхняя наиболее тонкая часть ствола называется вершиной, нижняя утолщенная – комлем. Большое значение для экономного использования древесины имеет сбеги ствола. **Сбег ствола** - уменьшение диаметра ствола от комля к вершине

(норматив 1 см на 1 м). Освобожденную от коры ткань волокон, содержащуюся в стволе дерева, называют древесиной. Ствол дерева состоит из клеток, имеющих разное назначение в растущем дереве, а, следовательно, разную форму и величину.

**Макроструктуру** ствола, видимую невооруженным глазом или через лупу, можно рассмотреть на трех основных разрезах: **торцевом**, проходящем перпендикулярно к оси ствола, **радиальном**, проходящем вдоль ствола и **тангентальном**, проходящем по хорде вдоль ствола.

На основных разрезах ствола различают следующие основные части: кору, камбий, древесину и сердцевину.

**Кора** предохраняет дерево от неблагоприятных влияний внешней среды и механических повреждений, она имеет наружную часть - **кожицу**, среднюю - **пробковый** слой и внутреннюю часть - **луб**. Луб проводит продукты фотосинтеза от кроны в ствол. Кора составляет от 7 до 20 % объема ствола.

**Камбий** расположен за лубом однорядным цилиндрическим слоем (в виде кольца на поперечном срезе) живых клеток, размножающихся делением. Камбий образует в сторону луба лубяные клетки, а к центру дерева - клетки древесины. Деление клеток камбия начинается весной и заканчивается осенью. Поэтому древесина ствола состоит из ряда концентрических годовых колец. В свою очередь каждое годовое кольцо включает внутренний слой ранней (или весенней) древесины и внешний слой поздней (или летней) древесины.

На поперечном разрезе годовые кольца древесины светлее к поверхности дерева и темнее у центра. Светлая часть древесины называется **заболонью**, темная - **ядром**.

**Сердцевина** находится в центре ствола и проходит по всей его длине - рыхлая первичная ткань, состоящая из тонкостенных клеток, слабо связанных друг с другом стенками. Размеры сердцевины невелики: около 10 мм или чуть больше. У спиленного дерева сердцевина самая слабая часть ствола: крошится, легко загнивает, имеет малую прочность, сердцевина не допускается в тонких досках, брусках, в столярных изделиях.

**Микроструктура.** Древесина состоит из большого количества живых и отмерших клеток различных размеров формы. Живая клетка имеет оболочку, внутри нее находится растительный белок - протоплазма и ядро. Клетки в основном веретенообразной формы, вытянуты вдоль ствола. Некоторое количество клеток вытянуто в горизонтальном направлении, т.е. поперек основных клеток - это клетки сердцевинных лучей. По выполняемым функциям клетки древесины делят на: проводящие, механические, запасные.

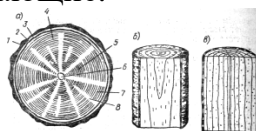


рис 2 Строение древесины

*а - срез торцевой: 1 - кора; 2 - луб; 3- камбий; 4-заболонь; 5-ядро; 6 - сердцевина; 7 - годовые слои; 8 - сердцевинные лучи; б— срез тангенциальный; в - то же, радиальный*

**Сердцевина**-рыхлая первичная ткань, которая состоит из тонкостенных клеток, имеет малую прочность и легко загнивает. Поэтому сердцевина не допускается в тонких досках и брусках, предназначенных для растянутых и изгибаемых элементов конструкций.

**Ядро**, или спелая древесина - внутренняя часть ствола дерева, состоящая из

омертвевших клеток. Ядро выделяется темным цветом, так как стенки клеток древесины ядра постепенно изменяют свой состав: у хвойных пород они пропитываются смолой, а у лиственных - дубильными веществами.

*Заболонь* состоит из колец более молодой древесины, окружающих ядро (или спелую древесину). По живым клеткам заболони растущего дерева перемещается влага с растворенными в ней питательными веществами. Древесина заболони имеет большую влажность, легко загнивает, вследствие значительной усушки усиливает коробление пиломатериалов.

**Древесные породы** делят на:

1) *ядровые*, имеющие ядро и заболонь (дуб, ясень, платан, сосна, лиственница, кедр и др.);

2) *спелодревесные*, имеющие спелую древесину (она не отличается по цвету от заболони) и заболонь (ель, пихта, осина, бук и др.);

3) *заболонные*, у которых отсутствует ядро и нельзя заметить существенного различия между центральной и наружной частями древесины ствола (береза, клен, ольха, липа).

*Хвойные породы*

*Сосна* - ядровая порода, ядро у нее обычно буро-красного цвета, а заболонь желтого. Древесина сосны мягкая (плотность 470-540 кг/м<sup>3</sup>) и прочная, легко обрабатывается. Так называемая «рудовая» сосна, растущая на возвышенных местах, песчаных и супесчаных почвах имеет мелкослойную плотную смолистую древесину. У «мяндовой» сосны, растущей на низменных глинистых почвах, древесина крупнослойная, рыхлая, с широкой заболонью и поэтому хуже, чем у «рудовой» сосны.

*Ель* применяют в строительстве наравне с сосной, хотя по качеству она уступает сосне. Ель имеет спелую древесину белого цвета с желтым оттенком, менее смолистую и более легкую, чем у сосны (плотность 440- 500 кг/м<sup>3</sup>). Вследствие большого количества твердых сучков ель трудно обрабатывать.

*Лиственница* имеет ядро красновато-бурого цвета, ее заболонь узкая и по окраске резко отличается от ядра. Древесина лиственницы плотная (плотность 630-790 кг/м<sup>3</sup>), твердая и прочная, менее подвержена гниению, чем древесина сосны. Поэтому лиственница особенно ценится в гидротехническом строительстве и мостостроении; из нее изготовляют шпалы, рудничные стойки.

*Кедр* имеет мягкую и легкую древесину, ее механические свойства ниже, чем сосны. Применяют в виде круглого леса и пиломатериалов, для столярных изделий и отделки мебели - в виде декоративной фанеры.

*Пихта* по древесине схожа с елью, но не имеет смоляных ходов. Легко загнивает, поэтому ее не применяют во влажных условиях эксплуатации.

*Лиственные породы*

*Дуб* имеет плотную (около 720 кг/м<sup>3</sup>), очень прочную и твердую древесину. Ядро темно-бурого цвета, резко отличается от желтоватой заболони. Многочисленные крупные сердцевинные лучи видны на всех разрезах и придают древесине дуба своеобразную текстуру. Дуб применяют в ответственных конструкциях (шпонки, нагели и т. п.) в гидротехнических сооружениях, мостостроении. Дубовый паркет, мебель, столярные изделия, ножевая фанера для столярно- отделочных работ - характерные области применения дуба. Особенно ценится мореный дуб черного или темно-серого цвета.

*Ясень* имеет тяжелую (660-740 кг/м<sup>3</sup>), гибкую и вязкую, но менее прочную

древесину, чем древесина дуба. Благодаря красивой текстуре ценится в мебельном производстве и столярно-отделочных работах.

*Ильмовые породы* (ильм, вяз, карагач) имеют прочную, твердую и гибкую древесину. большей частью их используют в столярном производстве для изготовления мебели и строганной фанеры.

*Береза* - заболонная порода, распространенная в наших лесах, имеет тяжелую (около  $650 \text{ кг/м}^3$ ) древесину, которая относительно легко загнивает в сырых и плохо вентилируемых местах. В больших количествах березу используют для изготовления фанеры, в качестве столярных изделий и отделочных материалов (ее легко имитировать под ценные породы). Для отделочных работ особую ценность представляет карельская береза со своеобразной извилистой и узловатой текстурой.

*Бук* - спелодревесная порода, ее древесина (белая красноватым оттенком) тяжелая (около  $650 \text{ кг/м}^3$ ) твердая, легко раскалывается. Древесина бука, как древесина березы, относительно легко загнивает. Применяют для производства паркета, мебели, фанеры.

*Граб* имеет древесину, похожую на буковую, но более тяжелую. Используют для тех же целей, что и бук.

*Осина* - заболонная порода, широко распространенная в наших лесах. Ее древесина - с зеленым оттенком, легкая ( $420\text{-}500 \text{ кг/м}^3$ ), мягкая, склонная к загниванию, служит исходным сырьем для изготовления фанеры, древесных плит.

*Ольха* - заболонная порода с мягкой древесиной склонной к загниванию. Используют в основном так, как и березу.

*Липа* - спелодревесная мягкая порода, предназначенная для изготовления фанеры, мебели, тары.

## 2.2 Физические и химические свойства древесины.

Строительные свойства древесины изменяются в широких пределах, в зависимости от её возраста, условий роста, породы дерева, влажности. В свежесрубленном дереве влаги –  $35\text{...}60\%$ , причём содержание её зависит от времени рубки и породы дерева.

**Спелость древесины** – достижение свойств древесины оптимальных для строительства. Спелость древесины наступает в зависимости от климата:  $80\text{...}200$  лет для деревьев хвойных пород и дуба,  $50\text{...}80$  лет для березы и  $40\text{...}60$  лет для осины.

**Средняя плотность** древесины зависит от породы. Плотность древесины разных пород и даже древесины одной и той же породы колеблется в широких пределах, так как строение и пористость растущего дерева зависят от почвы, климата и других природных условий. Например, плотность сосны –  $400\text{-}700 \text{ кг/м}^3$ , дуб –  $700 - 950 \text{ кг/м}^3$ , бук –  $600\text{-}900 \text{ кг/м}^3$ .

**Истинная плотность** древесины в среднем равна  $1,54 \text{ г/см}^3$ , так как древесина всех деревьев состоит в основном из одного и того же вещества – целлюлозы.

**Пористость** хвойных пород  $46\text{...}85 \%$ , лиственных –  $32\text{...}80 \%$ .

**Влажность древесины** выражают в % по отношению к массе сухой древесины. В древесине различают **связанную (гигроскопическую)** и **свободную (капиллярную)** влагу. Связанной называют в древесине воду, содержащуюся в ее клеточных стенках. Эта вода поглощается древесиной непосредственно из воздуха. В зависимости от влажности различают древесину:

- *мокрую* (длительное время находящуюся в воде, влажностью свыше 100 %), *свежесрубленную* (40-100 %), *воздушно-сухую* (долгое время хранившуюся на воздухе, влажностью 15-20 %;), *комнатно-сухую* (8-12 %), *абсолютно-сухую* (высушенную до постоянной массы при температуре  $103 \pm 2$  °С – влажностью около 0%.)

Для получения сравнимых данных о физико-механических показателях древесины, зависящих от влажности, введено понятие **стандартная влажность** древесины, ее значение – 12 %.

**Гигроскопичность**- способность сухой древесины поглощать влагу из окружающей среды или отдавать влагу более сухому окружающему ее воздуху.

При изменении влажности древесины от нуля до точки насыщения волокон, а затем от точки насыщения волокон до нуля происходит изменение объема древесины, ее плотности и прочности.

**Усушка древесины** – уменьшение размеров древесины при удалении из нее связанной воды.

**Разбухание древесины**- увеличение размеров древесины при поглощении ею связанной воды.

**Теплопроводность** сухой древесины определяется поперек волокон – 0,17...0,28 Вт/(м·°С). Вдоль волокон теплопроводность древесины, как правило, выше примерно в 2 раза.

**Цвет и текстура** древесины - характерные признаки той или иной породы. Цвет древесины зависит от многих факторов, например, от района и условий произрастания, от породы, возраста дерева и др. Текстура (рисунок) древесины зависит от наличия тех или иных волокон их величины, и взаимного расположения, причем в каждой плоскости разреза дерева своя текстура.

**Механические свойства.** Сопротивление древесины механическим воздействиям неодинаково в различных направлениях вследствие волокнистости строения. Механические свойства древесины зависят от породы древесины, ее влажности, наличия пороков. Прочность древесины определяют путем испытаний, чистых (без видимых пороков) образцов древесины. Прочность древесины характеризуется пределами ее прочности при сжатии, растяжении, статическом изгибе, скалывании и др.

Показатели прочности древесины должны быть пересчитаны на влажность 12 %, так как прочность древесины понижается, когда ее влажность возрастает от 0 до 30 % (до предела гигроскопичности), при этом в интервале влажности 8-20 % понижение прочности прямо пропорционально приросту влажности

$$R_{12} = R_w [1 + \alpha(W-12)](1),$$

где  $R_w$  - предел прочности образца с влажностью  $W$  в момент испытания;  $R_{12}$  - то же при влажности 12 %;  $\alpha$  - коэффициент снижения прочности древесины при увеличении ее влажности на 1 % , при сжатии и изгибе  $\alpha = 0,04$ , при скалывании  $\alpha = 0,03$ .

Предел прочности древесины с влажностью в момент испытания равной или больше предела гигроскопичности приводят к влажности 12 % по формуле

$$R_{12} = R_w k_{12}(2),$$

где  $k_{12}$  - пересчетный коэффициент, имеющий различные значения для разных пород и вида испытаний.

Предел прочности древесины при сжатии ( $R_{сж}$ ) вдоль волокон в 4-6 раз больше ее прочности поперек волокон. Прочность на изгиб ( $R_{изг}$ ) в среднем в 2,5 раза



превосходит соответствующий предел прочности при сжатии ( $R_{сж}$ ). Удельная прочность древесины при растяжении вдоль волокон ( $R_p/\rho$ ), например, у сосны 213 МПа, примерно такая же как у высокопрочной стали, 255 МПа и стеклопластика, 200 МПа.

Предел прочности при скалывании вдоль волокон для основных древесных пород составляет 6-13 МПа, а при скалывании поперек волокон в 3-4 раза больше.

В зависимости от значения твердости древесину подразделяют на мягкую (35-49 МПа), твердую (50-100 МПа) и очень твердую (более 100 МПа). Твердость древесины численно равна нагрузке, которая необходима для вдавливания в образец древесины половины металлического шарика диаметром 5,64 мм при этом площадь отпечатка – 1 см<sup>2</sup>. Мягкие породы – сосна, ольха, ель, пихта. Твердые породы – дуб, бук, граб, береза, лиственница и очень твердые – кизил, самшит. Твердые породы труднее обрабатываются, но обладают повышенной износостойкостью и лучше удерживают шурупы.

### **Химические свойства древесины**

Древесина состоит преимущественно из органических веществ (99% общей массы). Элементный химический состав древесины разных пород практически одинаков. Абсолютно сухая древесина в среднем содержит 49% углерода, 44% кислорода, 6% водорода, 0,1-0,3% азота. При сжигании древесины остаётся её неорганическая часть - зола. В состав золы входят кальций, калий, натрий, магний и другие элементы.

Перечисленные химические элементы образуют основные органические вещества: целлюлозу, лигнин и гемицеллюлозы.

**Целлюлоза** - природный полимер, полисахарид с длинной цепной молекулой. Формула целлюлозы  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , где  $n$  - степень полимеризации, равная 6000-14000. Это очень стойкое вещество, нерастворимое в воде и обычных органических растворителях (спирте, эфире и др.), белого цвета. Пучки макромолекул целлюлозы - тончайшие волокна называются микрофибриллами. Они образуют целлюлозный каркас стенки клетки. Микрофибриллы ориентированы преимущественно вдоль длинной оси клетки, между ними находится лигнин, гемицеллюлозы, а также вода.

**Лигнин** - полимер ароматической природы (полифенол) сложного строения; содержит больше углерода и меньше кислорода, чем целлюлоза. Именно с этим веществом связан процесс одревеснения молодой клеточной стенки. Лигнин химически нестойк, легко окисляется, взаимодействует с хлором, растворяется при нагревании в щелочах, водных растворах сернистой кислоты и её кислых солей.

**Гемицеллюлозы** - группа полисахаридов, в которую входят пентозаны  $(C_5H_8O_4)_n$  и гексозаны  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Формула гексозанов на первый взгляд идентична формуле целлюлозы. Однако степень полимеризации у всех гемицеллюлоз гораздо меньше и составляет 60-200. Это свидетельствует о более коротких цепочках молекул и меньшей стойкости этих веществ по сравнению с целлюлозой.

Целлюлозно-бумажная промышленность вырабатывает целлюлозу для изготовления бумаги, картона и целого ряда целлюлозных материалов (производных целлюлозы), а также древесноволокнистых плит.

## **2.3 Пороки древесины. Защита древесины от разрушения и возгорания.**

Предохранение древесины ГОСТом на лесоматериалы предусматривается их сортность. Дело в том, что древесина одной и той же породы может быть различной по своим свойствам и качествам. Качество древесины определяется рядом признаков, повышающих или понижающих ее механическую прочность или декоративность. Основное влияние на качество оказывают пороки древесины.

*Сучки* — неизбежный и наиболее распространенный порок древесины. Сучком называется заключенное в древесине ствола основание ветвей дерева. Сучки относятся к порокам потому, что нарушают однородность строения древесины: около них волокна изменяют свое направление, искривляются, что понижает прочность материала и затрудняет его обработку.

Важная группа пороков — деформации и растрескивания. Из этой группы чаще всего встречаются *трещины*. Они могут образовываться в растущем дереве в результате раскачивания его ветром (*метики, отлупы*) или вследствие повреждения ствола морозом (*морозобоины*). Часто трещины возникают при неправильном высушивании полноценной древесины, т. е. при высушивании древесины ниже точки насыщения волокон. Их называют *трещины-усушки*. Число и размеры трещин так же, как и сучков, влияют на сортность древесины. Поэтому замеряют длину, ширину и глубину трещин.

Часто встречается древесина с пороками строения. Сюда относится в первую очередь наклон волокон (*косослой*). Этот порок связан с неправильным развитием ствола во время роста и заключается в косом, винтообразном направлении волокон. К порокам формы ствола относятся свилеватость и крень.

*Свилеватость* — также результат неправильного развития ствола. Если в косослое имеет место винтообразное направление волокон, то в свилеватой древесине направление волокон волнистое.

*Крень* — местное изменение строения материала, связанное с резким односторонним утолщением годовых слоев на поперечном разрезе ствола. При крене сердцевина не занимает центрального положения. Годичные кольца оказываются смещенными в одну сторону за счет одностороннего разрастания ствола.

*Сбежистость* — это уменьшение диаметра круглых лесоматериалов от толстого к тонкому концу, превышающее нормальный сбеж, равный 1 см на 1 м длины бревна. Сбежистость увеличивает отходы при распиловке и лущении бревен, обуславливает появление радиального наклона волокон в пиломатериалах и шпоне, а следовательно, и снижение прочности этих материалов.

*Гниль* возникает в результате поражения древесины паразитирующими грибами. В сухой, влажностью до 20% древесине грибы не развиваются. Предохранить древесину от загнивания и увеличить срок службы в сооружении можно путем защиты ее от увлажнения, а также конструктивными мерами.

**Защита древесины от загнивания и поражения насекомыми.** Существует ряд конструктивных мер для предотвращения загнивания древесины — изоляция ее от грунта, каменной кладки, бетона, устройство проветривания деревянных конструкций, защита от атмосферных осадков лакокрасочными покрытиями или гидроизоляционными материалами. Но эти меры не всегда могут полностью предохранить древесину от увлажнения, и возникает необходимость в антисептировании деревянных материалов и изделий.

*Антисептики* — это химические вещества, которые убивают грибы, вызывающие гнили, или создают среду, в которой их жизнедеятельность прекращается. Антисептики должны обладать токсичностью только по отношению

к грибам и быть безвредными для людей и животных, не ухудшать качества древесины, по возможности не вызывать коррозию металлических креплений.

Антисептики подразделяют на водорастворимые, применяемые только в сухих условиях, главным образом внутри помещений, и нерастворимые в воде, маслянистые, применяемые для антисептирования шпал, столбов, свай; также применяют иногда препараты, растворимые в зеленом масле, мазуте, керосине и сольвент-нафте.

*К водорастворимым антисептикам* относятся: фтористый натрий NaF — порошок без запаха, белого цвета, применяемый в растворах 3... 4%-ной концентрации. При соприкосновении с известковыми, цементными и гипсовыми материалами фтористый натрий теряет свои токсические свойства. Кремнефтористый натрий — белый или серый порошок, применяется совместно с фтористым натрием или кальцинированной содой, а также в силикатных пастах. Кремнефтористый аммоний — белый порошок более высокой токсичности, чем фтористый натрий; повышает огнестойкость древесины, но вызывает слабую коррозию металла. Препарат ББК-3—смесь борной кислоты и буры, хорошо растворяется в воде, для людей практически безвреден. Препараты ХХЦ (смесь хлористого цинка и хромпика) и МХХЦ (смесь хлористого цинка, хромпика и медного купороса) трудно вымываются водой, но окрашивают древесину в желто-зеленый цвет и вызывают коррозию металлов. Препарат ГР-48 — антисептик на основе пентахлорфенола, применяют в растворе 1... 1,5%-ной концентрации для поверхностной защиты пиломатериалов, например от синевы, и плесени.

*К маслянистым антисептикам* относятся: антраценовое, креозотовое и сланцевое масла. Это темно-коричневые жидкости с резким запахом и сильными токсическими свойствами. Они не растворяются в воде, не вызывают коррозию металла, но скрашивают древесину в бурый цвет. Применяются для пропитки шпал, деталей мостов, свай, деревянных подводных конструкций и др. Нельзя применять в жилых помещениях.

*К органикорастворимым антисептикам* относятся препараты типа ПЛ (растворы пентахлорфенола) и НМЛ (растворы нафтената меди в легких нефтепродуктах); они окрашивают древесину в зеленый цвет, затрудняют ее склеивание, являются высокотоксичными антисептиками.

Применяют также антисептические пасты, приготовляемые из фтористого натрия, связующего вещества (битума, глины, жидкого стекла и др.) и наполнителя (например, торфяного порошка); пастами защищают элементы древесины с повышенной влажностью (выше 40%), а также концы балок в каменных стенах, столбы и др. Элементы открытых сооружений, обработанных пастой, защищают гидроизоляционным покрытием.

Для борьбы с дереворазрушающими насекомыми используют главным образом химические средства, ядовитые вещества, убивающие насекомых и их личинки. Древесину обрабатывают опрыскиванием, обмазкой, пропиткой, опылением порошками или окуриванием газами. Можно использовать маслянистые и органикорастворимые антисептики, а также специальные инсектициды — хлорофос (диметилтрихлорксиэтилфосфонат), порошок и пасту ДДТ, дуст, а также некоторые газы (хлорпикрин).

**Защита древесины от возгорания.** Древесина относится к легковозгораемым материалам. Ее возгорание происходит при температуре 260... 290С, а при нагревании выше 350°С она может воспламениться из-за

выделяющихся газов, поэтому деревянные конструкции удаляют от источников нагревания; деревянные элементы покрывают штукатуркой или облицовывают негоряемыми материалами (например, асбестоцементными); окрашивают огнезащитными красками или пропитывают специальными веществами — антипиренами.

Огнезащитное действие антипиренов основано на том, что при нагревании древесины одни из них образуют оплавленную пленку на поверхности древесины, а другие — выделяют негорючие газы, оттесняющие воздух и выделяемые деревом при нагревании горючие газы от поверхности древесины. В качестве антипиренов применяют буру, хлористый аммоний, фосфорнокислый натрий и аммоний, сернокислый аммоний. Обработка антипиренами производится теми же способами, что и антисептирование.

## 2.4 Материалы, изделия и конструкции из древесины. Эстетические характеристики формы, цвета и текстуры дерева.

Применяемые в строительстве древесные материалы можно разделить на три группы: круглые лесоматериалы, пиломатериалы (пиленный сортимент), изделия и полуфабрикаты.

**Круглые лесоматериалы** — отрезки древесных стволов, очищенные от коры и сучьев. В зависимости от диаметра верхнего торца (вершины) круглые лесоматериалы подразделяют на бревна, подтоварники и жерди.

*Бревна* имеют диаметр верхнего торца не менее 14 см и длину 4...6,5 м. Их подразделяют на строительные и пиловочные. Строительные бревна применяют для несущих строительных конструкций (стропил и ферм, для свай и пролетных строений деревянных мостов). Пиловочные бревна используют для изготовления пиломатериалов. В строительстве чаще применяют бревна хвойных пород (сосны, ели, лиственницы), реже лиственных пород (дуба, березы, осины), которые используют для подсобных вспомогательных работ. В фанерном производстве используют преимущественно березовые, ольховые и осиновые кряжи (кряжи — толстые обрезки ствола дерева диаметром более 20 см). По качеству бревна подразделяются на три сорта. Определение сорта зависит от наличия в бревнах пороков древесины. Бревна должны быть очищены от сучьев заподлицо с поверхностью, торцы — опилены под прямым углом к продольной оси.

*Подтоварник* — менее толстые отрезки ствола с диаметром верхнего торца 8...13 см и длиной 3...9 м. Применяют его для различных целей в жилищном и сельскохозяйственном строительстве, для вспомогательных и временных построек.

*Жерди* — тонкий кругляк с диаметром верхнего торца 3...7 см, длиной 3...9 м. Хранят круглый лес в штабелях по породам, сортам и длине.

С развитием индустриального строительства применение необработанных лесоматериалов постоянно сокращается.

**Пиломатериалы** получают при продольном распиле пиловочных бревен. Материалы с опиленными кромками называют обрезными, с неопиленными — необрезными. Пиломатериалы с частично обработанной кромкой называют полуобрезными. На рис.3 представлены различные виды пиломатериалов. По форме поперечного сечения их подразделяют на брусья, бруски, доски, пластины, четвертины и горбыли.

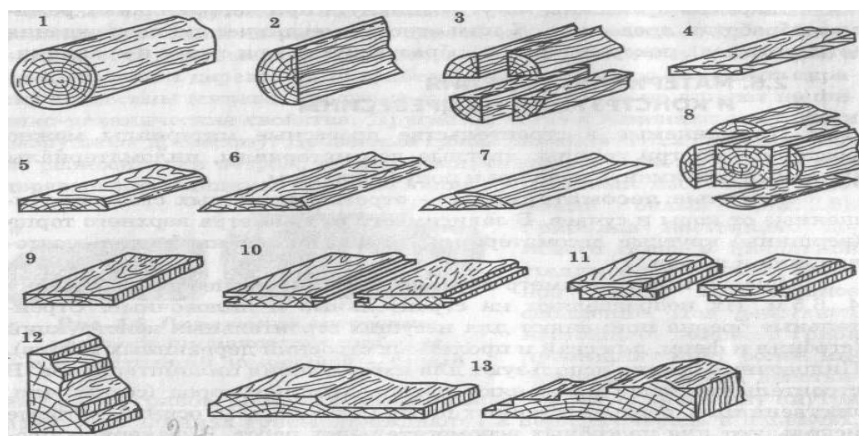


рис. 3. Виды пиломатериалов: 1 — строительное бревно; 2 — пластина; 3 — четвертины; 4, 5 — обрезные доски; 6 — необрезная доска; 7 — горбыль; 8 — брус; 9 — доска, строганная с четырех сторон; 10 — шпунтованные доски с пазом и гребнем; 11 — фальцованные доски; 12 — плинтус; 13 — наличники.

Брусья имеют толщину и ширину более 100 мм. Их подразделяют на четырехкантные (опиленные с четырех сторон) и двухкантные (опиленные с двух противоположных сторон по параллельным плоскостям). Изготавливают брусья в основном из хвойных пород. Применяют их для устройства междуэтажных перекрытий, стропил и т.п.

Бруски имеют толщину менее 100 мм, отношение ширины к толщине не более двух, форма поперечного сечения бруска близка квадрату. Толщина брусков 50, 60, 75 и 100мм, ширина от 50 до 200мм, длина от 1 до 6,5м. Из брусков изготавливают элементы деревянных конструкций, столярные изделия.

*Досками* называют пиломатериал, имеющий ширину, превышающую двойную толщину.

Если все четыре канта доски обработаны и в сечении доска представляет правильный прямоугольник, она называется обрезной. При наличии спиленных кромок (обзолов) доска называется необрезной. Толщина досок 13...100, ширина 80...250 мм. Доски хвойных пород имеют длину до 6,5 м, лиственных — 5 м с градацией через 0,25 м. Доски тоньше 32 мм называют тонкими, или тесом, при толщине 40 мм и более — толстыми. Доски и бруски разделяют на пять сортов: отборный, 1, 2, 3 и 4-й. В столярном деле используют первый и второй сорта, в строительстве — все сорта.

*Пластина* — половина бревна, полученная при продольном распиливании.

*Четвертина* — одна четвертая часть бревна, полученная при распиливании по двум взаимно перпендикулярным направлениям.

*Горбыль* — крайние спилы, получаемые при распиле бревен на доски или брусья.

Пластины, четвертины и горбыли применяют в строительстве в качестве вспомогательных и подсобных материалов.

Пиломатериалы хранят в штабелях, защищая сверху и с боков от снега и дождя, транспортируют обычно на железнодорожных платформах.

**Изделия и полуфабрикаты из древесины.** Из пиломатериалов хвойных и лиственных пород древесины изготавливают широкую номенклатуру изделий и полуфабрикатов, к которым можно отнести строганные погонажные изделия, изделия для паркетных полов, столярные плиты, оконные и дверные блоки, фанеру и др.

*Строганные погонажные изделия* включают строганные доски шпунтованные, профильный погонаж (измеряют погонными метрами).

Шпунтованные доски на одной кромке имеют паз, на второй — выступ или шпунт, что обеспечивает плотное соединение досок при устройстве полов. Размеры шпунта и паза строго согласованы: форма их может быть прямоугольной, треугольной, трапециевидальной и сегментной.

К профильным изделиям из древесины, имеющим широкое применение, относят плинтусы и галтели, используемые для заделки углов между полом и стенами, наличники, применяемые для оформления дверных и оконных коробок, поручни для лестничных перил, раскладки, доски подоконные и др.

Погонажные изделия изготавливают длиной 2,1 м и более с градацией через 100 мм. Погонажные изделия могут быть цельными и составными как по длине, так и по сечению. Соединение выполняется на клею.

К этой же группе можно отнести рейки для обшивки стен и потолков: фальцованные доски, вагонная обшивка («вагонка»). Они отличаются повышенной гладкостью поверхности и имеют пазы и фальцы для более плотного соединения кромками. Строганные доски, имеющие пазы и фальцы, называют соответственно пазованными и фальцованными.

*Вагонка* — доски сечением 22х99 и 40х110 мм с пазом и гребнем на кромках.

**Изделия для паркетных полов.** Покрытие полов паркетом было известно еще в XVIII в. Это были полы высокого качества с мозаичным рисунком из ценных древесных пород во дворцах, богатых домах и усадьбах. В современной строительной практике используют следующие виды паркетных покрытий: штучный паркет, мозаичный (наборный), щитовой и паркетные доски.

Штучный паркет (ГОСТ 862.1—85) предназначен для устройства полов в помещениях различного назначения и состоит из отдельных планок твердых древесных пород: дуба, бука, ясеня, лиственницы, клена и др.

*Мозаичный паркет* (ГОСТ 862.2—85) применяют в жилых и общественных зданиях. Мозаичный паркет делят на типы П<sub>1</sub> и П<sub>2</sub>. На мозаичном паркете П<sub>1</sub> планки наклеены лицевой поверхностью на бумагу, которую снимают вместе с клеем после настилки паркета на основание пола. На паркете П<sub>2</sub> планки наклеены для образования ковра обратной стороной на эластичный биостойкий теплозвукоизоляционный материал, который остается в конструкции пола после настилки паркета. В качестве эластичного материала используют битуминизированные древесно-волокнистые плиты, плиты из резиновой крошки и другой материал. Размеры щитков 400х400 и 600х600 мм, толщина планок из дуба и бука 8 мм, из сосны и лиственницы 12 мм.

Щитовой паркет имеет основание из досок и брусков, на которое наклеивают паркетные планки. Размеры щитов 650х650; 850х850 мм. Подбирая планки по цвету, текстуре и взаимному расположению, можно получить разнообразные рисунки паркетных полов.

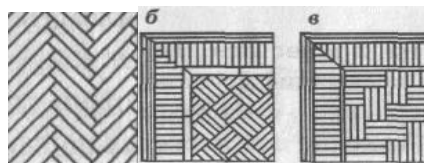


рис. 4 Варианты паркетного рисунка:  
а — без фриза; б — с фризом и накладкой; в — с фризом и жилкой

Паркетные доски (ГОСТ 862.3—86) предназначены для устройства полов в жилых помещениях и состоят из паркетных планок, которые наклеены с определенным рисунком на основание. На кромках и торцах имеют пазы и гребни для соединения между собой.

Размеры паркетных досок, мм: длина 1200, 1800, 2400, 3000; ширина 137, 145, 155, 160, 200; толщина 5, 18, 23, 27 мм. Основание паркетной доски делают из реек древесины сосны, ели, лиственницы, березы, ольхи и других пород. Лицевую поверхность паркетных досок покрывают лаком.

Влажность древесины всех видов паркета должна быть  $8 \pm 2\%$ .

**Шпон** — тонкие срезы древесины заданной толщины. В зависимости от технологии получения шпон бывает строганый и лущеный.

Строганый шпон получают на фанерострогальных станках. Толщина строганого шпона 0,6...1 мм. Для его изготовления используют как ценные породы древесины (карельская береза, лимонное и красное дерево, орех), так и обычные (дуб, ясень, каштан, береза).

Лущеный шпон получают на лущильных станках путем срезания слоя древесины в виде непрерывной широкой ленты с вращающегося предварительно распаренного кряжа и последующего раскраивания на форматные листы. Толщина лущеного шпона 0,55...1,5 мм. Лущеный шпон изготавливают из березы, ольхи, бука, дуба, ясеня, липы, сосны, лиственницы, кедра.

**Строительная фанера** широко используется как в ограждающих, так и несущих конструкциях (балках, фермах, арках, рамах) благодаря высоким конструкционным свойствам. Кроме того, фанера — эффективный материал для стен, перегородок, потолков, полов, изготовления встроенной мебели, многооборотной инвентарной опалубки, отделки интерьеров общественных зданий.

К столярным изделиям относят оконные и дверные блоки.

Оконные и дверные блоки поступают на стройку в полной готовности с навешенными полотнами и створками, окрашенными и застекленными. При перевозке и кратковременном хранении изделия следует защищать от увлажнения.

**Деревянные клееные конструкции** изготавливают на деревообрабатывающих заводах и комбинатах и доставляют на строительные объекты в готовом виде.

Клееные детали из древесины применяют в покрытиях, перекрытиях, мостах в качестве балок прямоугольного и двутаврового сечения, а также в виде арок и частей металлодеревянных ферм, в виде криволинейных и прямолинейных балок верхних поясов ферм и элементов решетки, рам, стоек и свай. Клееные деревянные конструкции изготавливают из пиломатериалов хвойных пород, иногда с применением строительной фанеры (склеенной водостойкими клеями). Соединение составных частей элементов конструкций осуществляется в зависимости от характера работы на болтах, хомутах, скобах, врубках, шпонках, нагелях или на синтетических клеях.

На рис. 5 приведены различные типы клееных деревянных конструкций.

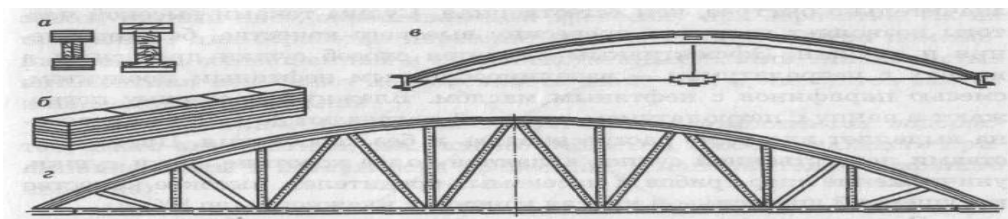


рис. 5. Виды клееных изделий:

*а — двутавровые балки; б — блок из досок; в — клееная арка из полуарок; г — клееная ферма*

К свойствам, характеризующим внешний вид древесины, относят цвет, блеск, текстуру и запах.

**Цвет** древесины как определенное зрительное ощущение зависит спектрального состава отраженного светового потока. Цвет различных древесных пород изменяется от белого до черного со всевозможными оттенками и определяется многими факторами, среди которых особое значение имеет область произрастания дерева. Чем ближе к экватору, тем ярче и интенсивнее окраска даже у деревьев одной породы. Например, заболонь становится светлее, а ядро темнее.

**Блеск** древесины — *способность направленно отражать световой поток*. Лучшим блеском обладают гладкие плотные материалы, древесина же характеризуется пористым строением и поэтому слабым матовым блеском. Более выраженный блеск имеют сердцевинные лучи на радиальных разрезах, так как их клетки плотно прилегают друг к другу. Выраженным блеском обладают бархат амурский и осина.

**Текстура** — рисунок, образующийся на поверхности древесины при перерезании анатомических элементов. Текстуру формируют годовичные слои с разной окраской, сердцевинные лучи, сосуды, капы или наросты.

Более или менее выраженный специфический **запах** древесине придают находящиеся в ней эфирные масла и смолы. Часто запах служит признаком определения породы. Так, характерным запахом обладают сандаловое, розовое, земляничное дерево, хвойные породы и др.

### **Лекция 3 Природные каменные материалы.**

Содержание

- 3.1 Классификация горных пород.
- 3.2 Породообразующие материалы.
- 3.3 Горные породы, применяемые в строительстве.
- 3.4 Добыча и обработка природных каменных материалов.
- 3.5 Материалы и изделия из природного камня.
- 3.6 Способы повышения долговечности природных каменных материалов и изделий.
- 3.7 Свойство каменных материалов, влияющих на качество и срок эксплуатации конструкций.

#### **3.1 Классификация горных пород.**

*Горная порода* — это крупное скопление, сложенное из одного или нескольких минералов (моно- или полиминеральные породы), характеризующееся достаточно постоянным составом, строением и свойствами. Минеральный состав и структура определяют свойства горной породы.

Основой классификации горных пород является их происхождение — генетическая классификация. Условия образования горных пород определяют их химико-минералогический состав, кристаллическое строение и структуру. В свою очередь от этих показателей зависят основные физико-технические свойства горных



пород, и они являются исходными при выборе и технико-экономической оценке природных каменных материалов. *Минерал* (от лат. *minera* – руда) – природное тело, однородное по химическому составу, строению и свойствам, образующееся в результате физико-химических процессов на поверхности и в глубинах земли. Минералы в подавляющем большинстве – твёрдые тела: кристаллические и аморфные, в природе известно более 3 тысяч минералов, но лишь немногие из них образуют крупные скопления, такие минералы называют породообразующими.

Каждый минерал обладает комплексом только ему присущих свойств и признаков таких как: химический состав и строение, плотность, твёрдость, спайность, оптические свойства (блеск, цвет, светопреломление и др.). По этим признакам идентифицируют минералы

В зависимости от условий формирования горные породы делятся на три группы: магматические, осадочные и метаморфические.

### Классификация горных пород

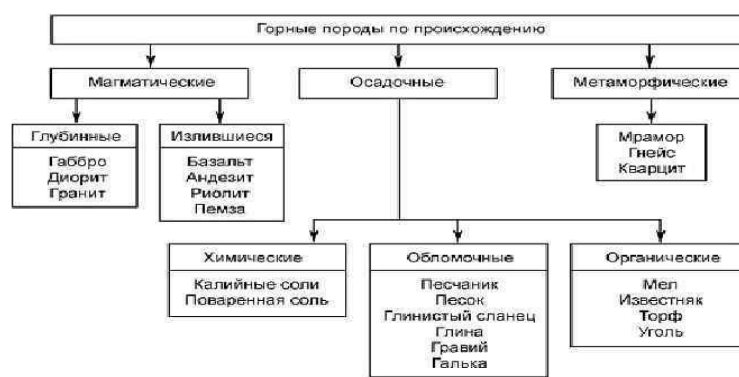


рис. 6 – Классификация горных пород

По происхождению все горные породы подразделяются на магматические, осадочные и метаморфические.

Магматические горные породы образуются при охлаждении и затвердевании магматического расплава на разных глубинах или на поверхности Земли. Подклассы: глубинные и излившиеся.

Осадочные горные породы формируются в результате разрушения любых по происхождению пород (осадочных, магматических или метаморфических), переотложения продуктов разрушения на поверхности Земли (в морях, океанах, на суше и т. д.) и последующего преобразования — диагенеза.

Метаморфические горные породы возникают на разных глубинах при воздействии на них высоких температур и давлений, а также газов и флюидов. Делят по степени метаморфизма.

Условия образования горных пород определяют их минералогический состав и общий характер строения. Именно от состава и структуры зависят их основные свойства, а следовательно, применение в строительстве.

### 3.2 Породообразующие материалы.

*Минералы группы кремнезема  $SiO_2$*  – ряд минералов представляющих собой модификации диоксида кремния – кварц, опал и халцедон.

*Кварц* – наиболее распространенная разновидность кремнезёма является существенной составной частью многих горных пород (гранита, кварцита, песка и др.), обладает исключительно высокой прочностью при сжатии (до 2000 МПа) и высокой для хрупких материалов прочностью при растяжении (около 100 МПа), высокой твёрдостью (по шкале твёрдости – 7) и химической стойкостью, цвет молочно-белый, крупные прозрачные кристаллы кварца называют горным хрусталём, окрашенные в лиловый цвет – аметистом.

*Опал* – гидрат окиси кремния  $SiO_2 \cdot n \cdot H_2O$ , содержит 2-14% воды, встречается в породах органогенного происхождения: диатомитах, трепеле и др.

*Халцедон* – разновидность кварца, содержащая до 1,5% воды и примеси оксидов железа и алюминия.

*Полевые шпаты* – самые распространенные минералы, составляющие более 50% от массы изверженных пород (гранитов, сиенитов, габбро и др.) Главными разновидностями полевых шпатов являются: ортоклаз (прямораскалывающийся); плагиоклазы (косораскалывающийся).

Твёрдость полевых шпатов – 6-6,5; прочность и стойкость несколько ниже, чем у кварца. Цвет полевых шпатов зависит от примесей и чаще всего бывает от белого до тёмно-серого и от светло-розового до тёмно-красного.

*Железисто-магнезиальные силикаты* – тёмноокрашенные минералы, входящие в состав изверженных пород (габбро, базальты, диабазы и др.). Наиболее распространённые минералы этой группы – пироксены, амфиболы, роговая обманка и оливин.

*Слюды* – группа минералов обладающих спайностью в одной плоскости, т.е. легко расщепляющиеся на тончайшие пластинки. Среди слюд наиболее распространены мусковит и биотит.

*Мусковит* – прозрачная калиевая слюда. Мусковит применяют в качестве электроизоляционного высокотемпературного материала, защитной косынки для рубероида, а также добавляют в составы огнеупорных красок и декоративных растворов.

*Биотит* – тёмная железистомагнезиальная слюда, в строительстве применяется разновидность – вермикулит. При нагревании до 900 – 1000°C вспучивается, увеличиваясь в объёме в 15-20 раз. Вспученный вермикулит применяют для изготовления тепло – и звукоизоляционных материалов.

*Асбест* – группа минералов, водных силикатов магния и железа, кристаллы которых представляют собой, тончайшие волокна, легко поддающиеся распушке. В России находятся крупнейшие в мире месторождения наиболее ценного вида асбеста – хризотиласбеста, используемого при производстве асбестоцементных изделий.

*Глинистые минералы* – группа водных силикатов алюминия. Они образуются в результате выветривания полевых шпатов в виде очень мелких частиц размером не более 0,01 мм, которые в свою очередь представляют агрегаты мельчайших кристаллов. Глинистые минералы гидрофильны и при увлажнении образуют пластичное тело.

*Карбонаты* – группа минералов, представляющая собой соли угольной кислоты. Встречаются в основном в осадочных породах. Стойкость минералов невысокая. Основные представители – кальцит, магнезит и доломит.

*Кальцит*  $CaCO_3$  – один из наиболее распространённых минералов поверхностного слоя земной коры. Он хрупок, при раскалывании всегда образует кристаллы в виде косых параллелепипедов. Кальцит без примесей – прозрачный,

легко разлагается кислотами с бурным выделением углекислого газа, растворяется в воде насыщенной  $CO_2$ . При нагревании выше  $85^\circ C$  кальцит разлагается на  $CaO$  и  $CO_2$ . Породы, сложенные из кальцита (мел, известняк, мрамор), характеризуются низкой химической и атмосферостойкостью.

*Магнезит*  $MgCO_3$  по свойствам близок к кальциту, но встречается реже. Образует породу того же названия.

*Доломит*  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$  – распространённый минерал, по свойствам занимает промежуточное положение между кальцитом и магнезитом.

*Сульфаты* – минералы, представляющие соли серной кислоты. В строительстве применяется гипс, ангидрит и реже барит.

*Гипс*  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  – очень мягкий минерал. В чистом виде прозрачный, но обычно окрашен примесями в светло-серый, желтоватый или розовый цвет. В природе встречается как самостоятельная порода и как цементирующее вещество в природных конгломератах.

*Ангидрит*  $CaSO_4$  – безводная разновидность гипса – существует в нескольких кристаллических формах. Цвет светло-серый, серо-голубой; за счёт полупрозрачности, даёт эффект свечения изнутри.

*Барит*  $BaSO_4$  – бесцветные или белые кристаллы. Его применяют в бетонах и растворах для защиты от ионизирующего излучения.

### 3.3 Горные породы, применяемые в строительстве.

#### Магматические породы

**Глубинные породы** – характерны: кристаллическая структура, отсутствие пор, высокая прочность, твёрдость и морозостойкость. К ним относятся: граниты, сиениты, габбро и диориты.

**Гранит** – зернисто-кристаллическая порода, сложенная из трёх минералов: кварца (20-40%), полевых шпатов (40-70%) и слюды (5-20%), имеет высокую прочность при сжатии – 100-250 МПа, а при растяжении, как и других каменных материалов в 30-40 раз ниже.

Граниты – твёрдые породы (твёрдость более 6) имеют высокую химическую стойкость. Их цвет бывает чаще всего серым, розовым или тёмно-красным, хорошо полируются, приобретая декоративный вид.

**Сиениты** – аналоги гранита, но без кварца, обладают теми же свойствами и областью применения.

**Диориты** – тёмно-серая мелкокристаллическая порода, состоящая в основном из полевых шпатов (около 75%) и тёмноокрашенных минералов. Отличается повышенной ударной вязкостью. Применяется как облицовка и в дорожном строительстве (брусчатка и т.п.).

**Габбро** – крупнокристаллическая порода, образовавшаяся из основной магмы, обладает высокой морозостойкостью и стойкостью против выветривания, как правило, тёмно-серого, тёмно-зелёного до чёрного цвета, хорошо полируется и имеет красивую текстуру.

**Излившиеся плотные породы** имеют порфиристую (неравномерно-зернистую) структуру, когда в общей аморфной массе вкраплены кристаллы какого-либо минерала.

**Базальт** – самая распространённая излившаяся порода от тёмно-серого до чёрного цвета. По прочности на сжатие базальт превосходит габбро – 500 МПа. Базальты твёрдые, но хрупкие породы, что затрудняет их обработку.

Плотные излившиеся породы менее декоративны и менее стойки к выветриванию, чем глубинные, применяют в виде щебня для бетона, отсыпки железнодорожных путей, а также в качестве сырья для каменного литья и получения высококачественной минеральной ваты.

#### **Излившиеся пористые породы**

**Пемза** – очень пористая лёгкая порода в виде кусков размером 5-100мм. Большая пористость (до 80%) обуславливает низкую теплопроводность. Прочность при сжатии 2-4 МПа позволяет использовать для получения лёгких бетонов, а в молотом виде как добавка к цементам и в качестве абразивного порошка.

**Вулканические туфы** – образовавшаяся из вулканических пеплов порода, которая омонолитилась в результате стекания массы, сохранившей высокую температуру, а также в результате природной цементации. Это пористая порода (30-60%), с замкнутыми порами, что обуславливает его высокую морозостойкость. Прочность туфа зависит от пористости и составляет 2-20 МПа, теплопроводность в 1,5-2 раза ниже, чем у кирпича. Цвет туфов не яркий, основные оттенки красно-оранжевые до коричневато-лиловых, используют как облицовочный материал и для кладки стен, в тонкомолотом виде как добавка к цементам.

#### **Осадочные породы**

**Обломочные, осадочные породы** могут быть рыхлые как гравий, песок, глина и цементированные – те же рыхлые осадки, частицы которых склеены под действием минерализованных грунтовых вод и давления, вышележащих горных пород (брекчии, конгломераты, песчаники).

**Песок** – преобладающий минерал кварц, т.к. при выветривании гранита кварц оказывается самым твёрдым и химически стойким минералом, не подвергающимся разрушению.

**Глина**, источник образования – полевые шпаты, самые распространённые минералы изверженных пород.

**Песчаники** – зёрна кварцевого песка, цементированные природным цементом, например, карбонатом кальция, водным кремнеземом, гипсом и т.п., путём постепенного осаждения на зёрнах песка цементирующего вещества из воды, в зависимости от цементирующего вещества называют известковыми, кремнистыми и т.д. Цвет песчаников зависит от цвета цементирующего вещества, плотность – 2300-2500 кг/м<sup>3</sup>, прочность – от 10 до 100 МПа. Песчаники используют для фундаментов, подпорных стенок, тротуаров, а особо стойкие для облицовок, а также для приготовления щебня для бетонов и дорожных покрытий.

**Конгломераты и брекчии** – породы, состоящие из цементированных крупных зёрен гравия (конгломераты) или из остроугольных с шероховатой поверхностью зёрен щебня (брекчии), с областью использования, как и у песчаников.

**Органические осадочные породы** в основном состоят из карбоната кальция  $CaCO_3$  и реже из аморфного кремнезема  $SiO_2$ . Главные породы в этой группе – известняки различного вида, широко используемые в строительстве.

**Известняки плотные** – распространённая горная порода, состоящая в основном из кальцита  $CaCO_3$ , цвет в зависимости от примесей: белый, светло-серый, серовато-кремовый или желтоватый.

Плотность известняков 2000-2600 кг/м<sup>3</sup>, прочность при сжатии сравнима с прочностью бетона 10-100МПа, твёрдость небольшая – 3-3,5, что позволяет легко добывать и обрабатывать известняк. Известняки – одна из самых распространенных пород в строительстве, издавна использовались для возведения зданий и их

облицовки, из известняков делались фундаменты. Самый распространённый щебень – известняковый (для бетонов и дорожных покрытий). Известняк – сырьё для получения извести и цемента, однако абсолютно не стойкий к воздействию кислых сред.

*Известняк – ракушечник* – пористая порода, состоящая из раковин и панцирей моллюсков, сцементированных известковым цементом, имеет низкую теплопроводность и легко поддаётся распиловке. Используется в виде камней и блоков как местный стеновой материал, декоративные разновидности ракушечника применяют как облицовочный материал.

*Мел* – горная порода, состоящая из мельчайших обломков раковин и скелетов морских микроорганизмов, представляет собой почти чистый кальцит  $CaCO_3$ . Используют при производстве извести, цемента, стекла, а благодаря высокой дисперсности для приготовления красок и шпатлёвок.

*Диатомиты и трепелы* – рыхлые породы белого, серого или желтоватого цвета, в основном состоящие из аморфного кремнезема  $SiO_2$  и  $H_2O$ . По внешнему виду и физическим свойствам похожи на мел, образовались из остатков мельчайших водорослей, а так же кремневых скелетов морской микрофауны с примесью глины и ила. Под давлением вышележащих слоёв горных пород диатомиты и трепелы уплотнились и превратились в плотную, прочную и трудноразмокающую в воде породу – опоку. В диатомите и трепеле до 75-95% активного кремнезема, поэтому их применяют как гидравлическую добавку к вяжущим и производстве теплоизоляционных материалов.

*Хемогенные осадочные породы* – это гипс, ангидрит, известковый туф, магнезит и доломит, образовались, главным образом, при испарении вод, содержащих минеральные соли.

*Гипс* – порода обычно белого или серого цвета, состоящая из минерала того же названия, используют как сырьё для получения гипсовых вяжущих.

*Ангидрит* – плотная горная порода, состоящая преимущественно из минерала ангидрита  $CaSO_4$ , цвет белый с голубым или серым оттенком. Используют для получения вяжущих для внутренней отделки и скульптурных работ. На открытом воздухе быстро выветривается, переходя в гипс.

*Известковый туф* образовался в результате выпадения  $CaCO_3$ , из источников подземных углекислых вод. Туфы пористы и имеют ноздреватое строение, легко поддаются распиловке и используются для внутренней облицовки помещений, улучшая их акустические свойства.

*Магнезит* – состоит в основном из минерала магнезита  $MgCO_3$ , используют для получения огнеупоров и магнезиальных вяжущих.

*Доломит* – порода, состоящая в основном из минерала доломита  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ , с примесью глины, оксидов железа и др. По структуре и физическим свойствам близок к плотным известнякам, поэтому его применяют в качестве строительного камня и щебня для бетона.

### **Метаморфические породы**

*Мрамор* – метаморфизированный известняк, состоящий из плотно сросшихся без цементирующего вещества между собой кристаллов кальцита ( $CaCO_3$ ), иногда с примесью доломита ( $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ ), при огромном многостороннем давлении в условиях повышенных температур. Мрамор имеет высокую плотность 2600-2800 кг/м<sup>3</sup> и прочность при сжатии 50-300 МПа, водопоглощение менее 1%, твёрдость 3-3,5, что облегчает его обработку.

Мрамор может быть как чисто белого цвета, так и самых разнообразных цветов с характерным «мраморовидным» рисунком, хорошо полируется, широко применяется для отделки зданий и общественных сооружений. Не рекомендуется для полов с большой интенсивностью эксплуатации (истираемостью) и для наружной облицовки зданий, т.к. кальцит не стоек к действию влаги и кислотных оксидов (в том числе и  $\text{CO}_2$ ), содержащихся в атмосфере городов, быстро теряет полировку и разрушается с поверхности.

*Кварциты* – метаморфизированные кремнистые песчаники, в которых кристаллы кварца непосредственно срослись между собой, стойки к выветриванию, имеют высокую прочность при сжатии – до 400 МПа и плотность 2600-2700 кг/м<sup>3</sup>. Из-за большой твёрдости около 7, трудно обрабатываются. Цвет кварцитов белый, красный, тёмно-вишнёвый, применяются в ответственных частях зданий и сооружений, для облицовки, а так же в виде щебня для бетона и сырья для получения огнеупоров.

*Глинистый сланец* образовался из глин в результате перекристаллизации в условиях одноосного давления и повышенных температур, имеет тёмно-серый цвет и легко раскалывается на плоские плитки, называемые шифером, использовались в качестве долговечного кровельного материала.

*Гнейсы* – слоистая порода, образовавшаяся в результате перекристаллизации гранитов и других магматических пород при одноосном давлении, имеют слоистое (сланцевое) строение, что облегчает их добычу и обработку, но снижает стойкость к выветриванию. Раскалываются по слоям слюды

### 3.4 Материалы и изделия из природного камня.

Природные каменные материалы подразделяются на сырьевые (полуфабрикаты) и готовые материалы и изделия. Это подразделение в некоторой степени условное, так как отдельные материалы могут быть полуфабрикатами и фабрикатами. Так, щебень для бетонов выступает как полуфабрикат. Он же, применяемый для балластного слоя железнодорожного пути, является готовым материалом.

К сырьевым материалам относятся щебень, гравий и песок, применяемые в качестве заполнителей для бетонов и растворов; известняк, мел, гипс, доломит, магнезит, глина, мергели и другие горные породы – для изготовления строительной извести, гипсовых вяжущих, магнезиальных вяжущих, портландцементов.

Готовые каменные материалы и изделия подразделяются на материалы и изделия для дорожного строительства, для мостов и тоннелей, гидротехнических сооружений, стен и фундаментов, облицовки зданий и сооружений.

**Каменные материалы для дорожного строительства.** К ним относят булыжный, колотый, брусчатый и бортовые камни; щебень, гравий, песок. Их получают из изверженных и прочных осадочных горных пород. К этой группе следует отнести также скальные и нескальные грунты.

**Булыжный камень** представляет собой зерна горной породы с овальными поверхностями размером до 300 мм.

**Колотый камень** должен иметь форму, близкую к многогранной призме или усеченной пирамиде с площадью лицевой поверхности не менее 100 см<sup>2</sup> для камней высотой до 160 мм, не менее 200 см<sup>2</sup> при высоте до 200 мм и не менее 400 см<sup>2</sup> при высоте до 300 мм. Верхняя и нижняя плоскости камня должны быть параллельными.

Колотый камень изготавливают из хорошо обрабатываемых горных пород с пределом прочности при сжатии не менее 100 МПа.

Булыжный и колотый камни применяют для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог, крепления откосов насыпей и каналов.

**Камень брусчатый** для дорожных покрытий имеет форму прямоугольного параллелепипеда. По размерам подразделяется на высокий (БВ) длиной 250, шириной 125 и высотой 160 мм, средний (БС) с размерами соответственно 250, 125, 130 мм и низкий (БН) с размерами 250, 100 и 100 мм. Верхняя и нижняя плоскости камня параллельные, боковые грани для БВ и БС сужены на 10 мм, для БН – на 5 мм. Изготавливают его из гранита, базальта, диабазы и других горных пород с пределом прочности при сжатии 120–140 МПа. Применяют для мощения площадей, улиц.

**Камни бортовые** из горных пород применяются для отделения проезжей части дорог от разделительных полос тротуаров, пешеходных дорожек и тротуаров от газонов и т.п. По способу изготовления подразделяются на пиленные и колотые. По форме бывают прямоугольные и криволинейные. Имеют высоту от 200 до 600, ширину – от 80 до 200 и длину – от 700 до 2000 мм. Изготавливаются из изверженных глубинных горных пород прочностью более 100 МПа, из изверженных излившихся и осадочных пород прочностью более 60 МПа.

**Щебень** – рыхлый материал, получаемый дроблением горных пород, гравия и валунов, попутно добываемых вскрытых и вмещающих пород или некондиционных отходов горных предприятий по переработке руд и неметаллических ископаемых других отраслей промышленности, он имеет рваную угловатую поверхность.

**Гравий** – рыхлый материал, образовавшийся при естественном разрушении горных пород. Имеет окатанную (округлую) форму. Получают его рассевом гравийно-песчаных смесей.

Средняя плотность зерен щебня и гравия составляет от 2,0 до 3,0 г/см<sup>3</sup>. Выпускают их в виде отдельных фракций с крупностью зерен от 5 до 150 мм. Для гидротехнических массивных сооружений при введении непосредственно в бетонную смесь блока возможно введение щебня крупностью свыше 150 мм. Применяют щебень и гравий в качестве заполнителя для тяжелого бетона, для дорожных и других видов строительных работ.

**Песок** – рыхлый материал с размером зерен до 5 мм, образовавшийся в результате естественного разрушения или полученный искусственным дроблением горных пород.

Применяют для подстилающих слоев дорожных одежд, для приготовления бетонов и растворов на минеральных и органических вяжущих.

**Щебень для балластного слоя железнодорожного пути** получают дроблением горных пород, гравия и валунов. Выпускают две фракции щебня 25–60 и 5–25 мм. Щебень фракции 25–60 мм применяют для балластировки главных путей, фракция 5–25 мм предназначена для балластировки станционных, а также малодеятельных главных и подъездных путей. Щебень называют «тяжелым» балластом. Он имеет повышенную несущую способность и обеспечивает наиболее благоприятную работу балластного слоя. Его применяют на линиях с большой грузонапряженностью и высокими скоростями движения поездов.

**Гравийный и гравийно-песчаный балласт** являются природными смесями, образовавшимися в результате естественного разрушения горных пород. Гравийный балласт имеет размеры зерен до 60 мм, гравийно-песчаный – 20 мм. Наибольшей несущей способностью при устройстве балластной призмы железнодорожного пути

обладает гравийный балласт, а затем гравийно-песчаный. Их применяют на малодеятельных главных и станционных путях, а также для устройства подушки.

**Готовые щебеночно-песчаные, гравийно-песчаные, щебеночно-гравийно-песчаные смеси.** Их применяют для устройства покрытий, оснований, дополнительных слоев оснований автомобильных дорог, оснований аэродромов и укрепления обочин.

Смеси для покрытий с наибольшим размером фракции 20 и 40 мм, смеси для оснований – с непрерывной гранулометрией с наибольшей крупностью зерен 20, 40, 80 и 120 мм, смеси для оснований с полупрерывистой грануляцией – с наибольшей крупностью зерен 20, 40 и 80 мм.

**Смеси песчано-гравийные для строительных работ.** Смеси подразделяются на 5 групп: с содержанием зерен свыше 15 мм до 25 %; свыше 25 мм – до 35 %; свыше 35 мм – до 50 %; свыше 50 мм – до 65 % и свыше 65 мм – до 75 %; с размерами зерен не менее 10 мм и не более 70 мм. Могут выпускаться с наибольшей крупностью зерен до 150 мм.

Природные смеси применяются для устройства дорожных покрытий, верхнего слоя оснований под покрытия, для дренирующих слоев и других целей.

**Смеси щебеночно-песчаные, гравийно-песчаные, щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные минеральными вяжущими материалами.** Размер зерен смесей до 40 мм. Их смешивают с портландцементом и другими минеральными вяжущими и водой в карьерных смесителях. Применяют в дорожном и аэродромном строительстве.

**Смеси органоминеральные** получают смешиванием щебня, гравия, песка и их смесей с органическими вяжущими или органическими вяжущими совместно с минеральными. Они подразделяются на крупнозернистые с зернами размером до 40 мм, мелкозернистые – с зернами до 20 мм и песчаные с зернами до 5 мм. Применяются для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов.

**Порошки минеральные для асфальтобетонных смесей** получают из известняков, доломитов, доломитизированных известняков и других карбонатных горных пород. Зерновой состав их от 0,071 до 1,25 мм. Могут быть активированными и неактивированными. Являются структурной составляющей и совместно с битумом образуют асфальтовое вяжущее вещество, скрепляющее минеральные частицы асфальтобетона в единый монолит.

Земляное полотно устраивают из скальных и нескальных грунтов.

**Скальные грунты** применяются в виде естественных массивов в выемках или искусственных (разрушенных) массивов в насыпях. Скальные грунты могут быть слабо- и сильновыветривающимися. Они бывают изверженного (магматического), осадочного и метаморфического происхождения.

**Нескальные грунты** подразделяются на крупнообломочные, песчаные, глинистые, биогенные (сапропели, заторфованные). При содержании в грунте более 40 % песчаного или более 30 % глинистого компонента их называют гравийно-песчаными, гравийно-глинистыми.

Для насыпей применяют все грунты, кроме глинистых избыточно увлажненных или засоленных, торфов, ила, заторфованных грунтов с содержанием органических примесей 10–50 %, грунтов с содержанием органических включений от 3 до 10 % или грунтов с влажностью на границе текучести  $W_L \geq 0,4$ ; грунтов с содержанием гипса 20–30 %.



Для укрепления откосов земляного полотна применяются крупнообломочные грунты. Если откосы подтопляемые, применяют каменные наброски из разрыхленных слабовыветривающихся скальных грунтов.

**Каменные материалы для мостов и тоннелей.** При строительстве мостов в суровых климатических условиях при мощном ледоходе и в городских мостах из архитектурных соображений облицовку опор выполняют камнем. Она одновременно служит и опалубкой. При отсутствии ледохода выполняют навесную опалубку из плит.

**Каменные материалы для гидротехнических сооружений.** В гидротехнических сооружениях: плотинах, причалах, шлюзах, молах, пирсах защитную облицовку в зоне переменного уровня воды, подвергающуюся разрушающему воздействию воды и знакопеременных температур, выполняют из изверженных горных пород прочностью 80–100 МПа. Из них же выполняют каменную наброску наружной зоны плотин. Для внутренней зоны можно применять камень из осадочных горных пород прочностью 30–60 МПа с коэффициентом размягчения не ниже 0,7–0,8.

#### **Каменные материалы и изделия для фундаментов и стен**

К каменным материалам и изделиям для фундаментов и стен относят бутовый камень, камни стеновые из горных пород, крупные стеновые блоки.

**Бутовый камень** представляет собой штучный камень размером 150–500 мм и массой 20–40 кг. По форме он подразделяется на рваный, постелистый и плитняковый. Рваный камень представляет собой куски неправильной формы с бугристой поверхностью. Постелистый имеет не менее одной небугристой грани, плитняковый - две параллельные грани. Получают бутовый камень из изверженных, осадочных и метаморфических горных пород. Применяют для устройства бутовых и бутобетонных фундаментов, подземных стен, стен неотапливаемых зданий.

**Камни стеновые из горных пород** – материал в виде прямоугольного параллелепипеда размером 390х190х188, 490х240х188 и 390х190х288 мм. Изготавливают из горных пород со средней плотностью до 2200 кг/м<sup>3</sup> в основном из известняков и туфов. Применяют для кладки стен, перегородок и других частей зданий и сооружений.

**Крупные стеновые блоки** изготавливают выпиливанием из горных пород со средней плотностью до 2200 кг/м<sup>3</sup> (вулканических туфов, известняков, доломитов). Применяют их для кладки наружных стен.

**Облицовочные материалы и изделия.** К облицовочным материалам и изделиям из природного камня относят плиты облицовочные пиленые, архитектурно–строительные изделия, плиты декоративные.

**Плиты облицовочные пиленые** получают из природного камня распиливанием каменных блоков. Они имеют длину от 150 до 1500, ширину от 150 до 1200 и толщину от 8 до 30 мм. Применяют их для наружной и внутренней отделки зданий и сооружений. Для облицовки стен изготавливают плиты из гранита, сиенита, диорита, лабродорита, базальта, мрамора, известняка, туфа и других горных пород. Настилка полов выполняется плитами из гранита, лабродорита и реже мрамора. Плиты из мрамора можно склеивать.

**Плиты декоративные** на основе природного камня получают из природного камня и минеральных или полимерных связующих. Изготавливают с мозаичной, брекчиевидной, или орнаментной поверхностью. Имеют прямоугольную форму

длиной от 200 до 1500, шириной от 200 до 1200 и толщиной от 10 до 40 мм. Предназначены для наружной и внутренней облицовки зданий и сооружений.

**Химически-стойкие материалы и изделия**, не разрушаются кислотами, щелочами, солями, агрессивными газами, воздействием высоких и резко меняющихся температур и давлений. Применяют для изготовления плит, брусков, фасонных изделий. Ими футеруют установки и аппараты.

Кислотостойкие материалы и изделия изготавливают из гранита, сиенита, диорита, диабазы, трахита, андезита, базальта, кварцита, кварцевого песчаника. После дробления и помола их применяют в качестве заполнителей и наполнителей в кислотоупорных бетонах и кислотоупорных цементах. Из диабазы, базальта делают литые изделия необходимой формы и размеров: кислотоупорные трубы и желоба, детали для аппаратуры в химической промышленности.

Щелочестойкие материалы и изделия изготавливают из плотных известняков, мрамора, магнезита, доломита, известнякового песчаника.

### **3.5 Способы повышения долговечности природных каменных материалов и изделий.**

Процесс постепенного разрушения каменных материалов в конструкциях зданий и сооружений можно предотвратить или затормозить с помощью различных конструктивных и химических методов защиты, способствующих снижению воздействия агрессивных факторов.

Природные каменные материалы и изделия даже из самых прочных горных пород подвергаются медленному разрушению, называемому *коррозией*. По аналогии с разрушением горных пород в природных условиях такой процесс еще называют *выветриванием*. Ухудшаются при этом и декоративные качества изделий.

Основная причина коррозии природного камня в строительных конструкциях и сооружениях – *физико-химическое воздействие среды*, в том числе воды, в присутствии которой особенно сильно проявляется влияние других разрушающих факторов. Вода может содержать растворенные в ней газы ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  и другие кислотные соединения), что приводит к химическому взаимодействию с составляющими природного камня, их постепенному растворению или накоплению продуктов реакции. Особенно подвержены такому виду коррозии карбонатные горные породы.

При замерзании воды в порах и трещинах камня возникают большие внутренние напряжения, превосходящие иногда прочность самих материалов. Кроме того изменение температуры приводит к появлению на поверхности природного камня (особенно из полиминеральных пород) микротрещин, которые становятся очагами дальнейшего разрушения. В этом случае их образование обусловлено различными коэффициентами линейного расширения минералов.

Разрушающее влияние оказывает также и попеременное увлажнение и высыхание каменного материала, даже при отсутствии отрицательных температур, воздействие органических кислот, различных микроорганизмов и растений (мхи, лишайники, грибы). Поселяясь в порах и трещинах камня, они извлекают для своего питания щелочные соли и выделяют органические кислоты, которые вызывают биологическое разрушение камня (биологическая коррозия). Степень и скорость разрушения природного камня в сооружениях всецело зависит от его химико-минералогического состава и структуры, выражающихся в наличии размокающих и растворяющих составляющих, пор, микротрещин и микрослоистости

породы. Следовательно, помимо разрушающего физико-химического воздействия окружающей среды развитию коррозионных процессов в природном камне способствуют также состояние его поверхности (шероховатая или полированная), полиминеральность, пористость и трещиноватость.

Все мероприятия по защите каменных материалов от разрушения предусматривают, как правило, защиту их от длительного воздействия влаги и повышение их поверхностной плотности. В зависимости от механизма воздействия на материал различают конструктивные, механические и химические меры защиты.

*Конструктивные* меры защиты предусматривают изоляцию поверхности камня от источников агрессии: быстрый отвод воды; устройство требуемых для стока воды уклонов, правильных сочленений и примыканий элементов облицовки; отсутствие выступов и карнизов, на которых могли бы задерживаться снег и влага; герметизация швов между изделиями и др.

*Механические* меры защиты выражаются в устройстве гладких или полированных поверхностей каменных материалов (шлифовка и полировка), не способных задерживать дождевые и талые воды и пропускать агрессивные среды внутрь каменного материала.

*Химический* способ предусматривает обработку лицевой поверхности камня различными составами и создание плотного водонепроницаемого слоя. К химическим мерам защиты относят:

- флюатирование, т.е. обработку поверхности каменного материала водными растворами (например, растворами солей кремнефтористо-водородной кислоты). Такие соли (флюаты) вступают в химическое соединение с растворимыми компонентами камня с образованием фтористых солей Ca и Mg и кремнезема, нерастворимых в воде, которые уплотняют поверхность камня и делают ее недоступной для агрессивных сред;
- гидрофобизацию, которая производится с целью придания поверхности водоотталкивающих свойств, уменьшения запыленности фасадов зданий и предупреждения образования высолов.
- пропитку поверхности слоя растворами мономеров с последующей полимеризацией их в порах камня и др.

Химические меры защиты особенно эффективны для защиты карбонатных и пористых пород. Однако наиболее гарантированным условием длительной службы каменных материалов в сооружениях является правильный их выбор с учетом эксплуатационной среды, химико-минералогического состава и структуры материала.

### **3.6 Свойство каменных материалов, влияющих на качество и срок эксплуатации конструкций.**

Наиболее важными свойствами каменных конструкций являются их прочность, долговечность, объемный вес и теплоизоляционная способность.

Прочность кладки непосредственно зависит от свойств составляющих ее материалов. Однако, как показали многочисленные исследования, предел прочности при сжатии, например, кирпичной кладки, выполненной даже на весьма прочном растворе при обычно принятых методах ее возведения, составляет не более 40—50% от предела прочности кирпича при сжатии. Объясняется это тем, что на прочность кладки, помимо прочности составляющих ее материалов, оказывает влияние ряд других факторов.

Расположение камней в кладке в соответствии с правилами резки обеспечивает ее монолитность и восприятие внешних усилий всеми камнями, способствует лучшему распределению внутренних напряжений в кладке и повышает ее прочность. Но это не дает возможности полностью использовать прочность материалов, так как при сжатии кладки в кирпиче возникают не только напряжения сжатия

Каменные материалы обладают слабым сопротивлением изгибающим усилиям. Вместе с тем взаимодействие кирпича и раствора в кладке не ограничивается передачей сжимающих напряжений. Известно, что при осевом сжатии возникают деформации укорочения в направлении действия силы и деформации удлинения (поперечного расширения) в поперечном направлении. Указанные выше факторы, вызывающие напряжения растяжения, изгиба и среза, приводят к разрушению кладки раньше, чем напряжения сжатия достигнут предела прочности кирпича при сжатии. Если постепенно увеличивать нагрузку, например, на кирпичный столб, то при некоторой нагрузке сначала в отдельных кирпичах появятся вертикальные трещины, преимущественно под вертикальными швами, там, где возникают концентрации напряжений растяжения и изгиба. Постепенно, развиваясь при росте нагрузки, трещины увеличиваются, разделяя кладку на отдельные столбики, и окончательное разрушение кладки происходит из-за выпучивания этих столбиков в результате продольного изгиба.

Одним из положительных качеств каменных конструкций является их огнестойкость и большая по сравнению с другими материалами химическая стойкость и атмосферостойкость и, как следствие этого, большая долговечность. Например, сооружения из хорошо обожженного кирпича или естественного камня могут без значительных дефектов существовать много столетий. Это качество обусловлено тем, что каменные материалы имеют плотную структуру и большой объемный вес.

Объемный вес каменных конструкций в зависимости от применяемых материалов составляет от 1200 до 2200 кг/м<sup>3</sup>, что увеличивает теплопроводность кладки. В результате этого кирпичные стены зданий и жилых домов приходится делать на много толще, чем это требуется по условиям прочности и устойчивости конструкций.

Большое влияние на теплотехнические свойства каменных конструкций оказывает качество кладки. Стены с плохо заполненными раствором швами легко продуваются, помещения с такими стенами практически оказываются непригодными для эксплуатации и, наоборот, при хорошем заполнении швов, особенно вертикальных, улучшается теплоизоляционная способность кладки, и она более долговечна.

Отмеченные свойства учитываются в расчетах при проектировании конструкций зданий и сооружений. При этом размеры несущих стен столбов и других частей рассчитывают не только из условий прочности кладки по действующим на нее нагрузкам, но и из условий устойчивости, как отдельных элементов, так и всего здания в целом. Например, предельная высота стен, возводимых без укрепления перекрытиями или кровельными покрытиями, по условиям устойчивости не должна превышать определенных значений, установленных строительными правилами на производство и приемку работ и т. д.

## Лекция 4 Керамические материалы и изделия.

### Содержание

- 4.1 Классификация керамических материалов и изделий.
- 4.2 Стеновые керамические материалы и изделия.
- 4.3 Керамические облицовочные материалы.
- 4.4 Керамические материалы и изделия специального назначения.

### 4.1 Классификация керамических материалов и изделий.

В зависимости от областей применения их можно разделить на:

1. *Строительную керамику* – изделия, предназначенные для кладки стен и наружной облицовки зданий и сооружений, внутренней облицовки стен, санитарно-технические изделия, керамические трубы и изделия для прокладки подземных коммуникаций и др.
2. *Химически стойкая (кислотоупорная) керамика* – изделия, предназначенные для транспортировки и хранения агрессивных веществ, а также для облицовки помещений химических производств.
3. *Тонкая керамика* – хозяйственная и химическая посуда, декоративно-художественные и электрохимические изделия.
4. *Специальная керамика* – изделия, применяемые в радиоэлектронике, авиационной, космической и других отраслях науки и производства.
5. *Огнеупорная керамика* – изделия, применяемые для службы в условиях высоких температур в теплотехнических, энергетических, металлургических агрегатах.

По плотности черепка (степени спекания):

1. Пористые изделия, имеющие тусклый, землистый излом и значительную пористость.
2. Спекшиеся, плотные и прочные изделия, имеющие блестящий, раковистый излом.

Технологические виды керамики:

- *Терракота* – керамические неглазурованные изделия с цветным пористым черепком, после обжига имеют цвет от светло-кремового до красно-коричневого и черного.
- *Майолика* – изделия из цветной обожженной глины с крупнопористым черепком покрытые глазурью или керамика с цветными глазурями на белом или цветном черепке.
- *Фаянс* – это плотные, мелкозернистые, белые или равномерно окрашенные изделия, имеющие сравнительно высокую пористость и водопоглощение (~12%).
- *Фарфор* – изделия тонкой керамики, спекшиеся, без пор, непроницаемые для воды и газа, обычно белые, звонкие, просвечивающиеся в тонком слое.
- *Каменная масса (каменный товар)* – керамические изделия, близкие к фарфору, но непрозрачные, имеющие плотный, почти без пор, серый или коричневый черепок.

**Классификация стекла и стеклокристаллических материалов и изделий**

По назначению стекло различают:

1. *Строительное* – это, прежде всего листовое стекло, которое вырабатывают в виде плоских листов различной толщины; узорчатое стекло; армированное стекло; полированное стекло.

2. *Архитектурно-декоративное* – относятся конструкционно-строительные элементы из стекла (пустотелые стеклянные блоки, плитки и черепица, профильное и волнистое стекло)

3. *Техническое* – это изделия, предназначенные для использования в определенных узких отраслях техники.

4. *Химико-лабораторное* – стеклянная лабораторная посуда и изделия из него.

5. *Электровакuumные* – стекла применяемые в электронной промышленности (оболочки ламп накаливания, телевизионные телескопы, устройства рентгеновской техники и т.д. и т.п.).

6. *Оптическое* – это стекла образующие оптическое изображение или преобразующие в заданном направлении пучки световых лучей.

7. *Тарное* – стекло предназначенное для расфасовки, хранения, транспортировки жидких, пастообразных и твердых продуктов.

8. *Посудное (сортовое стекло)* – это обширный класс стеклоизделий, получаемых из хрустальных и окрашенных стекол. Она служит для употребления в быту, хранения и розлива жидких пищевых продуктов, украшения жилища, оформления культурно-бытовых учреждений.

9. *Художественное* – это, прежде всего мозаика, скульптура, витражи, розетки, фризы и др.

Стеклокристаллические материалы – особая группа материалов, получаемая из стекла путем направленной объемной и равномерной кристаллизации последнего. Различают стеклокристаллические материалы технического и строительного назначения. Классифицируют их чаще всего по виду используемых сырьевых материалов – ситаллы, шлакоситаллы, золоситаллы, петроситаллы.

Используется классификация по минералогическому составу основной кристаллической фазы – ситаллы кордиеритовые, сподуменовые, флогопитовые и др.

## 4.2 Стеновые керамические материалы и изделия.

Среди большой группы стеновых керамических материалов и изделий в настоящее время наиболее распространены керамический кирпич, различные виды эффективных керамических материалов, а также стеновые кирпичные панели.

**Кирпич керамический полнотелый** имеет форму прямоугольного параллелепипеда размером 250x120x65 мм или 250x120x88 мм. Для модульного кирпича толщиной 88 мм обязательно наличие технологических пустот. Допускаемые отклонения от указанных размеров не должны превышать: по длине +5, по ширине +4, по толщине +3 мм.

Кирпич должен быть нормально обожжен. Кирпич-недожог алого цвета, пониженной плотности и морозостойкости, кирпич-пережог отличается большой плотностью, прочностью и сравнительно высокой теплопроводностью.

Плотность кирпича в сухом состоянии колеблется в пределах 1600-1900 кг/м<sup>3</sup> а теплопроводность - 0,71-0,82 Вт/(м<sup>0</sup>С). Эти свойства кирпича зависят от способа его изготовления. Большую плотность, следовательно, и большую теплопроводность имеет кирпич полусухого прессования.

По пределу прочности при сжатии и изгибе кирпич подразделяют на следующие марки: 75, 100, 125, 150, 175, 200 и 300.

Водопоглощение кирпича, высушенного до постоянной массы, должно быть не менее 8%. Меньшая величина водопоглощения свидетельствует о повышенной теплопроводности кирпича, что нежелательно.

По морозостойкости насыщенный водой кирпич должен выдерживать без каких-либо признаков видимых повреждений (расслоения, выкрашивания и т. д.) не менее 15 циклов попеременного замораживания при  $-15^{\circ}\text{C}$  и ниже с последующим оттаиванием в воде при  $+15^{\circ}\text{C}$ .

Керамический кирпич применяют для кладки внутренних и наружных стен, столбов, сводов и других частей зданий. Кроме того, из него изготавливают кирпичные панели.

Для уменьшения массы и толщины наружных стен взамен обычного кирпича широко применяют **эффективные керамические материалы**, которые характеризуются меньшей плотностью, более низкой теплопроводностью, чем обычный кирпич, но обладают достаточной прочностью.

К эффективным стеновым керамическим материалам относят пустотелые керамические кирпич и камни. Они имеют форму прямоугольного параллелепипеда с равными гранями на лицевых поверхностях. Пустоты в кирпиче и камнях должны располагаться перпендикулярно или параллельно постели и могут быть сквозными или несквозными. Диаметр цилиндрических сквозных пустот не более 16 мм, ширина щелевидных пустот не более 12 мм. Толщина наружных стенок кирпича и камней должна быть не менее 12 мм. Водопоглощение пустотелых изделий не менее 6%. По прочности кирпич и камни подразделяют на марки: 300, 250, 200, 175, 150, 125, 100, 75, а по морозостойкости на марки: 15, 25, 35 и 50.

Пустотелый кирпич применяют для кладки наружных и внутренних стен зданий и для заполнения стен каркасных зданий. Не разрешается использовать этот кирпич для кладки стен зданий бань, прачечных и т. п. Из пустотелых камней возводят несущие стены и перегородки, стены каркасных зданий, изготавливают кирпичные панели. Применяя пустотелые керамические камни, удается снизить толщину и массу стен, снизить трудоемкость кладки и ее стоимость.

**Стеновые кирпичные панели** представляют собой индустриальные изделия заданных размеров, в которых отдельные кирпичи или керамические камни сцементированы в монолит цементно-песчаным раствором. По назначению различают панели для наружных и внутренних стен, а также специальные панели (цокольные, вентиляционные и др.).

#### 4.3 Керамические облицовочные материалы.

Керамические облицовочные материалы отличаются высокой прочностью, долговечностью, декоративностью и высокими эксплуатационными качествами. Керамические материалы независимо от их структуры и цвета могут быть глазурованными и неглазурованными. Ими облицовывают санитарные узлы и кухни в жилых зданиях, операционные в больницах, душевые, бани и прачечные, цехи пищевых предприятий, станции метрополитена и пр.

Основной вид облицовочных керамических изделий — плитки, реже кирпичи. Отделка вертикальных и горизонтальных поверхностей плиткой предохраняет поверхности от увлажнения, механических повреждений, воздействия огня,

химических веществ, обеспечивает поддержание требуемых норм чистоты и удобства уборки; придает поверхности красивый внешний вид. В зависимости от назначения различают фасадные плитки, лицевые кирпичи и камни, глазурованные плитки для внутренней отделки стен и плитки для настилки полов.

**Фасадная керамика.** Применение керамических облицовочных изделий для фасадов способствует повышению долговечности стен зданий, улучшает художественно-декоративные качества и своеобразие, снижает расхода на эксплуатацию. К фасадной керамике относят лицевые кирпичи и камни, плитки керамические фасадные и ковровую керамику.

*Кирпичи лицевые и камни* (ГОСТ 7484—78) изготавливают из беложгущихся глин аналогично технологии изготовления керамического кирпича. Для изготовления используют не только глины, но также трепелы и диатомиты.

Лицевые кирпичи и камни бывают сплошными и пустотелыми, характеризуются правильной формой, четкими гранями и однородностью окраски. Цвет лицевого кирпича и камней от кремового до темно-красного. В зависимости от формы и назначения лицевые кирпичи и камни подразделяют на рядовые и профильные. Рядовые используют для гладкой части стен, профильные — для поясков, карнизов и т.д.

В настоящее время внедрен эффективный метод получения лицевого кирпича и керамических камней — ангобированием. Ангоб, изготовленный из белой глины с различными добавками, наносят с помощью специальных форсунок на свежеформованный или высушенный кирпич, который затем обжигают. Цвет ангобов: белый, серый, зеленый, голубой, красный, коричневый и др.

Фактурный слой наносят на две взаимно перпендикулярные поверхности изделий (тычковую и ложковую). Укладывают лицевые кирпичи и камни вместе с кладкой стены, и они являются не только декоративным оформлением, но и конструктивным несущим элементом.

Кирпич и камни лицевые должны обладать повышенной атмосферостойкостью, прочностью. Они имеют следующие марки прочности — М75, 100, 125, 150, 200, 300, водопоглощение не менее 6% из беложгущихся глин; 20% из глин с добавкой трепелов и диатомитов; 28% из трепелов и диатомитов и морозостойкость Г25, Г30, Г50. Применяют их для кладки фасадов и внутренних стен вестибюлей, лестничных клеток, переходов, садово-парковых ограждений.

*Фасадная керамическая плитка* (ГОСТ 13996—93) — изготовленное из керамической или шлакосодержащей массы плоское тонкостенное глазурованное или неглазурованное изделие, применяемое для наружной облицовки стен, стеновых панелей, цоколей зданий и сооружений.

*Ковер из керамических плиток* — набор плиток, наклеенных на лист бумаги, предназначенный для облегчения работ при укладке.

*Ковер «брекчия»* — набор частей плиток произвольной формы, наклеенных на лист бумаги.

Лицевая поверхность плиток может быть гладкой или рельефной, неглазурованной, частично или полностью покрыта одноцветной или многоцветной глазурью или декорированной различными методами. Глазурь может быть блестящей или матовой. Плитки изготавливают с завалом или без завала лицевых поверхностей.

Для изготовления ковров применяют плитки прямоугольной и квадратной формы, одного или нескольких цветов. Размеры ковровых плиток 48x48 и 22x22 мм



при толщине 4 мм. Плитки в коврах должны быть прочно наклеены на бумагу лицевой поверхностью.

Водопоглощение плиток должно быть не более 12%, а морозостойкость — не менее 35 циклов замораживания-оттаивания.

**Керамические плитки для внутренней облицовки стен и перегородок** (ГОСТ 6141—91). Плитки изготавливают квадратные, прямоугольные и фасонные из глины или специально составленной керамической массы. Черепок плиток пористый, а тыльная поверхность плиток имеет четкие рифы высотой не менее 0,3 мм для лучшего сцепления с раствором. По виду керамики плитки бывают фаянсовые и майоликовые.

*Фаянсовые* плитки изготавливают из огнеупорных глин с добавками кварцевого песка и плавней, понижающих температуру плавления. Черепок фаянсовых плиток белый или слабо окрашенный.

*Майоликовые* плитки — с непрозрачной глазурью — изготавливают из легкоплавких глин с добавлением 20% мела.

Высокое качество, широкая гамма цветов и рисунков, красивый внешний вид, долговечность и гигиеничность дают возможность применять плитку для облицовки внутренних стен жилых помещений, общественных и промышленных зданий

Керамические глазурованные плитки применяют в помещениях с повышенной влажностью (ванные комнаты, душевые, бани и т.п.).

Керамические плитки для полов (ГОСТ 6787—90). Плитку для пола изготавливают из глиняной массы с отощающими добавками и окрашивающими примесями путем сухого прессования и последующего обжига до спекания.

Полы из керамических плиток устраивают в помещениях с интенсивным движением (вестибюли, фойе), повышенным увлажнением покрытия (душевые, бассейны, прачечные, санитарные узлы, бани), в производственных помещениях некоторых предприятий и т.д.

Керамические плитки для полов подразделяют на крупные и мозаичные. Керамические плитки для полов до недавнего времени выпускались квадратными, шестигранными, восьмигранными 37 типоразмеров (50... 150, толщиной 10...13 мм). Современный стиль, новые технологии в настоящее время отдают предпочтение плиткам крупного размера, мм: 200x200x9; 300x300x8. Благодаря применению крупных плиток снижается трудоемкость настилки полов, уменьшается количество швов, повышается их гигиеничность.

Высокая износостойкость, долговечность, водонепроницаемость, декоративность и другие показатели делают плитки высококачественными изделиями для настилки полов общественных, жилых и промышленных зданий.

Мозаичные плитки размером 48x48 и 23x23 мм, толщиной 6 и 8 мм поставляют наклеенными водорастворимыми клеями по определенной схеме лицевой поверхностью на оберточную бумагу в виде отдельных ковров.

Цвет плиток может быть белым, желтым, красным, серым и др. Водопоглощение их до 4%. Листы с наклеенными «коврами» упаковывают в пачки до 10 шт. в каждой и хранят в закрытых помещениях, не допуская размягчения или пересыхания клея.

#### **4.4 Керамические материалы и изделия специального назначения.**

Керамическая черепица (ГОСТ 1808—71) — один из древнейших видов кровельного материала. Стиль множества городов неразрывно связан с черепичными

крышами, всегда несущими впечатление уюта и благородства постройки. На сегодняшний день черепичные кровли не только не утратили своей популярности, но и становятся все более привлекательными для строителей.

По сравнению с другими кровельными материалами черепица имеет следующие преимущества: огнестойка, долговечна, устойчива к атмосферным воздействиям, имеет высокие эксплуатационные и декоративные качества, не требует периодических окрасок. Недостатками черепицы являются большая трудоемкость кровельных работ и большая масса, требующая прочной конструкции кровли.

Керамическую черепицу (рис. 7) изготавливают путем формования глиняной массы на ленточных и штамповых прессах. Ленту, выходящую из мундштука, разрезают на резательных станках по размеру черепицы. Выпускают черепицу в основном четырех типов: пазовую штампованную, пазовую ленточную, плоскую ленточную и коньковую. По назначению черепицу подразделяют на рядовую (для покрытия скатов кровли), коньковую (для покрытия коньков и кровель), разжелобочную (для покрытия разжелобков). Керамическую черепицу применяют в малоэтажном строительстве.

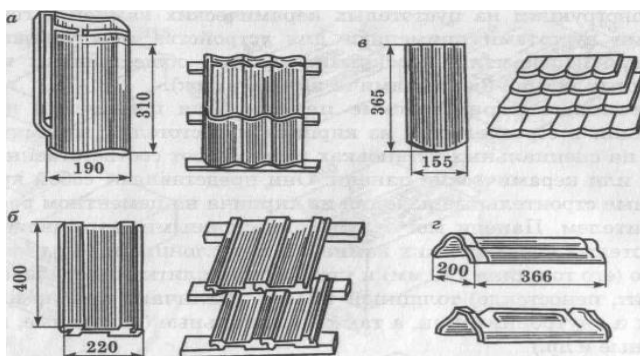


рис. 7. Типы черепицы и примеры ее укладки на кровлю:  
а — пазовая штампованная; б — пазовая ленточная;  
в — плоская ленточная; г — коньковая

**Канализационные и дренажные трубы.** Керамические канализационные трубы широко применяют для строительства канализационных сетей, а также для отвода промышленных сточных вод, содержащих большое количество щелочей и кислот.

Дренажные трубы (ГОСТ 8411—74) используют для понижения уровня грунтовых вод, а также для осушения (дренажа) заболоченных земель. Изготавливают дренажные трубы двух типов: с цилиндрической и восьмигранной наружной поверхностью. Дренажные трубы формуют из кирпичных высокопластичных глин на горизонтальных ленточных или вертикальных прессах. Промышленность выпускает гладкие неглазурованные трубы без раструбов или глазурованные с раструбом и перфорацией на стенках. Внутренний диаметр труб 50...30, длина 333...500, толщина стенок трубы 8...24 мм, морозостойкость 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

**Санитарно-технические изделия** изготавливают из фарфоровых, полуфарфоровых и фаянсовых масс методом литья в гипсовых формах с последующей сушкой и обжигом. Различают три группы санитарно-технической керамики: изделия из твердого фаянса, отличающиеся пористым черепком; из

санитарного фарфора, обладающие спекшимся черепком; из полуфарфора, имеющие полуспекшийся черепок.

Применяют сантехнический фаянс для оборудования кухонь, санузлов и специальных помещений (лабораторий, поликлиник, парикмахерских и др.). Из фарфора изготавливают электроизоляционные изделия, химическую и хозяйственную посуду.

С развитием производства легких бетонов широкое применение находят вспученные керамические материалы — керамзит и аглопорит.

*Керамзит* — легкий ячеистый материал с закрытой структурой мелких пор, обладающий замечательными качествами: малой плотностью и высокими теплоизоляционными свойствами. Сырьем для его производства служат легкоплавкие глины, содержащие 6... 12% оксидов железа, 2...3% щелочных оксидов и до 3% органических примесей — трепелы, глинистые сланцы, золы ТЭС, способные вспучиваться в условиях термической обработки.

По размеру зерен керамзитовый гравий делят на три фракции : 5...10, 10...20 и 20...40 мм. Зерна менее 5 мм относят к керамзитовому песку. Гранулы керамзитового гравия должны иметь эллипсоидную или округлую форму и оплавленную поверхность.

В зависимости от насыпной плотности керамзитовый гравий подразделяют на марки 150...800 кг/м<sup>3</sup>. Предел прочности при сжатии (0,4...5,5 МПа для класса А и 0,3...4 МПа для класса Б) зависит от марки керамзитового гравия. Водопоглощение 15...25%, влажность гравия должна быть не более 2%, морозостойкость не ниже R15. Керамзит атмосферостоек.

Керамзит применяют не только как заполнитель для легких бетонов, но и в виде теплоизолирующих засыпок в слоистых конструкциях.

Аглопорит — пористый кусковой материал, получаемый спеканием (агломерацией) шихты из глинистых пород, шахтных выработок (угля), шлаков или зол с последующим дроблением и рассевом на фракции.

В зависимости от насыпной плотности аглопоритовый щебень подразделяют на марки 300... 1000 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии 0,3...3 МПа.

Применяют аглопоритовый щебень в качестве заполнителя для легких бетонов.

К теплоизоляционной керамике относят также плиты, камни, кирпичи, скорлупы, сегменты, получаемые из глин, трепелов, диатомитов, перлитов и вермикулитов.

**Кислотоупорные изделия** применяют в химической и целлюлозно-бумажной промышленности. Выпускают их в виде прямого и клинообразного кирпича, плиток, труб и фасонных частей к ним. Кислотоупорная керамика имеет черепок повышенной плотности, высокую механическую прочность и термостойкость, выдерживает длительное воздействие кислот и щелочей.

*Кислотоупорный кирпич* изготавливают двух видов: прямой с размерами 230x113x65 мм и клинообразный. По свойствам и внешнему виду кирпич подразделяют на три сорта: I, II и III.

Кислотостойкость кирпича 92...96%, водопоглощение не более 8...12%, прочность при сжатии 15, 20, 25 МПа. Применяют его для кладки и футеровки химических аппаратов, настилки полов, футеровки варочных котлов.

*Кислотоупорные плитки* изготавливают трех типов: кислотоупорные (К), термокислотоупорные (ТК) и термокислотоупорные для гидролизной

промышленности (ТКГ). По форме они бывают квадратными, прямоугольными и клинообразными со стороной размером от 50 до 200 и толщиной от 10 до 50 мм. Плитки имеют плотный спекшийся черепок, высокую прочность при сжатии не менее 39 МПа, низкое водопоглощение 6...9% и высокую кислотостойкость 96...98%. Применяют кислотоупорные плитки для футеровки аппаратов и газоходов, облицовки панелей и сточных желобов.

*Кислотоупорные трубы и фасонные части к ним* имеют плотный спекшийся черепок, отличаются высокой плотностью и прочностью. Кислотостойкость достигается покрытием кислотостойкой глазурью наружной и внутренней поверхности труб и должна быть не менее 98%. Водопоглощение не более 3%, прочность при сжатии 40 МПа и более.

**Огнеупорные керамические материалы.** К огнеупорной керамике относят материалы, способные при эксплуатации выдерживать длительное воздействие высоких температур, — свыше 1580 °С. В зависимости от этого их называют огнеупорными (1580... 1770 °С); высокоогнеупорными (температура 1770...2000 °С) и материалами высшей огнеупорности (свыше 2000 °С).

К основным требованиям, предъявляемым к огнеупорным материалам, относятся: огнеупорность, высокий предел прочности, устойчивость при резких колебаниях температур (термостойкость), газонепроницаемость, минимальная усадка при различных температурах.

По химико-минералогическому составу огнеупорную керамику делят на кремнеземистую, алюмосиликатную, магнезиальную, хромистую и др.

*Кремнеземистые (динасовые) материалы* содержат не менее 93% SiO<sub>2</sub>. Огнеупорность динаса достаточно высокая — 1700...1750 °С.

Однако динас имеет низкую термостойкость, при быстром нагревании или охлаждении он растрескивается, разрушается и, следовательно, теряет прочность. Применяют кремнеземистые огнеупоры для кладки и футеровки сводов, стен и насадок мартеновских печей, стекловаренных печей и т.п.

*Алюмосиликатные огнеупорные материалы* в зависимости от содержания SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в обожженном продукте делят на три вида: полуокислые, содержащие SiO<sub>2</sub> более 65% и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> менее 30%; шамотные, содержащие Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> от 30 до 45%; высокоглиноземистые, содержащие Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> более 45%.

Огнеупорность полуокислых изделий 1610...1710 °С. Изготавливают их путем обжига глин с большим содержанием кварцевого песка. Полуокислые огнеупоры применяют для футеровки коксовых печей, вагонеток и др.

Шамотные огнеупоры имеют огнеупорность 1710..1730 °С. Изготавливают их путем обжига смеси шамота (дробленой обожженной глины) и огнеупорной глины. Они отличаются термической стойкостью, шлакоустойчивостью и прочностью. Применяют шамотные изделия для кладки и футеровки доменных печей, стен и пола керамических печей, футеровки топок паровых котлов, дымоходов и др.

Высокоглиноземистые изделия имеют огнеупорность 1820...2000 °С. Изготавливают их из материалов с высоким содержанием глинозема (бокситы, корунд и др.). Применяют высокоглиноземистые огнеупоры в стекольной промышленности для кладки печей.

## Лекция 5 Стекло и изделия из него.

### Содержание

5.1 Общие сведения о стекле. Виды листового стекла.

5.2 Изделия из стекла. Ситаллы и шлакоситаллы.

### 5.1 Общие сведения о стекле. Виды листового стекла.

Стекло и другие плавленные материалы и изделия получают из минеральных силикатных расплавов, сырьем для которых служат распространенные горные породы и некоторые побочные продукты промышленности.

**Минеральные расплавы** в зависимости от исходного сырья разделяются на следующие группы: стеклянные, каменные, шлаковые, ситаллы и шлакоситаллы.

Материалы из расплавов обладают высокими показателями долговечности, химической стойкости к воздействию агрессивных сред, отличными декоративными свойствами, а некоторые из них и прозрачностью.

Из минеральных расплавов, получают изделия самого различного назначения: листовые светопрозрачные, конструкционные, отделочные, облицовочные, трубы специальные, тепло- и звукоизоляционные.

Состав строительных стекол в зависимости от вида и назначения содержит оксиды (в % по массе).

Каждый из оксидов играет свою роль в процессе варки формирования свойств стекла. Оксид натрия ускоряет процесс варки, понижая температуру плавления, но уменьшает химическую стойкость стекла. Оксид калия придает блеск и улучшает светопропускание. Оксид кальция повышает химическую стойкость стекла. Оксид алюминия повышает прочность, термическую и химическую стойкость стекла. Оксид бора повышает скорость стекловарения.

Сырьевые материалы для производства стекла разделяются на основные и вспомогательные.

К основным относятся минеральное сырье и некоторые продукты промышленности: кварцевый песок, сода, доломит, известняк, поташ, сульфат натрия.

Кроме того, в последнее время стали широко использоваться отходы различных отраслей промышленности - доменные шлаки, кварцесодержащие материалы, тетраборит кальция, стеклорой и др.

Минеральное сырье, как правило, имеет большое количество примесей и непостоянный состав.

**Листовое стекло** - основной вид стекла, используемый для остекления оконных и дверных проемов, витрин и внутренней отделки зданий.

**Оконное стекло** производится трех марок: полированное, неполированное улучшенное, неполированное. Оконное стекло производится толщиной от 2,0 до 6,0 мм максимальных размеров в зависимости от толщины от 1000x1600 мм, а минимальных 400x500 мм.

Светопропускание оконных стекол 84-89%.

**Витринное стекло** производится двух марок: М7 - полированное и М8 - неполированное, толщиной 6,5-12 мм и максимальных размеров 3000x6000 мм.

Применяется для остекления витрин, витражей и окон общественных зданий. Светопропускание витринных стекол 75-83%.

Стекло листовое узорчатое имеет на одной или обеих сторонах четкий рельефный узор и изготавливается способом проката. Узорчатое стекло бывает бесцветным и цветным, окрашенным в массу или нанесением на поверхность его

пленок оксидов различных металлов. Применяется для декоративного остекления оконных и дверных проемов, внутренних перегородок, крытых веранд и т.д.

**Армированное листовое** бесцветное и цветное стекло для устройства световых проемов, фонарей верхнего света, ограждений в зданиях и сооружениях различного назначения.

Армированное стекло может иметь обе поверхности или одну поверхность гладкими, рифлеными или узорчатыми. Для армирования применяется сварная или крученая сетка из стальной проволоки со светлой поверхностью или с защитным алюминиевым покрытием. Диаметр проволоки сетки 0,45-0,60 мм. Сетка имеет квадратные или шестиугольные ячейки размерами 12,5 и 25 мм. Армированное стекло отличается повышенной прочностью и огнестойкостью. Светопропускание бесцветного армированного стекла 65-75%.

## 5.2 Изделия из стекла. Ситаллы и шлакоситаллы.

*Стеклопакеты* — наиболее распространенный вид изделий из стекла. Получают стеклопакеты из двух (одинарный стеклопакет) или трех (двойной стеклопакет) листов стекла, герметично соединенных между собой по контуру. Между листами стекла находится прослойка из сухого воздуха или инертного газа. Соединение листов в стеклопакет может осуществляться склейкой, пайкой или сваркой.

Стеклопакеты применяют для остекления окон и других световых проемов. Использование стеклопакетов имеет существенные преимущества перед обычным остеклением листовым стеклом, так как они не запотевают, не замерзают и не нуждаются в протирке внутренних поверхностей. Стеклопакеты имеют низкую теплопроводность, а звукопроницаемость окон со стеклопакетом в 2...3 раза ниже обычных.

*Стекланные блоки* целесообразно использовать в тех случаях, когда необходимо получить светопрозрачную ограждающую конструкцию с хорошими тепло- и звукоизоляционными характеристиками.

Стеклоблоки вырабатываются из горячей стекломассы на пресс-автоматах, формирующих половинки блоков, а затем сваривающие их. Внутренняя поверхность блоков имеет рифление, сообщающее блоку светорассеивающие свойства.

Размеры стеклоблоков от 200 x 200 до 400 x 400 мм при толщине до 100 мм. Блоки могут быть бесцветными и цветными. Светопропускание блоков — 50...60 %. Коэффициент теплопроводности — 0,4...0,45 Вт/(м•К), т. е. почти в 2 раза ниже, чем у кирпича. Кроме обычных блоков изготавливают *двухкамерные* (с перегородкой, уменьшающей теплопроводность блока почти в 1,5 раза) и *светонаправленные* (со специальным рифлением, дающим направленный поток света).

*Стеклопрофилит* — длинноразмерные (до 5 м) профилированные элементы из стекла, изготавливаемые методом горизонтального проката. Стеклопрофилит может быть коробчатого и таврового (П~ образного) профиля. Его применяют так же, как и стеклянные блоки для устройства светопрозрачных ограждений (наружных стен и перегородок) в промышленных зданиях, выставочных и спортивных залах и т. п. Устанавливают стеклопрофилит в металлических обоямах с пластиковыми или резиновыми уплотнителями.

*Стекланные трубы* благодаря высокой химической стойкости, гладкости поверхности и прозрачности с успехом соперничают с металлическими. Пропускная

способность стеклянных труб на 5... 10 % выше, чем стальных при одинаковом диаметре.

*Стекловолокно* получают путем продавливания стекольного расплава через тончайшие фильеры (отверстия в твердых материалах) с последующей вытяжкой и намоткой на бобины. Диаметр волокна — 3...100 мкм, длина — до 20 км (для непрерывного волокна). Более короткие (1...50 см) штапельные волокна получают раздувом расплава паром. Из стекловолокна получают стеклянные ткани и стекловолок, которые используют как армирующий компонент при производстве стеклопластиков или в качестве основы в рулонных кровельных и гидроизоляционных материалах.

*Пеностекло* — блоки из вспученного в момент нахождения в расплавленном состоянии стекла. По структуре и свойствам пеностекло напоминает вулканическую пемзу и используется как теплоизоляционный материал.

#### **Ситаллы и шлакоситаллы.**

*Ситаллы* — стеклокристаллические материалы, получаемые путем направленной частичной кристаллизации стекол. Структура ситаллов напоминает микробетон, где наполнителем являются кристаллы, а вяжущим — прослойки стекла. Доля стеклофазы в ситаллах обычно 20...40 %. Кристаллическая фаза состоит из микрочастиц размером около 1 мкм. Благодаря такому строению ситаллы сохраняют в себе многие положительные свойства стекла, в том числе и его технологичность, но лишены его недостатков: хрупкости, низкой термостойкости.

Сырье для производства ситаллов такое же, как и для стекла, но в расплав вводятся вещества-модификаторы, обеспечивающие направленную кристаллизацию.

Для строительных целей весьма перспективны *шлакоситаллы*, получаемые на основе металлургических шлаков и модификаторов —  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  и др. У шлакоситаллов очень высокая прочность, износостойкость и химическая стойкость. По долговечности они могут конкурировать с природными каменными материалами (гранит, габбро и т. п.).

Применение шлакоситаллов перспективно для химической промышленности (трубы, плитки, детали насосов), в гидротехнике (для облицовки турбинных камер, водосливов), в дорожном строительстве и т. п.

## **Лекция 6 Металлы в строительстве.**

### **Содержание**

- 6.1 Классификация металлов. Черные металлы.
- 6.2 Виды и свойства стали. Стальные изделия.
- 6.3 Цветные металлы и их сплавы.
- 6.4 Коррозия металлов и меры защиты от нее.

### **6.1 Классификация металлов. Черные металлы.**

К металлам относят группу химических элементов, обладающих набором характерных металлических свойств:

- высокая плотность
- способность проводить тепло и электрический ток
- пластичность (большинство металлов в чистом виде могут быть легко деформированы без разрушения)

- ковкость, т.е. способность изменять свою форму без разрушения
- характерный металлический блеск и яркость
- температурный положительный коэффициент сопротивления
- высокая температура плавления (у большинства металлов)
- способность образовывать сплавы с улучшенными свойствами

Металлы обладают рядом технологических свойств (литейные свойства, способность к обработке давлением и резанием, свариваемость, упрочняемость и др.). Среди важных эксплуатационных свойств металлов можно отметить износостойкость, жаростойкость, коррозионную, антифрикционную (низкие потери на трение и малая скорость изнашивания сопряженной детали).

Металлы редко используются в чистом виде, чаще применяется технология сплавов, то есть соединения нескольких элементов в одну молекулярную решетку. Сплавы (сталь, бронза, латунь и т.д.) обладают уникальными физическими свойствами, что делает их незаменимыми во многих отраслях промышленности. Известно несколько тысяч различных сплавов, которые являются основными конструкционными материалами.

В зависимости от свойств и характеристик, металлы классифицируются на несколько основных категорий. По своему природному происхождению все металлы можно разделить на две большие группы: цветные и черные. Железо и его сплавы относятся к черным металлам, а медь, алюминий, цинк, олово, свинец, никель, титан, магний и другие металлы и их сплавы — к цветным.

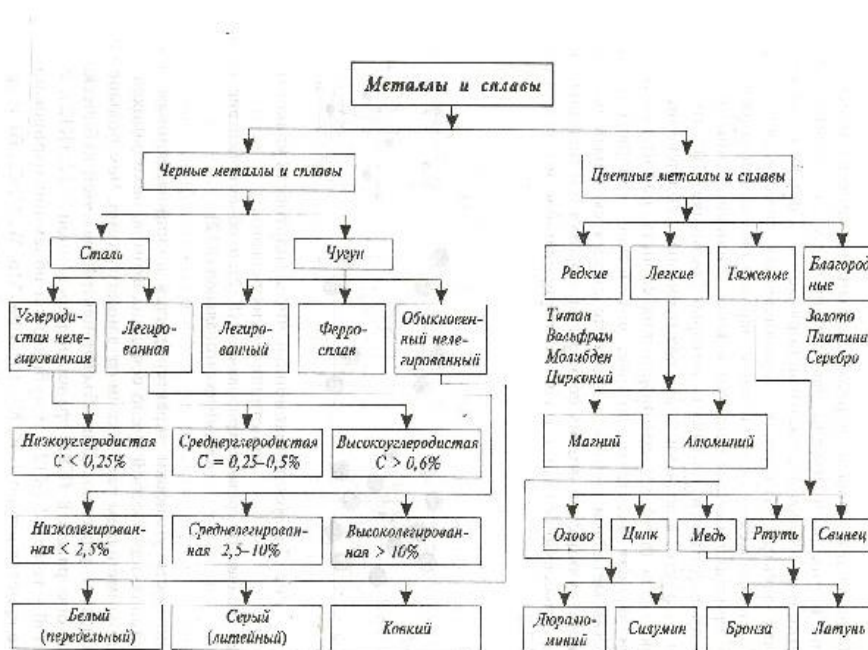


рис. 8 Классификация металлов и сплавов

## 6.2 Виды и свойства стали. Стальные изделия.

Сталь (польск. *stal*, от нем. *Stahl*) — деформируемый (ковкий) сплав железа с углеродом и другими элементами, содержание углерода в котором не превышает 2,14%.

Углерод обеспечивает сплавам железа прочность и твердость, снижая при этом пластичность и вязкость. Как и чугун, сталь содержит примеси кремния,



марганца, серы и фосфора. Основным отличием стали от чугуна является уменьшенное содержание углерода и примесей.

Сталь получают в процессе переплавки металлолома или из пердедельного чугуна. Для получения стали, из чугуна удаляется излишний углерод и снижается количество входящих в него примесей.

#### *Классификация*

По химическому составу стали делятся на углеродистые и легированные.

В состав углеродистой стали входит углерод и некоторое количество постоянных примесей (Si, Mn, S, P), попадающих в нее при выплавке. Главным элементом, определяющим свойства углеродистой стали, является углерод. Он повышает твердость, упругость, прочность, уменьшает пластичность и сопротивление ударным нагрузкам.

Углеродистая сталь, в свою очередь, подразделяется по назначению и качеству. По назначению она делится на конструкционную и инструментальную.

Конструкционная углеродистая сталь содержит до 0,6% углерода (как исключение допускается содержание углерода до 0,85%). По качеству конструкционная углеродистая сталь делится на сталь обыкновенного качества и качественную.

Инструментальная углеродистая сталь содержит углерода 0,7% и более. Она отличается твердостью и прочностью. В легированной стали наряду с обычными примесями имеются один или несколько специальных элементов, улучшающих ее свойства: хром, вольфрам, молибден и др., а также кремний и марганец в сравнительно большом количестве.

Легирующие элементы оказывают разностороннее влияние на свойства стали,- например, хром повышает твердость и коррозионную стойкость; вольфрам увеличивает твердость и красностойкость; молибден увеличивает красностойкость, прочность и сопротивление окислению при высоких температурах; марганец при содержании свыше 1 % увеличивает твердость, износостойкость, стойкость против ударных нагрузок.

По назначению легированная сталь делится на три группы: конструкционную, инструментальную и сталь с особыми физическими и химическими свойствами.

К сталям с особыми физическими свойствами относятся: магнитная и немагнитная стали, сталь, обладающая высоким электрическим сопротивлением, и сталь с особыми тепловыми свойствами.

Стали и сплавы с особыми химическими свойствами — коррозионностойкие, нержавеющие, жаростойкие и жаропрочные.

**Виды металлических строительных материалов и изделий.** Применяемые в строительстве металлические материалы можно разделить на прокатный профильный металл широкого и специального назначения, прокатный металл простых сечений, сталь для армирования бетона, трубы, стальные отливки и чугунное литье. Широкое применение имеет сталь прокатная простого профиля: полосовая, квадратная, круглая, широкополосная, толстолистовая, тонколистовая, кровельная, волнистая, а также стальной прокат (уголки равнобокие и неравнобокие, двутавры, швеллеры и т.д.), выпускаются также специальные профили для оконных и фонарных переплетов и других элементов и деталей.

Профильный металл, применяемый для строительных конструкций (уголки, двутавры, швеллеры), выпускается разных размеров. В стандартах и справочниках

приводятся таблицы всех видов выпускаемого проката с указанием их размеров, массы 1 м и других, необходимых для их использования данных.

Стальные трубы изготавливаются диаметром от 5 до 1420 мм для широкого использования в строительстве.

Для армирования бетона применяют горячекатанную арматурную сталь и холоднокатанную проволоку. В зависимости от профиля стержневая и проволочная арматура подразделяется на гладкую и периодического профиля.

При диаметре от 3 до 9 мм арматурная сталь может поставляться в бухтах (мотках), диаметром от 10 мм и более - в виде стержней длиной 6-12 м.

Из проволоки изготавливают арматурные изделия в виде прядей, канатов и сеток. Арматура делается из сталей различных марок чаще всего Ст.3 и Ст.5.

### 6.3 Цветные металлы и их сплавы.

Многие цветные металлы (Cu, Al, Mg, Pb, Sn, Zn, Ti) и их сплавы обладают рядом ценных свойств: хорошей пластичностью, вязкостью, высокой электро- и теплопроводностью, прочностью, низкой плотностью, коррозионной стойкостью и другими достоинствами. Благодаря этим качествам цветные металлы и их сплавы занимают важное место среди конструкционных материалов.

В строительстве цветные металлы в чистом виде применяют редко. В небольших количествах находят применение чистый алюминий в виде фольги, порошка для алюминиевой краски, в качестве газообразующей добавки при изготовлении ячеистых бетонов, а также для отливки санитарно-технических деталей; цинк для покрытий поверхностей черных металлов и свинец для зачеканки стыков и швов ответственных сооружений, например в тоннелях метрополитена.

В основном в строительстве используют сплавы цветных металлов: алюминия, меди, цинка, свинца, олова, марганца. Сплавы эти обладают рядом положительных качеств: малой плотностью, высокой пластичностью и коррозионной стойкостью, а также хорошими декоративными качествами.

*Алюминиевые сплавы* получают добавлением к алюминию различных металлов. В зависимости от металла сплавы носят названия: с медью — дюралюмин марки Д; с марганцем — АМц; с магнием — магналии АМг; с магнием и кремнием — авиаль АД и АВ. В принятой стандартами маркировке стоящие в начале буквы обозначают входящие в сплав элементы, цифры — номер сплава, а в магналиях — содержание магния (); через черточку добавляют буквы, обозначающие состояние поставляемого материала: отожженное мягкое—М, закаленное старением — Т, искусственно закаленное — Т1.

В строительстве наибольшее распространение получили алюминиево-марганцевые, алюминиево-магниевые, дюралюминиевые сплавы и сплавы типа «авиаль». Профили из алюминиевых сплавов изготавливают прессованием и прокаткой. Они бывают по сечению аналогичны прокатным профилям из стали, в виде листов, уголков, швеллеров, двутавров, труб, кругов и квадратов и самых сложных прессованных алюминиевых профилей. Холодной прокаткой алюминиевых листов получают профилированный лист, гнутые тонколистовые профили открытого и замкнутого сечений.

*Латунь и бронза.* Сплав меди с цинком (до 40%) называют латуню, а сплав меди с оловом, алюминием, марганцем или никелем — бронзой. Латунь и бронзу используют в строительстве в качестве архитектурной отделки зданий, санитарно-

технической арматуры и др. В настоящее время изделия из латуни и бронзы все больше вытесняются пластмассами.

Латунь и бронза также находят применение в строительстве. Сплав меди с цинком (до 40%) называют латунию, а сплав меди с оловом, алюминием, марганцем или никелем — бронзой. Латунь и бронзу используют в строительстве в качестве отделки зданий, санитарно-технической арматуры и др. Изделия из латуни и бронзы все больше вытесняются пластмассовыми.

#### 6.4 Коррозия металлов и меры защиты от нее.

**Коррозия** – это процесс разрушения металлов и сплавов под действием окружающей среды. Коррозионные разрушения могут быть местными, поверхностными, сплошными и в виде коррозионных трещин. По процессу протекания различают два вида коррозии:

1. *Электрохимическая коррозия.* Возникает на контактах двух металлов, которые находятся в электролите, и сопровождается появлением электрического тока. В РЭА не допускается прямой контакт меди и алюминия т.к. между ними возникает потенциал и начинается процесс коррозии.

2. *Химическая коррозия.* Возникает при взаимодействии металлов с газами и жидкостями, которые не являются электролитами. Наиболее часто химическая коррозия протекает как окислительный процесс. Наиболее подвержены химической коррозии черные металлы. Очень активно коррозия протекает на шероховатых поверхностях, при наличии микротрещин и других повреждений. Резко усиливается процесс химической коррозии при повышении температуры и влажности окружающей среды.

**Для защиты металлов и сплавов от коррозии используют следующие методы:**

1. *Применение смазочных материалов* (литол, солидол и т.д.)
2. *Конструкция детали должна быть по возможности простой* без глубоких пазов и глухих отверстий, с хорошо обработанной поверхностью (шлифованные поверхности меньше подвержены коррозии).
3. *Нанесение защитных покрытий.*

В производстве наиболее часто применяются следующие виды покрытий:

**Металлические покрытия.** Используют тонкий слой металла, устойчивого к коррозии в данных условиях. Конструкционные детали покрывают, в основном, цинком, никелем, хромом. Контакты в РЭА покрывают серебром, золотом, припоем и т.д. Металлические покрытия наносят следующими способами:

а) *метод погружения* детали в расплавленный металл. Метод прост, но покрытие получается значительной толщины.

б) *метод распыления.* Можно наносить покрытия металлами с невысокой температурой плавления (олово, цинк)

в) *вакуумные методы.* Применяются в производстве деталей микроэлектроники

г) *электролитический (гальванический) метод,* который наиболее распространен. Покрытие получают выделением металла из растворов его солей под действием электрического тока.

**Химическое покрытие.** Основано на создании поверхностной, защитной неметаллической пленки, чаще всего - оксидной. Тонкую прочную оксидную пленку получают при окислении поверхности в условиях высоких температур.

**Неметаллические покрытия.** Производятся лаками, красками, эмалями. Их недостаток – высокая хрупкость при старении и низкая нагревостойкость. Наиболее прочными являются покрытия антикоррозийными мастиками на основе различных смол.

Борьба с коррозией ведется не только методом защиты металлических деталей, но и путем замены металлов на коррозионно-стойкие материалы (керамика, пластмассы и т.д.)

## Лекция 7 Минеральные вяжущие вещества.

Содержание

7.1 Общие сведения. Строительная воздушная известь.

7.2 Гипсовые вяжущие вещества. Магнезиальные вяжущие вещества.

7.3 Жидкое стекло и кислотоупорный цемент.

7.4 Гидравлическая известь.

7.5 Производство и разновидности портландцемента. Специальные цементы.

7.6 Транспортирование и хранение цемента

### 7.1 Общие сведения. Строительная воздушная известь.

Минеральными (неорганическими) вяжущими веществами называются порошкообразные материалы, которые при смешивании с водой или некоторыми водными соляными растворами образуют пластическую массу (тесто), способную со временем твердеть до камневидного состояния.



рис. 9 – Классификация минеральных вяжущих веществ

По виду основного окисла (CaO или MgO) *строительная воздушная известь* подразделяется на кальциевую, магнезиальную и доломитовую.

*Кальциевая известь* содержит 70—90% CaO и в пределах 5% MgO, что достигается применением для обжига (в печах любого типа) чистых кальциевых известняков с низким содержанием  $MgCO_3$ .

*Магнезиальная известь* содержит до 20% MgO, а *доломитовая* до 40%. Магнезиальную и доломитовую известь получают обжигом чистых известняков в печах, обеспечивающих получение MgO в активной форме, т. е. способную гаситься водой в обычные сроки.

Строительная воздушная известь выпускается следующих видов:

- ✓ известь негашеная комовая (кипелка);
- ✓ известь молотая совместно с минеральными добавками или без них;
- ✓ известь гашеная.

*Негашеная комовая известь* (кипелка) представляет собой воздушную известь после ее обжига в печи.

*Известь молотую* получают помолом в мельнице негашеной комовой извести совместно с металлургическими и топливными шлаками, кварцевым леском, золой и другими минеральными добавками.

*Гашеную известь* получают действием определенного количества воды на негашеную воздушную известь, в результате которого образуется продукт в виде порошка (пушонки), известкового теста или известкового молока.

*Пушонка* — тончайший порошок, который получается, если при гашении используют столько воды, сколько необходимо для полного протекания реакции гидратации (соединения с водой).

*Известковое тесто* получается в том случае, когда при гашении воздушной извести воду вводят в количестве, превышающем теоретически необходимое в десять раз. В среднем берут 2,5 л воды на 1 кг извести. Размер  $Ca(OH)_2$  при этом меньше, чем при гашении в пушонку.

*Известковое молоко* образуется при введении количества воды, превышающего теоретически необходимое более чем в десять раз. Средний размер частиц при гашении в известковое молоко равен одному микрону. При дальнейшем увеличении количества воды продукт гашения носит название известковой воды.

*Строительная гидравлическая известь*. Строительную гидравлическую известь получают при умеренном (1100—1200° С) обжиге в печах карбонатных пород с высоким (8—21%) содержанием глинистых веществ и последующим помолом полученной извести.

**Применение извести.** Большое количество извести используется в качестве вяжущего для приготовления строительных растворов. Строительным раствором называют смесь вяжущего вещества, воды и мелкого заполнителя (песка).

Известковые растворы применяют при кирпичной и каменной кладках (кладочные растворы) и для отделки стен зданий (штукатурные растворы). При этом строительная воздушная известь используется для сооружений, не подвергающихся действию воды (например, надземных).

Гидравлическую известь применяют наряду с воздушной, но получают водостойкие строительные растворы. Гидравлическая известь используется для сооружения конструкций, находящихся во влажных эксплуатационных условиях — фундаментов и цоколей больших зданий, оросительных каналов; при изготовлении

растворов для кладки и штукатурки в сухих и влажных условиях; при изготовлении известково-шлаковых и известково-золевых вяжущих.

В качестве вяжущего известь применяют в тонко измельченном виде. Тонкое измельчение ее достигается помолом в мельницах или гашением.

Образование прочного камня при твердении известкового раствора на основе гашеной воздушной извести происходит вследствие высыхания геля гидрата окиси кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и его последующей карбонизации (образования  $\text{CaCO}_3$ ) за счет поглощения  $\text{CO}_2$  из воздуха.

## 7.2 Гипсовые вяжущие вещества. Магнезиальные вяжущие вещества.

Гипсовыми вяжущими веществами называют материалы, состоящие из полуводного гипса или ангидрита и получаемые путем тепловой обработки тонкоизмельченного исходного сырья.

*Низкообжиговые* гипсовые вяжущие получают при нагревании двухводного гипса  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  при 150—160 °С переводом его в полу-водный гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ .

*Высокообжиговые* (ангидритовые) вяжущие получают обжигом  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  до 700—1000 °С с полной потерей воды и образованием безводного ангидрита  $\text{CaSO}_4$ .

К низкообжиговым гипсовым вяжущим веществам относят формовочный строительный и высокопрочный гипс, а также гипсовые вяжущие из гипсосодержащих материалов, к высокообжиговым — ангидритовое вяжущее (ангидритовый цемент) и высокообжиговый эстрих-гипс.

Быстрое схватывание гипса затрудняет работу, поэтому при необходимости к гипсу добавляют замедлители схватывания (животный клей, сульфитно-дрожжевую бражку — СДБ, ЛСТ) в количестве 0,1—0,3% по массе гипса. При производстве гипсобетонных изделий может возникнуть необходимость в ускорении схватывания гипса, тогда к нему добавляют в небольшом количестве природный двухводный гипс и NaCl.

Водостойкость гипса повышают введением молотого гранулированного доменного шлака, а также покрытием его поверхности различными составами, образующими водонепроницаемые пленки.

Строительный гипс применяют для производства перегородочных плит и панелей, гипсокартонных листов, вентиляционных коробов и других изделий, эксплуатируемых при относительной влажности воздуха не более 60%.

Ангидритовое вяжущее получают обжигом двухводного гипса до 600-700 °С с последующим его измельчением и добавлением различных катализаторов твердения (извести, доломита,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{FeSO}_4$ ), ибо пережженный безводный  $\text{CaSO}_4$  (ангидрит) не способен схватываться и переходить в гипс. Получающийся продукт (твердый раствор CaO в  $\text{CaSO}_4$ ) отличается способностью поглощать воду. При затворении небольшим количеством воды он скорее, чем раствор из извести и песка, образует очень твердую, плотную массу, устойчивую к выветриванию. Это так называемый высокообжиговый эстрих-гипс, разновидность ангидритовых цементов, который был известен еще древним египтянам. Изделия из высокообжигового гипса довольно водостойки и прочны, это мозаичные полы, искусственный мрамор, формы для керамических изделий и т.д.

### Магнезиальные вяжущие вещества

Магнезиальные вяжущие представляют собой тонкомолотые порошки, содержащие оксид магния и твердеющие при затворении водными растворами

хлористого или сернокислого магния. В зависимости от применяемого сырья магнезиальные вяжущие вещества разделяют на два вида — каустический магнезит и каустический доломит.

*Каустический магнезит* получают обжигом горной породы магнезита ( $MgCO_3$ ) при температуре 700–800 °С с последующим измельчением продукта обжига в тонкий порошок. Магнезит разлагается по реакции

*Каустический доломит* — порошок, получаемый обжигом природного доломита с последующим измельчением и содержащий оксид магния и  $CaCO_3$ . Последний с температурой разложения значительно выше 700—800 °С в каустическом доломите является балластом, из-за этого качество каустического доломита значительно ниже, чем каустического магнезита.

Магнезиальные вяжущие вещества обладают способностью прочно сцепляться с древесными опилками, стружками, отходами пробкового производства и другими органическими заполнителями, которые в изделиях не подвергаются разложению и загниванию. Эти вяжущие применяют для изготовления теплоизоляционных материалов (фибролита и др.), устройства теплых и износостойких ксилолитовых полов, ступеней, плиток, в абразивной промышленности (точильные круги).

### 7.3 Жидкое стекло и кислотоупорный цемент.

*Жидкое стекло* — коллоидный водный раствор растворимого силиката натрия (ГОСТ 13079—81) или силиката калия плотностью 1,3...1,5 г/см<sup>3</sup> при содержании воды 50...70 %. Величина  $t$  указывает на отношение числа молекул кремнезема к числу молекул щелочного оксида и называется силикатным модулем стекла. Для натриевого стекла  $t$  составляет 2,61...3,5, для калиевого — 3...4. Качество жидкого стекла характеризуют модулем  $t$  и плотностью. Чем выше модуль, тем выше качество жидкого стекла. Плотность характеризует концентрацию стекла. Часто на строительство жидкое стекло поступает повышенной плотности, его на месте работы приходится разбавлять водой. Жидкое стекло перевозят в бочках, хранят в закрытых отапливаемых складах.

В строительстве обычно применяют натриевое жидкое стекло плотностью 1300...1500 кг/м<sup>3</sup> и модулем 2,6...3. Его применяют для изготовления кислотоупорных и жароупорных бетонов, штукатурок, замазок, уплотнения грунтов.

*Калиевое жидкое стекло* более дорогое; его применяют для изготовления силикатных красок, клеящих составов; оно не дает на штукатурке и окраске высолов, чем выгодно отличается от натриевого жидкого стекла.

Жидкое стекло — воздушное вяжущее, твердеет медленно — в результате слипания и уплотнения частиц свободного кремнезема при испарении воды и воздействия углекислого газа воздуха. Ускорить процесс твердения и получить при этом водонерастворимые продукты можно добавкой фторосиликата натрия. При взаимодействии жидкого стекла с фторосиликатом натрия образуется водонерастворимый фторид натрия и гидроксид кремния. На этом основано твердение кислотоупорного цемента.

*Кислотоупорный кварцевый цемент* — тонкомолотый порошок, получаемый совместным помолом кислотоупорного материала (кварцевого песка, бештаунита или андезита) и фторосиликата натрия (4...14 %); допускается смешивать отдельно измельченные материалы. Вяжущими свойствами этот цемент не обладает. Его

затворяют жидким стеклом (плотностью 1360...1380 кг/м<sup>3</sup> и модулем 2,8...3,0), которое и является вяжущим.

*Кислотоупорный цемент* быстро схватывается; начало схватывания наступает через 20...60 мин после затворения в зависимости от содержания в нем фторосиликата натрия. Твердеет цемент в воздушно-сухих условиях и при положительной температуре. Кислотоупорный кварцевый фторосиликатный цемент через 28 сут твердения должен иметь предел прочности при растяжении не менее 2 МПа. Работая с таким цементом, необходимо помнить, что фторосиликат натрия — ядовитое вещество, и строго соблюдать требования техники безопасности, не допускать попадания цемента на слизистые оболочки и дыхательные пути.

Кислотоупорный цемент применяют для изготовления кислотостойких растворов, бетонов, замазок, обмазок, для футеровки химических аппаратов, устройства кислотостойких полов. Кислотоупорные растворы и бетоны, будучи стойкими в кислотах (кроме фосфорной, фтористоводородной и кремнефтористоводородной), теряют прочность в воде, а в едких щелочах разрушаются.

#### 7.4 Гидравлическая известь.

Гидравлической известью (ГОСТ 9179—77) называют гидравлическое вяжущее вещество, получаемое умеренным обжигом (не до спекания) при 900... 1100 °С мергелистых известняков, содержащих от 6 до 20% глинистых примесей. В процессе обжига часть образующего СаО связывается с составными частями глины Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, образуя силикаты 2СаО-SiO<sub>2</sub>, алюминаты СаО-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и ферриты кальция 2СаО-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, придающие извести способность гидравлического твердения: порошок гидравлической извести, затворенный водой, после затворения на воздухе продолжает твердеть и под водой.

Гидравлическую известь гасят водой, гасится она не полностью. Смоченная водой гидравлическая известь гасится и рассыпается в порошок, а залитая водой образует пластичное тесто. Приготовленное тесто дольше суток хранить нельзя, так как оно затвердевает. Гидравлическую известь делят на слабогидравлическую и сильногидравлическую. Слабогидравлическая содержит активных СаО + MgO в пересчете на сухое вещество не менее 15 и не более 60%, сильногидравлическая — соответственно не менее 1 и не более 15%, так как чем больше содержание свободного СаО, тем меньше у извести способность к гидравлическому твердению.

Негашеная гидравлическая известь представляет собой порошок желтоватого цвета. Истинная плотность 2,2...3,0 г/см<sup>3</sup>, средняя плотность в рыхлом состоянии 500...800кг/м<sup>3</sup>, в уплотненном — 850...1100 кг/м<sup>3</sup>.

Тонкость помола характеризуется остатком на ситах № 02 и 008 соответственно 1 и 10%. Предел прочности при сжатии определяют на образцах в возрасте 28 сут комбинированного твердения (7 сут при влажном воздухе и 21 сут — в воде). Для слабогидравлической извести предел прочности при сжатии не менее 2 МПа, для сильногидравлической — не менее 5 МПа.

Применяют гидравлическую известь для приготовления штукатурных и кладочных растворов, предназначенных для сухой и влажной среды, бетонов низких марок. Эта известь дает более прочный раствор, но менее пластичный по сравнению с воздушной известью.



Гидравлическую известь следует хранить в сухих закрытых помещениях. На стройку транспортируют в цементовозах, контейнерах или бумажных битуминизированных мешках.

### **7.5 Производство и разновидности портландцемента. Специальные цементы.**

*Портландцемент (ПЦ)* - гидравлическое вяжущее, получаемое тонким измельчением портландцементного клинкера и небольшого количества гипса (1,5...3%). Клинкер получают обжигом до спекания сырьевой смеси, обеспечивающей в портландцементе преобладание силикатов кальция. К клинкеру для замедления схватывания цемента добавляют гипс. Для улучшения некоторых свойств и снижения стоимости портландцемента допускается введение минеральных добавок (до 15%). Кроме портландцементного клинкера выпускают много других видов цемента.

#### **Способы производства портландцемента.**

Производство портландцемента складывается, в основном, из следующих операций:

1. добычи сырья;
2. приготовление сырьевой смеси;
3. обжига сырьевой смеси до получения клинкера;
4. помола обожженного продукта (клинкера) в тонкий порошок совместно с добавками.

Обжигают сырьевую смесь во вращающихся печах при температуре 1450 градусов и получают - *клинкер*. Клинкер измельчают в шаровых мельницах с небольшим количеством природного гипса - получают *портландцемент*.

*Существует два основных способа производства – мокрый и сухой.* При *мокром* способе сырьевую смесь измельчают совместно с водой. Получаемая сметанообразная жидкость – шлам – содержит 30 – 45 % воды. Этот способ отличается в худшую сторону высокой энергоемкостью обжига, связанной с испарением содержащейся в шламе воды. По *сухому* способу сырьевые материалы предварительно высушивают, а затем совместно измельчают. Полученный тонкий порошок называют сырьевой мукой. Сухой способ экономичнее и особенно выгоден при использовании однородного сырья с невысокой естественной влажностью. К основным свойствам (ПЦ) относятся: плотность, тонкость помола, сроки схватывания, прочность.

Наряду с обыкновенным портландцементом выпускают большое количество его разновидностей: быстротвердеющий, пластифицированный, гидрофобный, сульфатостойкий, белый и цветной. Эти цементы более дорогие и рекомендуются только в тех случаях, когда их специальные свойства могут быть использованы с максимальной эффективностью.

*Быстротвердеющий портландцемент (БТЦ)* отличается быстрым ростом прочности в первые дни твердения. Выпускают БТЦ двух марок: 400 и 500, которые в трехсуточном возрасте должны иметь предел прочности при сжатии соответственно не ниже 25 и 28 МПа. В составе БТЦ преобладают активные минералы: трехкальциевый силикат С3S — 50...55 % и трехкальциевый алюминат С3А — 5... 10 %. Тонкость помола у БТЦ выше, чем у обычного портландцемента (удельная поверхность до 5000 см<sup>2</sup>/г), поэтому при хранении он, впитывая пары воды из воздуха, комкуется и быстро теряет активность. БТЦ применяют для бетонов сборных конструкций с повышенной отпускной прочностью и монолитных конструкций. Коррозионная стойкость у БТЦ пониженная.

*Пластифицированный портландцемент* получают, добавляя к клинкеру при помоле гидрофильные поверхностно-активные вещества (например, сульфитно-спиртовую барду ССБ) в количестве 0,15...0,25 %. Такой цемент повышает пластичность бетонных и растворных смесей по сравнению с обычным портландцементом при одинаковом расходе воды. Это позволяет уменьшить расход портландцемента, повысить прочность и морозостойкость бетонов и растворов.

*Гидрофобный портландцемент* получают, добавляя к клинкеру при помоле гидрофобные поверхностно-активные вещества ПАВ (0,05...0,5 % от массы цемента), образующие на зернах цемента водоотталкивающие пленки. В качестве таких добавок используют главным образом отходы переработки нефти (мылонафт, асидол). Гидрофобный портландцемент благодаря наличию защитных пленок при хранении и транспортировании даже во влажных условиях не намокает, не комкуется и почти не теряет своей активности. При перемешивании гидрофобного цемента с водой и заполнителями ПАВ сдвигается с цементных зерен и переходит в состав бетона или раствора. Поэтому бетонные и растворные смеси на гидрофобном цементе отличаются повышенной пластичностью, а после затвердевания — повышенной морозостойкостью и водонепроницаемостью.

Применяется гидрофобный цемент в тех случаях, когда трудно обеспечить необходимые условия хранения обычного цемента.

*Сульфатостойкий портландцемент* изготавливают из клинкера с пониженным содержанием трехкальциевого силиката С3S (не более 50 %) и трехкальциевого алюмината С3А (не более 5%). При таком составе цемента уменьшается возможность образования в цементном камне гидросульфата алюмината кальция («цементной бациллы») и тем самым повышается стойкость бетона к сульфатной коррозии. Кроме того, сульфатостойкий цемент характеризуется пониженным тепловыделением при твердении. Сульфатостойкий цемент выпускают марок 300, 400, 500.

*Белый портландцемент* получают из белых каолиновых глин и чистых известняков или мела с минимальным содержанием окислов железа, марганца и хрома. В таком цементе практически нет алюмоферрита кальция С4АФ, имеющего серо-зеленый цвет. На основе белого цемента и щелочестойких пигментов (сурика, ультрамарина и др.) получают цветные цементы. Марки таких цементов 300, 400 и 500. Применяют белый и цветные цементы для отделочных работ.

*Цветной портландцемент (ЦПЦ)* — твердеющее на воздухе и в воде вяжущее вещество, получаемое путем совместного тонкого измельчения белого или цветного клинкера (не менее 80%), минеральных (не более 15%) и органических красителей, гипса и активной минеральной добавки (не более 6%). Органические пигменты вводят в количестве не более 0,5% от массы цемента. Выпускают ЦПЦ марок 300, 400, 500 желтого, розового, красного, коричневого, зеленого, голубого и черного цвета.

Шлакопортландцемент - в своём составе имеет гидравлическую добавку в виде гранулированного, доменного или электротермофосфорного шлака, охлаждаемого по специальному режиму. Его получают путём совместного помола портландцементного клинкера (до 3,5%), шлака (20...80%), и гипсового камня (до 3,5%). Шлакопортландцемент имеет медленное нарастание прочности в начальные сроки твердения, однако в дальнейшем скорость нарастания прочности нарастает. Он чувствителен к окружающей температуре, стоек при воздействии на него мягких сульфатных вод, имеет пониженную морозостойкость.

**Специальные виды цемента** отличаются от портландцемента используемым сырьем, технологией изготовления и, как следствие, наличием специфических свойств. К этому классу цемента относят глиноземистый, расширяющийся, напрягающий, безусадочный и шлакощелочной.

*Глиноземистый цемент* получают обжигом до плавления смеси бокситов с высоким содержанием гидроксида алюминия и известняка при температуре 1500 – 1600 °С. Набирая в первые сутки твердения 90 % марочной прочности, спустя трое суток получают марку 400, 500, 600. Процесс гидратации сопровождается интенсивным выделением тепла, поэтому этот вид цемента во избежание растрескивания изделий нельзя применять при бетонировании в условиях жаркого климата, термовлажностной обработки изделий и возведения массивных монолитных конструкций. Используя высокую морозо- и коррозионную стойкость (за исключением действия щелочей), глиноземистый цемент находит применение при изготовлении конструкций, работающих в жестких условиях эксплуатации, а также для выполнения аварийных работ, тампонирувания нефтяных и газовых скважин.

*Безусадочный цемент* получают совместным помолом или тщательным смешиванием, например, глиноземистого цемента, полуводного гипса и гидроалюминатов кальция. Начало схватывания цемента 1 – 2 мин, конец – 5 – 10 мин. В трехсуточном возрасте цементный камень достигает 60 – 80 % марочной прочности. Линейное расширение цементного камня составляет десятые доли процента. Используют этот цемент в тех случаях, когда хотят исключить усадочные деформации, – омоноличивание стыков.

*Расширяющиеся цементы* имеют большое количество разнообразных составов, обеспечивающих в процессе твердения объемное и линейное расширение цементного камня до 0,25 %. Наиболее широко используются следующие: портландцементный клинкер, высокоглиноземистый доменный шлак и двухводный гипс, а также глиноземистый шлак в сочетании с двухводным гипсом. Марка цемента 400 и 500. Основное применение – изготовление напорных железобетонных труб и емкостей для хранения воды и нефтепродуктов.

*Напрягающие цементы* относятся к быстросхватывающимся и быстротвердеющим минеральным вяжущим, состоящим в основном из тонкомолотой смеси портландцементного клинкера, высокоглиноземистого шлака и гипса. Прочность цементного камня через 18 – 20 часов твердения составляет не ниже 200 МПа, начало схватывания 2 – 8, конец – 6 – 15 мин. Расширение в свободном состоянии составляет 3 – 4 %, в ограниченном – 0,25 – 0,75 %. Применяют эти цементы при получении преднапряженных железобетонных конструкций без предварительного натяжения арматуры.

*Шлакощелочные цементы* представляют собой гидравлические вяжущие вещества, состоящие из тонкомолотого гранулированного шлака и соединений щелочных металлов. Этот вид вяжущего характеризуется следующими свойствами: начало схватывания от 30 мин до 1 часа, конец – 2 – 5 часов. Активность цемента составляет 400 – 1000 кгс/см<sup>2</sup>. Цементный камень обладает повышенной коррозионной стойкостью, морозостойкостью и способностью во влажной среде увеличивать свою прочность, поэтому шлакощелочные вяжущие наиболее эффективно использовать в гидротехническом и дорожном строительстве.

## 7.6 Транспортирование и хранение цемента

Цементы доставляют с завода-изготовителя к месту потребления железнодорожным и автомобильным транспортом. При доставке по железной дороге используют вагоны-цементовозы бункерного типа (хоппер), цистерны и контейнеры, а также обыкновенные крытые вагоны, в которые цемент загружают навалом или в бумажных мешках. В случаях перевозки цемента навалом выгружают его механизированным способом пневматическими и пневмомеханическими разгрузчиками.

При транспортировании автоцементовозами его загружают через герметически закрывающийся люк, а выгружают при помощи сжатого воздуха, поступающего от компрессора, установленного на цементовозе. Способ поставки зависит от дальности транспортировки. В бумажных мешках обычно перевозят белый и цветной портландцементы и другие специальные цементы.

Цементы различных заводов, поступающие навалом, хранят в силосных или бункерных складах отдельно по видам, маркам и партиям. Запрещается при хранении смешивать цементы различных видов и марок. Цемент в бумажных мешках хранят в закрытых складах-сараях с плотными водонепроницаемыми крышей, стенами и деревянным полом, приподнятым над поверхностью земли не менее чем на 30 см. В процессе транспортирования и хранения необходимо оберегать цемент от воздействия влаги и засорения посторонними примесями. При поступлении цемента на склад обязательно на каждую емкость ставят указатели с обозначением его вида, марки, времени прибытия и количества. При необходимости контроля качества поступившего на склад цемента от каждой партии отбирают пробу массой 20 кг и направляют ее в строительную лабораторию, где производят стандартное и ускоренное испытания цемента.

При длительном хранении цемента на складе за счет поглощения влаги из воздуха и преждевременной гидратации происходит его комкование и снижение активности, поэтому большие запасы цемента на складахстроек и предприятий строительной индустрии нежелательны. Использовать лежалые цементы для изготовления бетонов и строительных растворов не разрешается.

## **Лекция 8 Бетоны и строительные растворы.**

### **Содержание**

8.1 Общие о бетонах и строительных растворах. Материалы для их приготовления.

8.2 Бетонные и растворные смеси.

8.3 Структура и свойство тяжелого бетона и раствора. Специальные виды тяжелого бетона.

8.4 Легкие бетоны на пористых заполнителях. Ячеистые бетоны.

8.5 Сухие строительные смеси.

### **8.1 Общие о бетонах и строительных растворах. Материалы для их приготовления.**

*Бетоном* называют искусственный каменный материал, получаемый в результате затвердевания рационально подобранной смеси вяжущего вещества, воды, заполнителей и необходимых добавок. Композиция этих материалов до затвердевания называется бетонной смесью.

Бетоны в соответствии с СТБ 1310 классифицируют по структуре, виду вяжущего и заполнителя, условиям твердения и назначению.

К строительным растворам относят материалы, полученные в результате затвердевания рационально подобранной смеси вяжущего вещества, мелкого заполнителя, воды и, в необходимых случаях, добавок. Смесь этих материалов до затвердевания называют *растворной смесью*. От бетонов раствор отличается меньшей крупностью заполнителя, более высоким водосодержанием, пористостью и назначением.

Для растворов в основном справедливы те же закономерности, которые определяют подвижность бетонных смесей и прочность бетона, однако с учетом их структуры и состава.

*Материалы для приготовления бетона и строительного раствора.*

*Вяжущие материалы.* Для приготовления бетонных смесей и строительных растворов используют вяжущие материалы, которые разделяются на гидравлические, способные твердеть как на воздухе, так и в воде; воздушные, способные твердеть только на воздухе, и автоклавного твердения, которые наиболее эффективно твердеют в процессе автоклавной обработки при давлении насыщенного пара 0,8—1,5 МПа.

В зависимости от химико-минералогического состава вяжущие материалы подразделяют на несколько групп, основными из которых являются цементы, строительная известь и строительный гипс.

К цементам, применяемым для приготовления бетонных смесей и строительных растворов, относятся все разновидности портландцементов, шлакопортландцементов, пуццолановых портландцементов, расширяющиеся и безусадочные цементы, а также глиноземистый цемент и цемент для строительных растворов.

*Заполнители для тяжелых бетонов и строительных растворов.* В состав тяжелых бетонов в большинстве случаев входят крупные и мелкие плотные заполнители, а иногда только мелкие (в мелкозернистом бетоне). В состав строительных растворов входят только мелкие заполнители. В качестве крупных заполнителей (размер зерен более 5 мм) применяют щебень из натурального камня плотностью свыше 1,8 г/см<sup>3</sup>, гравий и щебень из гравия, щебень из доменного шлака. Крупные заполнители должны быть фракционированными. При производстве бетонной смеси применяют следующие фракции крупного заполнителя: 5—10, 10—20, 20—40, 40—70 мм, но допускается применение фракции 3—10 мм вместо фракции 5—10 мм, а также щебня и гравия крупностью до 120 мм для бетонирования массивных сооружений.

При соответствующем технико-экономическом обосновании можно использовать заполнители крупностью до 150 мм.

В качестве мелкого заполнителя (размер зерен от 0,15 до 5 мм) для приготовления бетонных и растворных смесей применяют природные или дробленые пески плотностью более 1,8 г/см<sup>3</sup>.

Природный песок, образованный в результате естественного разрушения горных пород, используют в естественном состоянии, обогащенный или фракционированный. Природный песок в естественном состоянии в зависимости от зернового состава разделяется на 4 группы: крупный, средний, мелкий и очень мелкий. Группу песка определяют в лаборатории путем просеивания через

стандартный набор сит с разными размерами, мм, и формой отверстий: квадратные отверстия — 0,14; 0,315; 0,63; 1,25; круглые отверстия — 2,5; 5 и 10.

Для приготовления бетонных смесей используют крупные, средние и мелкие пески; для растворных смесей — все четыре группы песков.

*Заполнители для легких бетонов и строительных растворов.* Для приготовления таких бетонов и растворов применяют пористые заполнители плотностью (в насыпном состоянии) не более 1000 кг/м<sup>3</sup> при крупности зерен от 5 до 40 мм (щебень, гравий) и не более 1200 кг/м<sup>3</sup> с крупностью зерен до 5 мм (песок). Допускается использовать также природные заполнители плотностью не более 1200 кг/м<sup>3</sup> при крупности зерен до 40 мм и не более 1400 кг/м<sup>3</sup> при крупности зерен до 5 мм при условии, что пористость зерен таких заполнителей составляет не менее 10%. Пористые заполнители подразделяют на искусственные, природные и получаемые из отходов промышленности.

К искусственным заполнителям, получаемым из природного сырья и отходов промышленности путем термической, обработки с последующим рассевом или дроблением и рассевом, относятся следующие: керамзит и его разновидности (шунгизит, зольный гравий, глинозольный керамзит, вспученные аргиллит и трепел); термолит, аглопорит, шлаковая пемза, гранулированный шлак, вспученные перлит и вермикулит.

К природным относятся заполнители, получаемые рассевом или дроблением и рассевом естественных пористых горных пород вулканического происхождения (пемза, вулканические туфы или шлаки) или осадочного происхождения (пористые известняки, известняки-ракушечники, доломиты).

*Добавки.* Добавки вводят в состав бетонных и растворных смесей для придания нужных свойств смесям или затвердевшему бетону и раствору, а также для уменьшения расхода цемента.

Различают следующие добавки: активные минеральные — для повышения плотности, водостойкости и солестойкости бетонов и растворов, а также для получения жаростойких бетонов и растворов; добавки-наполнители — для снижения расхода цемента и повышения плотности бетона; поверхностно-активные добавки — для уменьшения водопотребности и расхода вяжущих материалов при одновременном сохранении или повышении подвижности бетонной смеси или строительного раствора, повышения морозостойкости бетона и раствора; добавки-ускорители твердения и добавки-замедлители схватывания вяжущих материалов; противоморозные добавки и др.

Оптимальное количество вводимых добавок устанавливает строительная лаборатория.

*Вода.* Вода, применяемая для приготовления бетонной смеси и строительного раствора, не должна содержать вредных примесей, препятствующих нормальному схватыванию и твердению вяжущего материала. Этому требованию полностью удовлетворяет обычная питьевая вода. Запрещается применять воду, содержащую примеси кислот, солей, масел, Сахаров, а также болотную и сточные воды.

Для проверки пригодности воды выполняют ее химический анализ. В отдельных случаях пригодность воды проверяют сравнительными испытаниями прочности образцов, изготовленных на исследуемой и на чистой питьевой воде.

## 8.2 Бетонные и растворные смеси.

### *Классификация бетонов*

В зависимости от характера структуры различают бетоны плотные, крупнопористые, поризованные и ячеистые.

Бетоны *плотной структуры* представляют собой конгломерат, в котором пространство между зернами мелкого и крупного заполнителя или только мелкого заполнителя заполнено затвердевшим вяжущим, в том числе с искусственно созданной в объеме не более 7% пористостью за счет применения поризующих добавок.

У *крупнопористых (беспесчаных)* бетонов пространство между зернами крупного заполнителя не полностью заполнено затвердевшим вяжущим, в том числе с искусственно созданной пористостью за счет применения поризующих добавок. Вяжущее до превращения в камень лишь обволакивает зерна крупного заполнителя тонким слоем и склеивает их в местах контакта между собой, не заполняя межзерновое пространство.

У *поризованных* бетонов пространство между зернами мелкого и крупного заполнителя или только мелкого заполнителя заполнено затвердевшим вяжущим с искусственно созданной в объеме более 7% пористостью за счет применения поризующих добавок.

*Ячеистые* – это бетоны без крупного заполнителя с искусственно созданными порами по всему объему системы, состоящей из вяжущего вещества, воды и тонкодисперсного компонента.

По виду вяжущего бетоны могут быть на:

- цементных вяжущих – на основе клинкерных цементов;
- известковых вяжущих – на основе извести в сочетании с активными гидравлическими компонентами (цемент, шлаки, золы) и кремнеземистыми компонентами (песок, минеральные добавки);
- шлаковых и зольных вяжущих – на основе молотых шлаков и зол с активизаторами твердения (щелочными растворами, известью, цементом или гипсом);
- гипсовых вяжущих – на основе полуводного гипса или ангидрита гипса (включая гипсоцементно-пуццолановое и т.п. вяжущие);
- смешанных вяжущих – на основе двух и более вяжущих веществ (гипсоцементно-пуццолановые, шлакощелочные и др.);
- специальных вяжущих – битумных, дегтевых, полимерных и др.

По *виду заполнителя* бетоны могут быть на плотных (из плотных горных пород или шлаков), пористых (природных и искусственных минеральных), органических (измельченная древесина, стебли хлопчатника или рисовой соломы, костра конопли и льна) и специальных заполнителях (обеспечивающих специальные свойства).

По *условиям твердения* бетоны подразделяются на твердеющие в естественных условиях, в условиях тепловлажностной обработки при атмосферном давлении (пропаренные) и при давлении выше атмосферного (автоклавного твердения), тепловой обработки без контакта бетона с паровоздушной средой и в условиях отрицательных температур.

По *назначению* бетоны подразделяют на конструкционные и специальные. К конструкционным относят бетоны, используемые в несущих и ограждающих конструкциях зданий и сооружений и обеспечивающих, главным образом, прочность, жесткость, трещиностойкость несущих конструкций. Специальные бетоны предназначены для конструкций, эксплуатируемых в особых условиях или для

конструкций специального назначения, к которым относятся теплоизоляционные, конструкционно-теплоизоляционные, жаростойкие, химически стойкие, напрягающие, декоративные, радиационно-защитные, дорожные, гидротехнические и другие.

Кроме того бетоны подразделяются по показателям прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, средней плотности и т.п

### **8.3 Структура и свойство тяжелого бетона и раствора. Специальные виды тяжелого бетона.**

#### **Марки тяжелого бетона**

Самыми популярными являются марки М50 и М100. Их используют в ландшафтном дизайне, для обустройства придомовой территории или несложных ремонтных задач. При этом М150 подходит для создания надежных стяжек и отмостков. Выделяют и другие марки тяжелого бетона:

- М200 – для ремонта различных сооружений, восстановления основания, реставрации лестниц, внутренних перекрытий;
- М250 и М350 – возведение монолитных конструкций, железобетонных сооружений разной степени жесткости;
- М350 – также активно применяется для изготовления аэродромных плит;
- М400 – создание прочного покрытия для стен государственных учреждений, банковских хранилищ, для строительства мостов и гидротехнических объектов;
- М500 и М600 – строительство метрополитена с учетом требований к каждой отдельно взятой станции.

#### *Требования по ГОСТу*

Основные характеристики тяжелого бетона по ГОСТ – это устойчивость к морозу F500, минимальная усадка при схватывании (не более 0,20 мм на 1 м), водонепроницаемость в пределах W6-W12, а также прочность на растяжение Bt10-Bt40. При производстве смесей разных марок недопустимо отклонение от этих требований. Иначе могут быть изменены исходные показатели стройматериала. Стандарт производства смесей тяжелого бетона - ГОСТ 26633-2012.

**Структура тяжелого бетона.** Структуру бетона изучают на различных уровнях. *Макроструктуру* наблюдают невооруженным глазом или при небольшом увеличении. В качестве структурных элементов здесь выделяют крупный заполнитель, песок, цементный камень, воздушные поры. Иногда удобно принимать макроструктуру, состоящую из двух элементов: крупного заполнителя и растворной части, в которой объединяются цементный камень и песок. *Микроструктуру* наблюдают при большом увеличении под микроскопом. Так изучают структуру цементного камня, которая состоит из не прореагировавших зерен цемента, дисперсных частиц наполнителя, новообразований и микропор различных размеров. Большое значение для свойств бетона имеет различный характер микроструктуры цементного камня в объемном (в порах между зёрнами заполнителя) и пленочном (на их поверхности) состояниях. В межзерновом пространстве и крупных порах чаще появляются новообразования в кристаллическом виде.

**Свойства тяжелого бетона.** Основными свойствами бетона являются прочность, деформативные свойства, водонепроницаемость, морозостойкость, стойкость к химической и другим видам коррозии.



*Прочность* бетона характеризуют классами по прочности на сжатие, изгиб, растяжение. Основная характеристика прочности тяжелого бетона – это *класс по прочности на сжатие*, который определяется величиной гарантированной прочности на сжатие с обеспеченностью 95 % образцов бетона базового размера (кубов с ребром 15x15x15 см) в возрасте 28 суток после твердения в нормальных условиях (температура 15 – 20°C, относительная влажность среды 90 – 100 %).

Бетоны подразделяют на классы:

*B 3,5; B 5; B 7,5; B 10; B 12,5; B 15; B 20; B 25; B 30; B 35; B 40; B 45; B 50; B 55; B 60.*

На производстве контролируют среднюю прочность бетона на сжатие или марку бетона по прочности на сжатие. Соотношение между классом бетона по прочности на сжатие и его средней прочностью на сжатие выражается уравнением

$$B = R \cdot (1 - 1,64 \cdot v)$$

где *B* – класс бетона по прочности на сжатие, МПа; *R* – средняя прочность на сжатие, МПа; 1,64 – значение коэффициента Стьюдента для обеспеченности (уровня доверительной вероятности) 95 %; *v* – коэффициент вариации прочности бетона на производстве (в долях единицы).

Для перехода от класса бетона к средней прочностью, контролируемой на производстве, при нормативном коэффициенте вариации (13,5 %) используют формулу  $R = B / 0,778$ . Например, для класса *B 5* получим среднюю прочность 6,43 МПа, а для класса *B 40* – 51,4 МПа.

Средняя прочность бетона на сжатие на производстве характеризуется *марками по прочности на сжатие* (в десятых долях МПа) – М50, М75, М100, М150, М200, М250, М300, М350, М400, М450, М500, М600 и выше.

Для тяжелых бетонов, применяемых в строительстве дорог и аэродромов, устанавливаются классы и марки бетона по прочности при изгибе.

Прочность бетона зависит в основном от прочности (активности) цемента, качества заполнителей, водоцементного отношения В/Ц, времени и условий твердения. Прочность бетона повышается с увеличением прочности цемента, улучшением качества заполнителей, уменьшением водоцементного отношения.

Путем обобщения опытных данных получены две эмпирические формулы, отражающие зависимости прочности бетона от указанных выше факторов:

а) для обычного бетона при  $V/C \geq 0,4$  ( $C/V \leq 2,5$ )

$$R_b = A \cdot R_c (C/V - 0,5),$$

б) высокопрочного бетона при  $V/C < 0,4$  ( $C/V > 2,5$ )

$$R_b = A_1 \cdot R_c (C/V + 0,5),$$

где  $R_b$  – прочность бетона в возрасте 28 суток после твердения при нормальных условиях, МПа;  $A$  и  $A_1$  – коэффициенты, зависящие от качества заполнителей;  $R_c$  – активность цемента, МПа.

Со временем при благоприятных условиях твердения прочность бетона растет. Для ее ориентировочного определения в разном возрасте бетона используют формулу

$$R_n = R_{28} \frac{\lg n}{\lg 28},$$

где  $R_n$ ,  $R_{28}$  – пределы прочности бетона на сжатие в возрасте 28 суток.

Эта формула дает удовлетворительные результаты при  $n > 3$  суток для бетонов, приготовленных на рядовых портландцементях и твердеющих при температуре 15 – 20°C во влажной среде.

Высыхание бетона приводит к прекращению твердения, поэтому для набора его прочности требуется достаточная *влажность* окружающей среды (или принятие мер по предотвращению испарения влаги из бетона). При понижении *температуры* окружающей среды прочность бетона нарастает медленнее, чем при нормальной. При замерзании бетона его твердение прекращается, при этом замерзание в раннем возрасте вызывает резкое снижение прочности после оттаивания, что недопустимо. Повышение температуры среды по сравнению с нормальной активизирует взаимодействие цемента с водой и рост прочности бетона. На этом основан способ ускорения твердения бетона с помощью тепловой обработки при условии сохранения влажности окружающей среды.

Среди *деформативных свойств* бетона выделяют усадку, деформации при кратковременном и длительном (ползучесть) нагружениях, температурные деформации. *Усадка* бетона – это уменьшение его объема за счет действия капиллярных и молекулярных сил, проявляющееся со временем при недостаточной влажности среды, способствующей высыханию бетона. При твердении в воде или во влажных условиях усадка резко уменьшается. Быстрое высыхание бетона, особенно в раннем возрасте, приводит к значительной и неравномерной усадке, что вызывает появление усадочных трещин и ухудшение всех качественных показателей материала.

*Водонепроницаемость* бетона зависит от его пористости и ее характера. Бетон мелкопористой структуры, тщательно уплотненный и затвердевший, обладает определенной водонепроницаемостью в слоях достаточной толщины. Для бетонов конструкций, к которым предъявляются требования ограничения проницаемости или повышенной плотности и коррозионной стойкости, назначают марки по водонепроницаемости. Марки тяжелого бетона по водонепроницаемости: W 2; W 4; W 6; W 8; W 10; W 12; W 16; W 18; W 20. Эта характеристика определяется специальными испытаниями и показывает, до какого давления воды (в десятых долях МПа) бетон является для нее непроницаемым.

*Морозостойкость* бетона зависит от его структуры и прежде всего количества капиллярных открытых пор. Капиллярная пористость бетона уменьшается, а его морозостойкость увеличивается при меньших значениях В/Ц и достаточном сроке твердения. Для бетонов конструкций, подвергающихся в процессе эксплуатации попеременному замораживанию и оттаиванию, назначают марки по морозостойкости: F 50; F 75; F 100; F 150; F 200; F 300; F 400; F 500; F 600; F 800; F 1000.

#### *Специальные виды тяжелых бетонов*

*Высокопрочный бетон.* Бетон марок 600, 1000 и более. Получают из высокомарочных цементов, мытых фракционированных заполнителей, В/Ц 0,27 – 0,4, эффективные добавки, суперпластификаторы. Преимущества: в преднапряженных конструкциях расход стали снижается на 10 – 20%, расход бетона – на 10 – 30%, за счёт уменьшения сечения конструкции.

*Гидротехнический.* Должен обеспечивать длительную эксплуатацию сооружений, требуется в огромных количествах. В зависимости от расположения гидротехнические бетоны бывают: 1) подводные; 2) надводные; 3) зоны переменного уровня.

*Кислотоупорный бетон.* Вяжущее – кислотоупорный цемент (с растворимым стеклом). Заполнители: кварц, песок, гранитный щебень. Отвердитель – кремнефтористый натрий. Зерновой состав подбирают такой, чтобы обеспечить

высокую плотность, укладывают с вибрацией. Твердеет 10 сут. на воздухе при температуре 10 – 15°C. Поверхность обрабатывают кислотой.

*Жароупорный бетон.* В жаростойкие бетоны вводят тонкомолотые добавки, которые реагируют с известью, образуя более устойчивые соединения: зола, пемза, шлак. Шлакопортландцемент, содержащийся в таких добавках, выдерживают температуру 900°C, однако бетон на шлакопортландцементе нельзя применять в дымовых трубах, где есть сернистый газ. В этих условиях и до 1000°C хорош бетон на жидком стекле. Глинозёмистый цемент без добавок может выдержать 1580°C, а высокоглинозёмистые – 1700°C. Заполнители: бескварцевые горные породы (сиенит, диабаз, габбро, пемзу, туф, пепел); бой глиняного кирпича, отвальные шлаки доменных печей; для более жаростойких бетонов заполнителями являются огнеупорные материалы (шамот, хромитовая руда и т.д.).

*Бетон для защиты от радиации.* Цементы в таких бетонах в основном алюминатные, при гидратации они связывают большое количество воды, образуя соединения типа гидросульфоалюмината кальция. В качестве заполнителей используют тяжёлые материалы: магнетит, гематит (с содержанием железа не менее 60%), лимонит, барит, дробь чугунную, свинцовую. Мелкий заполнитель: лимонитовый песок.

*Декоративный бетон.* Применяют для облицовки крупных блоков и панелей наружных стен, для отделки интерьеров, в дорожном строительстве.

#### **8.4 Легкие бетоны на пористых заполнителях. Ячеистые бетоны.**

*Легкие бетоны,* отличающиеся высокой пористостью и сравнительно небольшой средней плотностью, широко используют для изготовления несущих и ограждающих сборных бетонных и железобетонных конструкций. Применение их взамен кирпича и тяжелого бетона дает возможность повысить теплозащитные качества ограждений, что, в свою очередь, позволяет уменьшить толщину и массу стен зданий, сократить транспортные расходы.

Легкие бетоны на пористых заполнителях имеют разновидности, которые отличаются видом применяемого крупного заполнителя, структурой самого бетона и его назначением.

В зависимости от вида применяемого крупного пористого заполнителя легкие бетоны разделяют на керамзитобетон, аглопоритобетон, шлакобетон, пемзобетон и т.д.

Основными свойствами легких бетонов на пористых заполнителях являются плотность, теплопроводность, прочность и морозостойкость.

*Виды ячеистых бетонов.* Ячеистый бетон — искусственный каменный материал, состоящий из затвердевшего вяжущего вещества с равномерно распределенными в нем замкнутыми порами в виде ячеек диаметром не более 1—2 мм, заполненных воздухом или газом. Ячеистые бетоны получают в результате твердения предварительно вспученной смеси минерального вяжущего, тонкодисперсного кремнеземистого компонента, порообразователя и воды. В объеме ячеистого бетона до 85 % пор, они равномерно распределены в его теле и разделены одна от другой тонкими и прочными перегородками из цементного камня или иного вяжущего вещества.

Существует много разновидностей ячеистых бетонов. Их классифицируют по способу получения пор, видам вяжущих веществ, условиям твердения, а также по назначению.

В зависимости от способа образования пористой структуры ячеистые бетоны делят на газо- и пенобетоны.

По назначению ячеистый бетон разделяют на следующие виды:

- ✓ теплоизоляционные;
- ✓ конструкционно-теплоизоляционные;
- ✓ конструкционные (для изготовления несущих и одновременно теплоизоляционных строительных конструкций, панелей междуэтажных перекрытий и др.).

### 8.5 Сухие строительные смеси.

*Сухие строительные смеси (ССС)* – это тщательно перемешанные композиции рационального состава, в которые в сухом виде входят вяжущие вещества, фракционированные заполнители, тонкодисперсные минеральные компоненты, химические добавки. Широкое применение в настоящее время сухих строительных смесей обусловлено расширением номенклатуры растворов, необходимостью обеспечения их качества в условиях их многокомпонентности и использования малых и сверхмалых количеств химических добавок (что практически невозможно при непосредственном приготовлении растворных смесей на строительной площадке).

Сухие строительные смеси подразделяются на простые и модифицированные. Наличие большого числа добавок, введенных в строго необходимом количестве, – одно из главных отличий модифицированной сухой смеси от товарного раствора, позволяющее регулировать в достаточно широком диапазоне как строительно-технологические, так и эксплуатационные свойства смесей. Использование модифицированных различными добавками сухих смесей позволяет реализовать тонкослойные технологии при выполнении плиточных и штукатурных работ, устройстве полов, при выравнивании стен и потолков.

*Модификаторы*, или добавки, вносимые в смесь в небольших количествах (от 0,5 до 8 % общего объёма смеси), радикально изменяют физико-химические характеристики смеси. В результате она приобретает новые, улучшенные эксплуатационные свойства.

Эти новые свойства сухим смесям придают в частности *водорастворимые полимеры*. В течение 20-30 минут строительный раствор сохраняет пластичность при оптимальном водоцементном отношении. Благодаря медленному высыханию, исключается появление трещин. Увеличиваются эластичность и предел прочности при сжатии, растяжении и изгибе. Повышается фиксирующая способность на различных поверхностях (бетоне, стали, пористых материалах), в том числе и на таких, с которыми цементный раствор склеивается плохо (дерево, пластмасса).

Компенсируются деформации, возникающие из-за неодинакового линейного расширения основы и покрытия. Слой штукатурки или клея удаётся сделать значительно тоньше обычного. Всё это расширяет возможности строителей и реставраторов и поднимает качество отделочных работ на значительно более высокий уровень.

Для дальнейшего улучшения свойств сухих смесей водорастворимые полимеры применяют в сочетании с ретиспергируемыми порошками.

*Редиспергируемые порошки* – вторая группа модификаторов сухих смесей. В водном растворе сухой смеси редиспергируемый порошок превращается в клеевую полимерную субстанцию, которая после высыхания оставляет эластичные мостики в порах наносимого на основу отделочного материала и на его границе с основой. Эти мостики имеют прочность на разрыв более 5 МПа, что обеспечивает высокую адгезию с основой штукатурки, шпатлёвки или клея. Одновременно повышается эластичность при нанесении раствора на основу, а также влагостойкость и прочность на изгиб и истираемость.

Важной характеристикой редиспергируемого порошка является минимальная температура плёнообразования, ниже которой полимерные частички теряют эластичность. Чем ниже минимальная температура плёнообразования, тем легче работать в холодное время года. Некоторые из редиспергируемых порошков дают возможность вести отделочные работы зимой без потери качества.

Наряду с водорастворимыми полимерами и редиспергируемыми порошками применяют, хотя и значительно реже, другие добавки (пластификаторы, замедлители схватывания, гидрофобизаторы, пеногасители и т.д.).

Завод сухих смесей, который имеет несколько силосов для песка, позволяет выполнить раздельное дозирование мелкой, средней и крупной фракций в необходимом количестве, но только в том случае, если песок перед загрузкой будет высушен и разделен на фракции нужных размеров. При этом влажность песка и наполнителей не должна превышать 0,1 %.

Изготавливаемые в настоящее время цементно-песчаные сухие смеси производятся на основе традиционно выпускаемого портландцемента марок ПЦ-400 или ПЦ-500, что не всегда экономически и технологически оправданно. Вместе с тем большинство регионов страны располагает достаточными запасами местных материалов для организации производства наполненных композитных вяжущих низких и средних марок и сухих строительных смесей на их основе.

## **Лекция 9 Сборные железобетонные и бетонные строительные изделия.**

Содержание

9.1 Виды железобетонных изделий.

9.2 Применение бетона в монолитных железобетонных конструкциях.

9.3 Транспортирование и складирование железобетонных изделий.

9.4 Арматура

### **9.1 Виды железобетонных изделий.**

Железобетон - это сочетание бетона и стальной арматуры, монолитно соединенных и совместно работающих в конструкции. Прочность бетона при растяжении значительно меньше, чем при сжатии, поэтому в железобетонных конструкциях он предназначен для восприятия сжимающих усилий; сталь же, обладающая высоким временным сопротивлением при растяжении и вводимая в бетон в виде арматуры, используется главным образом для восприятия растягивающих усилий. Взаимодействие столь различных материалов весьма эффективно: бетон при твердении прочно сцепляется со стальной арматурой и надежно защищают ее от коррозии.

*Основные характеристики железобетона*

Как любой строительный материала, железобетонных изделий имеют свои преимущества, и недостатки. Преимуществ существенно больше, к ним относятся:

- долговечность. Сооружения из железобетона огнестойки и долговечны, не требуют специальных защитных мер от атмосферных воздействий;
- высокая прочность и устойчивость к нагрузкам. Прочность бетона со временем увеличивается, а арматура не поддается коррозии, будучи защищенной окружающим её бетоном. Железобетон обладает высокой несущей способностью, хорошо воспринимает статические и динамические нагрузки
- технологичность, разнообразие форм. Из железобетона относительно легко создавать сооружения и конструкции самых разных форм, достигающих большой архитектурной выразительности.
- низкая стоимость. В железобетоне основной объем занимают повсеместно распространенные материалы - щебень, гравий, песок.
- простота монтажа, быстрые темпы строительства. Готовые железобетонные изделия обеспечивают высокие темпы возведения зданий и сооружений.

Значительный недостаток железобетонных изделий - большая плотность - в значительной мере устраняется при использовании легких бетонов (на искусственных и природных пористых заполнителях) и ячеистых бетонов.

#### *Классификация железобетонных изделий*

*По виду армирования* выделяют железобетонных изделий:

- предварительно напряжённые
- с обычным армированием

*По плотности и виду бетона:*

- из особо тяжёлых бетонов ( $\rho$  более 2500 кг/м<sup>3</sup>)
- из тяжёлых бетонов ( $\rho=1800...2500$  кг/м<sup>3</sup>)
- из лёгких бетонов ( $\rho$  менее 1800 кг/м<sup>3</sup>)
- из особо лёгких бетонов ( $\rho = 700$  кг/м<sup>3</sup>)

*По виду вяжущего:*

- из цементного бетона
- силикатобетонные ЖБИ
- гипсобетонные ЖБИ

*По внутреннему строению:*

- сплошные
- пустотелые
- изготовленные из бетона одного вида
- изготовленные из бетонов разных видов

*По назначению:*

- для жилых и общественных зданий
- для промышленных зданий
- для инженерных сооружений
- для фундаментов зданий (фундаментные плиты, бетонные блоки для стен подвалов, фундаментные блоки стаканного типа)
- железобетонные изделия для каркасов зданий (колонны, ригели, балки, прогоны, фермы, арки)
- стеновые бетонные блоки (простеночные блоки, перемычечные блоки)
- стеновые панели (панели наружных стен отапливаемых зданий, панели наружных стен неотапливаемых зданий и внутренних несущих стен, панели перегородок)

- изделия для инженерных сооружений (плиты покрытий дорог, бортовые камни, элементы мостов и путепроводов, шпалы, осветительные столбы и столбы, контактной сети, напорные и безнапорные железобетонные трубы, элементы коллекторов)
- элементы междуэтажных перекрытий
- панели и плиты покрытий
- санитарно-технические устройства
- лестничные марши и площадки
- железобетонные перемычки

Номенклатура сборных железобетонных изделий и конструкций весьма обширна и насчитывает сотни наименований. Классифицируются они по многим признакам в т.ч. и по назначению.

Различают железобетонные изделия для жилых, общественных и промышленных зданий, инженерных сооружений. Все они в свою очередь подразделяются на изделия для фундаментов, каркасов зданий, стен, перекрытий и покрытий, лестниц и санитарно-технического назначения.

#### **Изделия для фундаментов зданий.**

*Фундаментные плиты*, представляют собой массивные железобетонные изделия трапециевидальной или прямоугольной формы. Изготавливают из бетона класса  $C^{12/15}$  и армируют металлической сеткой.

*Блоки для стен подвалов* выпускают из бетонов плотной структуры класса  $C^{8/10} \dots C^{12/15}$ . Армируют их только монтажной арматурой, а в торцевой части устраивают пазы, заполняемые при монтаже раствором.

*Блоки стаканного типа* для монтажа колонн. Могут состоять из одного или двух элементов (отдельно блок и стакан)

**Изделия для каркасов зданий** изготавливают из тяжелого бетона класса не ниже  $C^{12/15}$  и армируют несущей арматурой. К ним относят колонны, ригели, прогоны, балки, фермы, арки и др.

*Ригели, балки и фермы* изготавливают в основном из предварительно напряженного железобетона и все они имеют закладные детали для надежной связи друг с другом и передачи нагрузки. Балки в зависимости от перекрываемого пролета могут иметь тавровое или двутавровое сечение с отверстиями в вертикальной стенке для снижения массы. Длина их, как правило, 12, 18 и 24 м. Изготавливают балки из бетона классов  $C^{20/25} \dots C^{25/30}$ . Фермы применяют для перекрытия пролетов 30 м и более, а арки – для пролетов более 60 м.

Изделия для каркасов промышленных зданий отличаются большей несущей способностью и размерами. Например, высота *колонн* для жилых зданий достигает 7,5 м, а промышленных – 35 м.

**Стеновые блоки** различают для наружных стен, простеночные, перемычечные и др. Для наружных стен блоки могут быть одно- и двухслойные. Изготавливают их из легкого, ячеистого и других видов бетона классов В2...В7,5 и плотностью 600...1500 кг/м<sup>3</sup>. Блоки для внутренних стен изготавливают однослойными. Если из тяжелого бетона (в зависимости от конструктивного решения стены) то классов  $C^{8/10} \dots C^{12/15}$ , из легких ячеистых – классов В2...В3,5.

**Стеновые панели** изготавливают, как правило, высотой на этаж и длиной до 6 м. В зависимости от назначения и конструктивных особенностей различают:

- *панели наружных стен отапливаемых зданий* – могут быть однослойные из легких бетонов класса не ниже В3,5 и многослойными из тяжелого бетона класса не ниже С<sup>12</sup>/15 с теплоизоляционным слоем;
- *панели наружных стен неотапливаемых зданий* и внутренних несущих стен тоже изготавливают из тяжелого и легкого бетонов класса не ниже С<sup>8</sup>/10;
- *панели перегородок* могут быть армированные и неармированные из различных видов бетона в т. ч. и гипсобетона.

Все панели выпускают с наружной защитно-декоративной отделкой и внутренней, подготовленной под покраску, оклейку обоями и т.д.

**Элементы междуэтажных перекрытий** (*настилы, плиты и панели перекрытий*) изготавливаются из обычного бетона не ниже класса С<sup>12</sup>/15 с круглыми или овальными пустотами. Армируют их обычной или преднапряженной арматурой. Нижняя сторона таких панелей выпускается в готовом к отделке виде и служит потолком, а верхняя – основанием пола.

**Панели и плиты покрытий** могут быть однослойными из тяжелого или легкого конструкционного бетона, слоистыми из тяжелого бетона с теплоизоляционным слоем и комбинированными в виде плит из ячеистого бетона с ребрами из тяжелого бетона. Классы таких бетонов должны быть не менее: тяжелого С<sup>12</sup>/15, легкого на пористых заполнителях - С<sup>8</sup>/10 и ячеистого – В3,5.

**Лестничные марши и площадки** изготавливают из бетона класса не ниже С<sup>12</sup>/15 армированного стальной сеткой. Ступени лестниц должны иметь отделанную поверхность, а площадки, как правило, покрывают керамической плиткой.

**К санитарно-техническим устройствам** относят санитарно-технические кабины, блоки для устройства вентиляции, отопительные панели и т.п.

**В номенклатуру изделий для инженерных сооружений** входят плиты покрытий дорог, бортовые камни, элементы мостов и путепроводов, шпалы, осветительные столбы, напорные и безнапорные трубы, элементы коллекторов и т.и другие изделия.

## 9.2 Применение бетона в монолитных железобетонных конструкциях.

Монолитный железобетон позволяет создавать разнообразные архитектурные формы и конструктивные решения зданий и сооружений не ограниченные сборными типоразмерами изделий.

Монолитные конструкции сооружают в основном из тяжелого бетона или легкого бетона на пористых заполнителях. Стены жилых зданий возводят и из ячеистого бетона. В защитных монолитных конструкциях применяют специальные бетоны: особо тяжелый, жаростойкий, кислотоупорный и др.

Арматуру, как правило, изготавливают в арматурно-сварочных цехах или на заводе в виде укрупненных элементов - сварных сеток и блоков-каркасов.

Предусматривается автоматизация приготовления бетонной смеси, комплексная механизация ее транспортировки и уплотнения. Бетонную смесь транспортируют так, чтобы она не расслаивалась и не изменяла свой состав, вследствие попадания атмосферных осадков или чрезмерного испарения воды при действии ветра и солнечных лучей.

Бетонную смесь перевозят автосамосвалами, при дальней же перевозке используют автобетоносмесители. Сухие компоненты загружают в барабан



автобетоносмесителя на центральной дозировочной установке, а готовят бетонную смесь за 5-10 мин до прибытия к месту работ. В автобетоносмесителях перевозят и готовые бетонные смеси, что позволяет сохранить их однородность, используя повторное перемешивание.

Транспортирование бетонных смесей на строительной площадке осуществляют кранами, транспортерами и по трубам с помощью бетононасосов или пневмонагнетателей. Пневматический способ отличается простотой и позволяет подавать бетонные смеси сжатым воздухом по трубам на расстояние до 150 м.

Бетонирование монолитных конструкций производят непрерывно или с перерывами, т.е. участками или блоками. Непрерывную укладку бетона осуществляют в том случае, когда требуется повышенная монолитность и однородность бетона, и поэтому нежелательно наличие рабочих швов. Это относится к предварительно напряженным железобетонным конструкциям, фундаментам, воспринимающим динамические усилия от оборудования и т.п.

Массивные сооружения (плотины, шлюзы, массивные фундаменты и т.п.) разрезают рабочими швами на блоки. Объем блока устанавливают с учетом возникающих в бетоне температурных и усадочных напряжений.

Бетонную смесь подают так, чтобы не было расслоения, поэтому бетонная смесь поступает к месту укладки по вертикальным "хоботам", виброжелобам и наклонным лоткам, при этом высота свободного падения смеси не должна превышать 2 м.

Бетонную смесь укладывают слоями, толщину которых устанавливают с учетом ее хорошего уплотнения вибраторами. При внутреннем вибрировании наибольшая толщина слоя составляет 1,25 длины рабочей части вибраторов, при поверхностном вибрировании не превышает 12-25 см. Шаг перестановки внутренних вибраторов не должен превышать полутора радиусов их действия.

Уход за бетоном начинают сразу после укладки и уплотнения бетонной смеси и продолжается в течение всего периода выдерживания бетона до достижения им проектной прочности. Качество бетона зависит от ухода за ним, целью которого является создание и поддержание температурно-влажностных условий, благоприятных для гидратации цемента. В летнее время поверхность свежесуложенного бетона должна быть защищена от высыхания, а в первые часы твердения и от дождя. Для этого открытые горизонтальные поверхности по окончании бетонирования засыпают слоем влагоемкого материала-песка, опилок, шлака или покрывают мешковиной, пленками. В сухую погоду покрытие поддерживают во влажном состоянии до достижения бетоном не менее 70% проектной прочности. Вертикальные поверхности опалубки защищают от высыхания, периодически увлажняют. После снятия опалубки вертикальные поверхности бетонных сооружений поливают водой.

В районах с сухим жарким климатом предусматривают мероприятия, сохраняющие влагу в бетонной смеси; применяют пленкообразующие составы, отражающие солнечные лучи, укрывают полимерными пленками, заливают горизонтальные поверхности водой и др.

Для бетонирования в зимних условиях в нашей стране разработаны специальные способы, направленные на то, чтобы обеспечить нормальный режим твердения бетона: закрывают опалубку утеплителем - "метод термоса", что сохраняет тепло, выделяемое при гидратации цемента, подогревают заполнитель и воду, применяют различный прогрев бетонной смеси, вводят добавки хлористых солей натрия и кальция и др.

Сборно-монолитные конструкции представляют собой заранее изготовленные сборные элементы и дополнительно уложенные на месте строительства монолитный бетон (бетон омоноличивания) и арматуру. После приобретения монолитным бетоном прочности такая конструкция работает как единое целое, в случае обеспечения надежного сцепления нового и старого бетона

Конструктивное сочетание сборных элементов и монолитного бетона во многих случаях является экономически выгодным, так как сборно-монолитные конструкции, объединяя достоинства тех и других, лишены некоторых их недостатков.

Для возведения сборномонолитных конструкций в отличие от монолитных не требуется специальной опалубки, подмостей и лесов. Поэтому монолитный бетон сборно-монолитных конструкций дешевле бетона монолитных конструкций, а также пропаренного бетона сборных элементов. В сборных элементах сборно-монолитных конструкций весьма эффективно применение предварительно напряженной высокопрочной арматуры. Установкой дополнительной арматуры в опорных участках монолитного бетона легко обеспечивается неразрезность соединений элементов.

### **9.3 Транспортирование и складирование железобетонных изделий.**

Транспортировка ЖБИ, как правило, осуществляется на обычных грузовых машинах. Крупноразмерные транспортируют на специальном транспорте. Стеновые панели транспортируют на панелевозах. Разгрузка ЖБИ осуществляется краном. Складирование ЖБИ осуществляют согласно требованиям ГОСТа и ТУ. Изделия укладывают в штабеля монтажными петлями вверх. Положение ЖБИ должно воспроизводить условия их работы в здании.

Повреждения изделий могут происходить как при их транспортировке, так и при складировании. Даже если изделия приобретены с целью использования в ближайшее время, для них необходимо обеспечить правильные условия хранения: площадка для складирования должна быть ровной, а изделия не должны контактировать с грунтом, желателен навес или укрывающего материала. Плиты перекрытий желателен прокладывать между собой деревянными брусками (для снятия напряжений).

### **9.4 Арматура**

*Арматурой* называют стержни, размещаемые в бетоне в соответствии с расчетом, конструктивными и производственными требованиями. Арматуру в железобетонных конструкциях устанавливают для восприятия растягивающих напряжений или усиления сжатого бетона. В качестве арматуры применяют в основном сталь. В ряде случаев возможно применение и других материалов, например стеклопластика, обладающего высокой прочностью, химической стойкостью. Однако этот материал значительно дороже стали и его целесообразно применять лишь в конструкциях, к которым предъявляются специальные требования коррозионной стойкости, электроизолирующей способности и немагнитности.

#### **Виды арматуры.**

По назначению различают арматуру рабочую, устанавливаемую по расчету, конструктивную и монтажную, применяемые из конструктивных и технологических соображений. Конструктивная арматура воспринимает не учитываемые расчетом

усилия от усадки бетона, изменения температуры, равномерно распределяет усилия между отдельными стержнями и т.п.; монтажная обеспечивает проектное положение рабочей арматуры, объединяет ее в каркасы и т.п.

По способу изготовления различают арматуру *горячекатаную* (получаемую способом проката)—*стержневую* и *холоднотянутую* (изготавливаемую путем вытяжки в холодном состоянии) —*проволочную*.

По *профилю поверхности* различают арматурные стали гладкие и периодического профиля. Последние обладают лучшим сцеплением с бетоном и в настоящее время являются основной арматурой.

По способу применения арматуру делят на напрягаемую и ненапрягаемую.

Горячекатаная и холоднотянутая арматура называется гибкой. Помимо нее в конструкциях в ряде случаев применяют жесткую (несущую) арматуру из прокатных или сварных двутавров, швеллеров, уголков и т. п.

## **Лекция 10 Искусственные каменные материалы изделия на основе минеральных вяжущих веществ.**

Содержание

10.1 Силикатные изделия.

10.2 Гипсовые, гипсобетонные и асбестоцементные материалы и изделия.

10.3 Изделия на основе магнезиальных вяжущих веществ.

10.4 Свойства асбестоцементных, кровельных материалов, гипсокартонных материалов и изделий, влияющих на качество и технологические процессы в строительстве.

### **10.1 Силикатные изделия.**

Силикатные изделия получают в результате формования и последующей автоклавной обработки смеси извести или других вяжущих веществ на ее основе, тонкодисперсных кремнеземистых добавок, песка и воды. Область применения, этих материалов, обширна — от несущих и ограждающих конструкций до отделки зданий и сооружений.

Автоклавные материалы — строительные материалы, подвергшиеся обработке в автоклаве при температуре 175—200 °С и насыщении водяным паром под давлением 1,6 Мн/м<sup>2</sup> (9—16 кгс/см<sup>2</sup>) в течение 8—16 часов, получаемые из смеси извести и кварцевого песка и твердеющие при повышенной температуре и давлении. В результате физико-химического взаимодействия извести, песка и воды образуются гидросиликаты кальция, обуславливающие твердение и монолитность материала

Силикатный кирпич — искусственный каменный материал, изготавливаемый из смеси кварцевого песка и извести путем прессования под большим давлением и последующего твердения в автоклаве. Исходными материалами являются воздушная известь 7—10 % в расчете на СаО, кварцевый песок 92—94 % и вода.

Силикатный кирпич выпускают двух видов: одинарный размером 250x120x65 мм и утолщенный размером 250x120x88 мм. Силикатные камни – 250x120x138мм. Модульный кирпич изготавливают с технологическими пустотами, замкнутыми с одной стороны. Цвет кирпича светло-серый, но он может быть и цветным за счет введения в состав пигментов. Плотность 1800—1900 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,82—0,87 Вт/

/(м°С). Марки по прочности: 75, 100, 125, 150, 200 и 300, по морозостойкости: 15, 25, 35, 50, водопоглощение 8— 16 % по массе.

Силикатный кирпич обычно применяется для возведения несущих и самонесущих стен и перегородок, одноэтажных и многоэтажных зданий и сооружений, внутренних перегородок, заполнения пустот в монолитно-бетонных конструкциях, наружной части дымовых труб.

*Силикатными бетонами* называют большую группу бетонов автоклавного твердения, получаемых на основе известково-песчаного, известково-золевого или других известково-кремнеземистых вяжущих. Кроме того, в качестве вяжущего могут использовать молотые доменные шлаки.

Плотный мелкозернистый силикатный бетон, в отличие от тяжелого бетона, в своем составе не содержит крупного заполнителя (гравия или щебня).

Прочность его при сжатии колеблется в довольно широких пределах (15-60 МПа) и зависит от состава смеси, режима автоклавной обработки и других факторов. Водостойкость силикатного бетона удовлетворительная. При полном водонасыщении снижение их прочности не превышает 25%. Морозостойкость - 25-50 циклов, а при добавке портландцемента она повышается до 100 циклов.

Из плотного силикатного бетона выполняют крупные стеновые блоки наружных стен с щелевыми пустотами и внутренних несущих стен, панели и плиты перекрытий, колонны, балки и прогоны, лестничные площадки и марши, цокольные блоки и другие армированные изделия.

В легких силикатных бетонах в качестве заполнителей используют керамзит, гранулированный шлак, шлаковую пемзу и другие пористые материалы в виде гравия и щебня. Из легких силикатных бетонов на пористых заполнителях изготавливают блоки и панели наружных стен жилых зданий.

Ячеистые силикатные бетоны, в зависимости от способа образования пористой структуры, разделяют на пено- и газосиликаты. Их получают при автоклавной обработке известково-песчаной пластичной смеси, в состав которой вводят устойчивую пену (пеносиликат) или алюминиевую пудру и другие газообразователи (газосиликат).

По назначению легкие и ячеистые силикатные бетоны делят на: теплоизоляционные, конструкционно-теплоизоляционные и конструкционные.

Изделия из силикатобетона не рекомендуются для конструкций, подверженных значительному увлажнению (фундаментов, цоколей, подоконников, карнизов и др.).

## **10.2 Гипсовые, гипсобетонные и асбестоцементные материалы и изделия.**

Изделия, получаемые на основе гипсового вяжущего вещества, разделяют на гипсовые и гипсобетонные. Гипсовые изделия изготавливают из гипсового теста, иногда с минеральными или органическими добавками для улучшения технических свойств готовой продукции, гипсобетонные — из смеси с применением мелкозернистых и крупных пористых заполнителей: минеральных — шлака, ракушечника, туфового и пемзового заполнителя и других и органических — древесных опилок, камыша и т. п.. Для уменьшения плотности к гипсовым смесям добавляют вспенивающие вещества.

Гипсовые бетоны - быстротвердеющие. Так, предел прочности при сжатии бетонов на ГЦПВ через 2 ч составляет 20.. 30 % от 28-суточной прочности. Это позволяет распалубливать изделия вскоре после формования.

Гипсовые и гипсобетонные изделия могут быть сплошные и пустотелые (объем пустот более 15%), армированные и неармированные. По назначению их делят на панели и плиты перегородочные; листы обшивочные (гипсовая сухая штукатурка); камни стеновые; изделия перекрытий; теплоизоляционные материалы; архитектурно-декоративные детали.

Бетоны на основе строительного гипса благодаря ряду ценных свойств вяжущего вещества (быстрое твердение в обычных условиях и способность легко формироваться) являются перспективными при изготовлении крупногабаритных элементов для сборного строительства. Они характеризуются низкой теплопроводностью и звукопроводностью (при относительно малой средней плотности), имеют достаточную прочность, легко поддаются механической обработке и окрашиваются в различные цвета.

К недостаткам изделий из гипса и гипсобетона следует отнести низкую водостойкость, гигроскопичность, хрупкость и малую прочность при изгибе.

Такие изделия и конструкции нельзя применять в помещениях с влажностью воздуха более 60%.

*Гипсобетонные панели* выпускают размером на комнату (высотой - до 3 м, длиной - до 6 м, толщиной - 60... 100 мм), сплошными и с проемами для дверей и фрамуг. Панели, предназначенные для помещений с влажностью не более 60 %, изготавливают из бетона на строительном гипсе прочностью при сжатии не менее 3,5 МПа, для санузлов и вентиляционных коммуникаций - на ГЦПВ прочностью 7 МПа и более.

*Гипсобетонные плиты* изготавливают из гипсового теста или растворных и гипсобетонных смесей. Они могут быть сплошными и пустотелыми, с размерами 0,8x0,4 м при толщине 80... 100 мм. Гипсобетонные плиты применяют для устройства перегородок и в качестве огнезащитной облицовки деревянных конструкций. Большинство плит имеют паз и гребень, что облегчает монтаж перегородок. Средняя плотность плит зависит от состава смеси и способа уплотнения и равна 1100... 1300 кг/м<sup>3</sup>, прочность на сжатие - не менее 5 МПа.

*Листы гипсокартонные* представляют собой отделочный материал, который состоит из армирующего слоя (картона) и сердечника (гипсового теста с применением наполнителей и теплоизоляционной технической пены). Использование картона повышает прочность изделия и позволяет производить отделку помещения без подготовки.

*Гипсобетонные камни* для наружных стен изготавливают сплошными и пустотелыми. Такие камни могут быть использованы для кладки стен неответственных зданий. Мелкие стеновые камни выпускают из чистого гипса плотной или ячеистой структуры и из легких гипсовых бетонов. Гипсовые камни выпускают размерами 250x120x140 мм, 390x190x140 мм и др. Средняя плотность гипсобетонных пустотелых камней - 1000... 1350 кг/м<sup>3</sup>, влажность - не более 8 %, морозостойкость - не менее 10... 15 циклов.

Помимо перечисленных выше материалов из гипсовых и гипсобетонных композитов можно изготавливать изделия для перекрытий: самонесущие плиты и несущие гипсовые и гипсобетонные камни. Эти изделия выпускаются как сплошными, так и пустотелыми, армированными и неармированными, с каркасом и

без каркаса. Гипсовые и гипсобетонные изделия применяются в качестве вкладышей и для заполнения ребристых панелей перекрытий в жилых и подсобных зданиях и неотчетственных сооружениях.

*Асбестоцемент* - строительный композиционный материал, представляющий собой затвердевший цементный камень, армированный волокнами асбеста.

Асбестоцементные изделия получают формованием смеси асбеста, портландцемента и воды. Волокна асбеста выполняют роль своеобразной арматуры асбестоцементных изделий, а портландцемент, затворенный водой, является связующим веществом.

Благодаря этим качествам изделия из асбестоцемента имеют срок службы до 50 лет, что в несколько раз больше срока службы аналогичных металлических конструкций, пластмасс, рубероида, дерева и других материалов. Кроме того, асбестоцементные изделия хорошо режутся и окрашиваются, что придает им эстетичный вид и делает пригодными для различного рода дизайнерских решений.

Для производства асбестоцементных изделий используют коротковолокнистый асбест 3, 4, 5 и 6 сортов. Асбест не сгорает, имеет малую тепло- и электропроводность.

Портландцемент, применяемый для изготовления асбестоцементных изделий, должен иметь марку не ниже 400. В его состав не допускаются никакие добавки, кроме гипса. При производстве изделий методом автоклавной обработки рекомендуется песчаный портландцемент, содержащий около 50 % молотого песка. Для изготовления облицовочных изделий используют также цветные цементы. Вода, применяемая для изготовления асбестоцементных изделий, не должна содержать органических веществ, глинистых примесей и солей.

В зависимости от вида асбестоцементных изделий назначают состав смеси: для листовых изделий количество асбеста 10-18 % и цемента 82-90 % по массе, а для труб - соответственно 15-21 и 79-82 %.

Асбестоцементные изделия обладают высокой прочностью, морозостойкостью и малой водопроницаемостью. Они теплостойки, имеют пониженную теплопроводность, их сравнительно легко обрабатывать. Под влиянием влаги они не корродируют, со временем их прочность несколько увеличивается. Недостаток асбестоцементных изделий - малое сопротивление удару и коробление.

*Листы волнистые* имеют форму прямоугольника с шестью (восемью) волнами, направление гребней которых совпадает с направлением большей стороны прямоугольника. Длина волнистых листов обыкновенного профиля (ВО) - 1200, ширина - около 700 и толщина - 5,5 мм. Листы волнистые усиленного профиля (ВУ) несколько толще, что позволяет изготавливать их больших размеров. Длина их - 2800, ширина - около 1000 и толщина - 8 мм. В последние годы разработан новый тип асбестоцементных волнистых листов - СВ-40-250 размером 2500x1150x6 мм.

*Листы, профилированные* должны быть строго прямоугольной формы, без трещин и отколов. Предел прочности при изгибе листов ВО должен быть не менее 16 МПа, ВУ - свыше 18 МПа, водопоглощение листов - не выше 28 %, морозостойкость - не ниже Мрз 25. Профилированные асбестоцементные листы применяют для устройства кровель, облицовки стен, ограждений балконов и т.п. Плоские облицовочные асбестоцементные плиты выпускают непрессованными и прессованными повышенной прочности (при изгибе не менее 25 МПа) толщиной 4-10, шириной до 1600 и длиной до 2800 мм. В процессе формования их лицевую поверхность отделывают в зависимости от назначения декоративным

асбестоцементным слоем, окрашивают водостойкими эмалями, полируют, а также делают рельефной, имитирующей керамическую глазурованную плитку. Плиты, окрашенные водостойкими эмалями, в последнее время с успехом применяют для облицовки панелей, потолков, стен санитарных узлов и кухонь жилых и общественных зданий.

*Асбестоцементные трубы* широко применяют для устройства водопроводов (напорные трубы), канализации (безнапорные трубы), газопроводов и сетей механизированного орошения полей. Асбестоцементные водопроводные трубы имеют длину 2950-3950, внутренний диаметр - 50-500, толщину стенок - 9-43,5 мм. Трубы должны быть прямыми, строго цилиндрической формы, с гладкой внутренней поверхностью и без трещин. Напорные трубы выпускают нескольких марок с рабочим давлением от 0,3 до 1,2 МПа. Длина канализационных труб - 2500-4000, внутренний диаметр - 50-600, толщина стенок - 7-18 мм. Для соединения водопроводных и канализационных труб используют соединительные асбестоцементные муфты. Вентиляционные короба изготавливают круглого и прямоугольного сечения, безраструбные или с раструбом на одном конце.

### **10.3 Изделия на основе магнезиальных вяжущих веществ.**

Магнезиальные материалы: ксилолит, фибролит, магнезиальные вяжущие растворы и растворы для магнезиальных штукатурок. Магнезиальные вяжущие твердеют на воздухе. Они обладают высокой прочностью и лучше других воздушных вяжущих соединяются с древесноволокнистыми материалами. Благодаря этому свойству магнезиальные вяжущие применяют в строительстве для изготовления ксилолита и фибролита.

*Ксилолитом* (в переводе с греческого — «дерево-камень») называют материал, в котором армирующим веществом служат опилки, а вяжущее вещество магнезиальное.

*Фибролит* (в переводе обозначает волокнистый камень) теплоизоляционный материал из древесных стружек, соединенных магнезиальным или другим вяжущим. Таким образом, оба эти материала содержат отходы древесины. Помимо ксилолита и фибролита из магнезиальных вяжущих изготавливают пеномагнезит, растворы для магнезиальных штукатурок, реже бетоны.

Прочность магнезиальных растворов и бетонов, в общем, зависит от тех же факторов, что и прочность обычных бетонов, т.е. от активности магнезиального вяжущего, от водовязущего отношения и от характера примененных заполнителей.

Так как магнезиальное вяжущее затворяют не водой, а растворами солей (хлористого или сернокислого магния, карналима и т. п.), то его прочность зависит не только от водомagneзитового отношения (понятие, аналогичное водоцементному), но и от весового соотношения магнезита и введенной соли.

По опытным данным, весовое соотношение магнезита и шестиводного хлористого магния должно находиться в пределах от 1 :0,55 до 1:0,6; при этом вяжущее приобретает максимальную прочность. Если хлористого магния взять больше, то помимо уменьшения прочности, на поверхности затвердевшего материала, будут появляться выцветы.

Самую высокую прочность (300—600 кг/см<sup>2</sup>) магнезиальные растворы и бетоны имеют в тех случаях, когда они изготовлены с применением песка и добавкой

молотого кварца или других кремнеземистых пород. Для сокращения расхода магнезита часть его можно заменить мелкомолотой цемянкой (молотый кирпич).

В строительстве пользуются магнезиальными растворами, в которые вводят древесные опилки хвойных пород. Это уменьшает объемный вес, теплопроводность и хрупкость материала. Такие растворы пластичной консистенции употребляют для устройства бесшовных (сплошных) полов, ступеней и т. п.; растворами жесткой консистенции пользуются при изготовлении прессованных плиток для отделки полов и стен.

Все подобные материалы носят название ксилолитовых или магнолитовых. Для уменьшения истираемости ксилолита в него вводят иногда асбест низших сортов или тальк. Чтобы получить цветной ксилолит, добавляют щелочестойкие пигменты. Чаще всего применяют мумию, железный сурик и охру и получают ксилолит красноватого, красновато-коричневого или желтого цветов.

Если для повышения прочности и уменьшения истираемости ксилолита добавляют каменную муку или мелкий кварцевый песок, то при этом объемный вес и теплопроводность ксилолита повышаются. Поэтому такой ксилолит применяют лишь для устройства полов в нежилых помещениях.

Составы ксилолитовых растворов (магнезит-опилки):

- для однослойных полов — жирный состав 1: 2 по объему;
- для двухслойных полов — тощий состав (около 1: 4) для нижнего слоя и жирный состав (около 1: 2) для верхнего слоя.

Раствор хлористого магния имеет следующий удельный вес: жирный раствор 1,18—1,20, а тощий около 1,15.

## **Лекция 11 Битумные и дегтевые вяжущие вещества и материалы на их основе.**

Содержание

11.1 Битумные и дегтевые вяжущие вещества.

11.2 Асфальтовые и дегтевые растворы и бетоны.

11.3 Рулонные кровельные материалы.

11.4 Кровельные и гидроизоляционные мастики.

11.5 Гидроизоляционные и герметизирующие материалы. Укрепление грунтов вяжущими материалами.

### **11.1 Битумные и дегтевые вяжущие вещества.**

Битумные и дегтевые вяжущие вещества широко используют в строительстве для изготовления асфальтобетонных, кровельных и гидроизоляционных материалов и мастик.

*Битумные вяжущие* - сложные смеси углеводородов и их неметаллических производных. Разделяют: природные и искусственные нефтяные битумы.

Природные битумы - твердые вещества или вязкие жидкости черного или темно-коричневого цвета, которые встречаются в природе в чистом виде или пропитывают осадочные горные породы. Природный битум при нагревании постепенно размягчается, а при охлаждении затвердевает. В воде нерастворим, но легко растворим в сероуглероде, бензоле, скипидаре и др. органических растворителях.



Асфальтовые породы в виде тонкого порошка используют для получения асфальтовой мастики и асфальтных бетонов.

Нефтяные битумы - продукт переработки нефти и ее смолистых остатков. В зависимости от способа получения различают остаточные, окисленные и крекинговые битумы. Нефтяные битумы имеют черный или темно-бурый цвет. В зависимости от вязкости их разделяют на твердые, полутвердые и жидкие. Твердые и полутвердые нефтяные битумы делят на строительные, кровельные и дорожные.

Твердые и полутвердые нефтяные битумы применяют для устройства дорожных покрытий, изготовления гидроизоляционных и кровельных рулонных материалов - битумных мастик, лаков и др., а жидкие - только для устройства дорожных покрытий.

*Свойства битумов.*

*Вязкость* измеряют на пенетрометре по глубине проникания в битум иглы под нагрузкой.

*Дегтевые вяжущие* получают как побочный продукт при переработки на химических заводах твердого топлива (каменного и бурого угля, горячих сланцев и др.). Чаще применяется каменноугольный деготь и каменноугольный пек.

Дегти транспортируют в железнодорожных цистернах или автоцистернах, а пек — навалом в крытых вагонах или в термоцистернах и битумовозах. Хранят их в закрытых складах или под навесом.

## 11.2 Асфальтовые и дегтевые растворы и бетоны.

*Асфальт* — строительный материал, смесь битума с минеральными материалами в тонко измельченном состоянии, придающими битуму повышенную устойчивость при изменении температуры.

Различают асфальты природные и искусственные. К природным асфальтам, имеющим промышленное значение, относятся асфальтовые известняки, содержащие не менее 5—6 % битума. Искусственный асфальт применяется главным образом в виде асфальтовой мастики — смеси размельченного известняка с соответствующим количеством битума. В зависимости от назначения и способа приготовления асфальтовая мастика может содержать от 13 до 60 % битума.

Асфальты в виде мастики применяются при устройстве полов, тротуаров, а также для заливки швов дорожных покрытий, температурных и изоляционных швов в бетонных дорогах и гидротехнических сооружениях (40—60 % битума).

Асфальт имеет широкое применение в виде асфальтовых растворов и бетонов.

*Асфальтовые растворы и бетоны* — строительный материал, смесь размельченных минеральных материалов различной крупности — щебня, гравия, песка, минерального порошка или грунта с битумом. Приготавливают асфальтовые растворы и бетоны в стационарных, полустационарных или передвижных установках.

В асфальтобетоне могут применяться морозостойкие каменные породы (граниты, известняки, песчаники). Асфальтобетоны всех типов широко используются в дорожном, промышленном, гражданском, гидротехническом и других видах строительства.

*Дегтевые растворы и бетоны* — материалы, состоящие из заполнителей каменных пород или металлургических шлаков, связанных дегтевым вяжущим веществом. Для приготовления растворов и бетонов применяются преимущественно более вязкие каменноугольные, реже — торфяные дегти. Менее вязкие дегти

рекомендуются при строительстве дорожных покрытий, главным образом для обеспыливания, поверхностной обработки и обработки каменных материалов, смешиваемых на дороге.

Дегтевые бетоны отличаются от асфальтового бетона меньшей температурной устойчивостью, меньшей пластичностью, большей склонностью к старению (увеличение хрупкости покрытия со временем) и меньшей водостойкостью. Дегтевые смеси подразделяются по крупности заполнителя так же, как и асфальтовые; способы приготовления также ничем не отличаются.

### 11.3 Рулонные кровельные материалы.

*Гидроизоляционными кровельными* называют строительные материалы, которые должны обладать водонепроницаемостью, а также соответствовать определенным эксплуатационным требованиям по прочности, деформативности, теплостойкости, биостойкости и др. Выпускаются многие виды штучных, рулонных, пленочных, мастичных и лакокрасочных гидроизоляционных и кровельных материалов на основе битумных и дегтевых вяжущих, а также полимеров.

**Рулонными** называются гидроизоляционные материалы или изделия, отгружаемые на строительные объекты или для выполнения ремонтных строительных работ в виде полотна определенной длины, ширины и толщины, смотанного в рулон-сверток цилиндрической формы.

Рулонные гидроизоляционные материалы изготовляют двух типов:

- 1) с основой – картоном, стеклохолстом, стеклотканью, полиэстером, металлической фольгой;
- 2) без основы (безосновные), но обычно с порошкообразным или волокнистым наполнителем.

Широко применяются рулонные основные материалы и изделия. Наиболее дешевым вариантом основы является кровельный картон; более прочной и долговечной основой служит стеклохолст; еще более прочная основа – стеклоткань, кроме того, она более химически- и влагустойчивая, температуростойкая и не подвержена гниению. Полиэстер имеет такую же прочность, как и стеклоткань, не гниет, позволяет добиваться максимального сцепления с битумным покрытием.

*Рубероид* изготовляют, пропитывая кровельный картон легкоплавким битумом с последующим покрытием с одной или обеих сторон тугоплавким нефтяным битумом с наполнителем и посыпкой: крупнозернистой (К), мелкозернистой (М) или пылевидной (П), а также чешуйчатой (Ч). Крупнозернистая цветная посыпка не только повышает атмосферостойкость рубероида, но и придает ему лучшие декоративные свойства. В зависимости от назначения (кровельный– К, подкладочный–П), вида посыпки и массы 1 м<sup>2</sup>основы (кровельного картона) рубероид делят на марки, например, РКК-500А, РКК-400А, РКК-400Б, РКК-400В, РКМ-350Б, РКМ-400В, РПМ-300А и др. На нижнюю поверхность кровельного рубероида, образующего верхний слой кровельного ковра, и на обе стороны подкладочного рубероида наносят мелкозернистую или пылевидную посыпку, предотвращающую слипание материала в рулонах.

*Наплавляемый рубероид*– кровельный материал, наклейка которого осуществляется без применения кровельной мастики – расплавлением утолщенного нижнего покровного слоя (пламенем горелки или другим способом). В результате

производительность труда повышается на 50 %, удешевляются кровельные работы, улучшаются условия труда.

*Пергамин* – рулонный беспокровный материал, получаемый пропиткой основы – кровельного картона расплавленным нефтяным битумом с температурой размягчения не ниже 40 °С. Служит подкладочным материалом под рубероид и используется для пароизоляции. Долговечность кровельных материалов повышают, используя более прочную и стойкую основу, чем кровельный картон, из асбестового и стекловолокна.

*Стеклорубероид* – рулонный материал, получаемый путем двустороннего нанесения битумного (битумно-резинового или битумно-полимерного) вяжущего на стекловолокнистую основу и покрытия с одной или двух сторон сплошным слоем посыпки. В зависимости от вида посыпки и назначения стеклорубероид выпускают следующих марок: С-РК (с крупнозернистой посыпкой), С-РЧ (с чешуйчатой посыпкой) и С-РМ (с пылевидной и мелкозернистой посыпкой). Применяют стеклорубероид для верхнего и нижних слоев кровельного ковра и оклеечной гидроизоляции.

С применением *битумов, модифицированных полимерами, и битумно-полимерных вяжущих*, а также биостойкой основы из стеклоткани в настоящее время выпускается много материалов с улучшенными свойствами (прежде всего эластичностью и гибкостью при низких температурах, что во многом определяет их большую долговечность) и разными фирменными названиями, например, «Рубемаст», «Стеклобит», «Стекломаст», «Эластобит», «Элабит», «Линокром», «Филизол», «Изопласт», «Бикрост» и др. Сегодня на мировом рынке представлены два основных класса кровельных битумно-полимерных материалов – модифицированные атактическим полипропиленом (АПП) и стирол-бутадиен-стирольным каучуком (СБС). Первые отличаются высокой теплостойкостью, неплохой гибкостью на холоде (до -20 °С), высокой устойчивостью к атмосферным воздействиям и ультрафиолетовому излучению. Вторые – повышенной гибкостью на холоде (до -30 °С), но большей чувствительностью к ультрафиолетовому излучению. Все это позволяет уменьшить количество слоев в кровельном покрытии по сравнению с обычным рубероидом (1-2 слоя вместо 5-7 слоев) и значительно увеличить срок его службы.

*Бризол* изготовляют, прокатывая массу, полученную смешиванием нефтяного битума, дробленой резины (от изношенных автопокрышек), асбестового волокна и пластификатора. Бризол стоек к воде и некоторым агрессивным средам. Его применяют для защиты от коррозии подземных металлических конструкций и трубопроводов.

*Изол* – бесосновный рулонный гидроизоляционный и кровельный материал, изготавливаемый прокаткой резинобитумной композиции, полученной термомеханической обработкой девулканизированной резины, нефтяного битума, минерального наполнителя, антисептика и пластификатора. Изол эластичен, биостоек, незначительно поглощает влагу. Изол применяют для гидроизоляции гидротехнических сооружений, бассейнов, резервуаров, подвалов, антикоррозионной защиты трубопроводов, для покрытия двух- и трехслойных пологих и плоских кровель.

#### 11.4 Кровельные и гидроизоляционные мастики.

Мастиками называют искусственные пластичные смеси органических вяжущих веществ с минеральными наполнителями и добавкой антисептика. В зависимости от вида органического вяжущего мастики подразделяют на битумные, дегтевые, битумно-дегтевые, битумно-резиновые, гудрокамовые.

Битумные мастики состоят из нефтяных битумов или сплавов нефтяных и природных битумов; дегтевые — из каменноугольных и сланцевых дегтей или сплавов пеков с каменноугольными дегтями; битумно-резиновые содержат смесь с мелкой резиновой крошкой; продукты совместного окисления каменноугольных масел и нефтяного гудрона (гудрокам) образуют гудрокамовые мастики. В мастиках всех видов обязательно наличие наполнителей минерального происхождения. Наполнители разделяют на пылевидные (мел, доломит, тальк, зола), волокнистые (измельченные волокна асбеста 7-го сорта, минеральная вата и асбестовая пыль) и комбинированные (сочетают два первых вида). Наполнители экономят расход вяжущего, повышают теплостойкость мастик, уменьшают их хрупкость при отрицательных температурах.

По способу применения все мастики подразделяют на горячие и холодные. Горячие мастики предварительно подогревают (битумные до 160... 180 °С).

*Битумно-резиновая изоляционная мастика* — это однородная многокомпонентная масса, полученная сплавлением кровельных битумов, мелкой резиновой крошки, пластификатора и антисептика. Выпускают мастики следующих марок МБР-65; МБР-75; МБР-90 и МБР-100 (цифры указывают теплостойкость в градусах). Эти мастики обладают повышенной эластичностью, гибкостью и морозостойкостью.

*Гудрокамовая горячая мастика* изготавливается из гудрокама, нефтяного битума и наполнителей. Марка мастики МГ-Г-70. Она обладает высокими адгезионными свойствами и повышенной биостойкостью по сравнению с битумной мастикой. Используют ее как приклеивающую.

Холодные мастики подразделяют на битумные и гудрокамовые. В настоящее время выпускают мастики марок МБК-Х-1 и МГ-Х-70, которые имеют теплостойкость 70 °С. Все виды холодных мастик при температуре (18±2)°С должны быть подвижными и однородными без видимых включений.

Холодные мастики удобны в работе, особенно в холодное время года.

*Дегтевые мастики* представляют собой многокомпонентную однородную массу, состоящую из дегтевого вяжущего (сплав каменноугольных пеков с антраценовым маслом) и наполнителей.

*Горячие дегтевые кровельные мастики* выпускают трех марок: МДК-Г-50; МДК-Г-60 и МДК-Г-70. Применяют их для оклеивания и приклеивания рулонных дегтевых материалов при кровельных и гидроизоляционных работах.

Мастики всех видов надо хранить отдельно по сортам и маркам в закрытом помещении в специальной упаковке. Транспортируют мастики на место работ в холодном виде в закрытой таре, защищая от увлажнения и воздействия солнечных лучей.

## 11.5 Гидроизоляционные и герметизирующие материалы.

*Полиизобутиленовая пленка (ПСТ)* — рулонный гидроизоляционный материал, получаемый из полиизобутиленового каучука, газовой сажи и графита. Эти покрытия отличаются высокими гидроизоляционными свойствами, трещиностойкостью и

хорошей адгезией к основаниям. Высокая водонепроницаемость, биостойкость и атмосферостойкость этих покрытий позволяют рекомендовать их для оклеечной гидроизоляции. Кроме того, применяют полиэтиленовые и поливинилхлоридные пленки.

*Гидроизоляционный материал ГМП* – выпускают в виде рулонов. Производство основано на смешении и горячем (150<sup>0</sup>С) вальцевании компонентов (полиизобутилен, нефтяной битум и асбест 7-го сорта) с последующей обработкой на каландрах до получения необходимой толщины. ГМП применяют для гидроизоляции подземных сооружений, устройства плоских кровель промышленных и гражданских зданий и гидроизоляционных работ.

Герметизирующие материалы (герметики) применяют для уплотнения швов между панелями и блоками сборных конструкций, заделки стыков трубопроводов и т.п. В настоящее время для этой цели используют герметизирующие мастики и эластичные прокладки, изготавливаемые на основе полисульфидных каучуков (тиоколов), резинобитумного связующего и других полимеров.

*Полисульфидные (тиоколовые) герметики* выпускают в виде двух компонентных смесей из тиоколовой герметизирующей и вулканизирующей паст. Герметики готовят на месте работ путем смешения тиоколовой и вулканизирующей паст с добавлением ускорителя вулканизации и разжижителя. В процессе вулканизации смесь отверждается и образует эластичный, резиноподобный герметик, хорошо уплотняющий шов или стык.

*Мастика-изол* – смесь, состоящая из резиновой крошки, битума, кумаронового полимера, наполнителя (асбестового волокна) и антраценового масла (антисептика). Применяют для герметизирующих работ как в подогретом (80-100<sup>0</sup>С), так и холодном состоянии с добавлением разжижителя (бензин, лигроин и т.п.).

*Нетвердеющая мастика* – герметик на основе полиизобутилена, с мягчителем и наполнителем в виде тонкодисперсного минерального порошка. Применяют для уплотнения швов между панелями в крупном домостроении с помощью специального шприца.

Кроме мастик для герметизации швов применяют эластичные прокладки в виде пористых или плотных жгутов (пороизол, гернит и др.).

*Клеящие синтетические мастики* при оптимальном составе обладают повышенной клеящей (адгезионной) способностью, био- и водостойкостью. При креплении полимерных материалов к тем или иным основаниям наиболее широко применяют мастики КН-2 и КН-3, «Перминид», «Синтелакс» и др.

*Резина* – эластичный продукт вулканизации каучука с наполнителями, мягчителями и другими компонентами. Вулканизация – процесс превращения каучука в резину, чаще всего осуществляемый с помощью серы при нагревании до 130-160<sup>0</sup>С (горячая вулканизация). В настоящее время путем введения активаторов (ускорителей вулканизации) можно в течение нескольких минут получать вулканизаты с требуемыми свойствами. При вулканизации каучука серой его свойства постепенно изменяются. Значительно повышаются эластичность и прочность при растяжении, повышается стойкость к старению, каучук теряет способность растворяться в растворителях, а лишь набухает. Важнейшими свойствами резины (вулканизата) являются: большое относительное удлинение при разрыве, уменьшение модуля эластичности, полезная упругость при разрыве и др. В строительстве используют резины для устройства чистых полов, а отходы резины

(крошка) применяют для изготовления резиновых материалов, бризола, битуморезиновых мастик и др.

## Лекция 12 Строительные материалы и изделия на основе полимеров

Содержание

12.1 Состав и свойства пластических масс.

12.2 Материалы для покрытия полов.

12.3 Конструкционные и отделочные материалы. Погонажные изделия, мастики и клей.

12.4 Трубы и санитарно-технические изделия.

### 12.1 Состав и свойства пластических масс.

*Пластмассами* называют искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связующих (синтетических смол, эфиров, целлюлозы).

Многие пластмассы, главным образом термопласты, состоят из одного полимерного связующего (полиэтилен, полистирол, полиметилакрилат, политетрафторэтилен и т. д.).

В состав пластмасс могут входить:

- *наполнители* (порошки – костная мука, графит; отдельные волокна – стекловолокно, очесы хлопчатобумажных тканей, асбестовые волокна; ткани – хлопчатобумажные, стекловолоконные), которые повышают механические свойства и удешевляют материал;

- *пластификаторы*, повышающие ударопрочность и морозостойкость;

- *отвердители или катализаторы*, позволяющие отверждать пластмассы при изготовлении;

- *стабилизаторы*, замедляющие процесс старения. Обычно применяют стабилизаторы двух типов: термостабилизаторы (амины, фенолы) и светостабилизаторы (например, сажу);

- *красители* (пигменты) для придания необходимого цвета;

- *специальные вещества*, придающие определенные свойства (графит и алюминиевая пудра обеспечивают электропроводность; графит повышает износостойкость; яды-фунгициды предохраняют от плесени и поедания тропическими насекомыми и т. д.)

Пластмассы классифицируют по следующим признакам:

1. *составу связующего и отношению к нагреву:*

• *термопласты* (винипласт, плексиглас, тефлон, АБС-пластик (или ABS) и т. д.) изготавливают на основе термопластичных полимеров;

• *реактопласты* (гетинакс, текстолит, карболит и т. д.) изготавливают на основе термореактивных полимеров.

2. *виду наполнителя:* порошковые, волокнистые, слоистые, газонаполненные (пено- и поропласты).

3. *применению:*

• *силовые* (конструкционные, фрикционные, антифрикционные, электроизоляционные и т. д.);

• *не силовые* (оптически-прозрачные, химически стойкие, термоизоляционные, декоративные и т. п.).

Положительными сторонами пластмасс являются их технологичность (хорошо льются, клеятся); малая плотность (1...2 г/см<sup>3</sup>); высокая удельная прочность; низкая теплопроводность и хорошие тепло- и электроизоляционные свойства; высокая химическая стойкость; высокие фрикционные или антифрикционные свойства.

Недостатками пластмасс являются невысокая тепло- и светостойкость; низкие модуль упругости и ударная вязкость по сравнению с металлами; значительное тепловое расширение (в 10...30 раз большее, чем у стали); склонность к старению (охрупчиванию) и, в большинстве случаев, невозможность повторной переработки.

## 12.2 Материалы для покрытия полов.

Большая доля полимерных материалов строительного назначения — материалы для полов.

**Материалы для полов** могут быть в виде рулонных покрытий, плиток и жидко-вязких составов, используемых для получения бесшовных покрытий пола.

*Рулонные материалы. Линолеум*

В настоящее время производится много разновидностей ПВХ-линолеума. Наиболее полно отвечает требованиям и строителей, и потребителей *ПВХ-линолеум на теплозвукоизоляционной основе*. Такой линолеум позволяет настилать полы непосредственно по стяжке без устройства специальных тепло- и звукоизоляционных прослоек. Линолеумные полы удобны в эксплуатации (легко моются и не требуют специального ухода) и декоративны. Однако они не рассчитаны на эксплуатацию в помещениях с интенсивным людским потоком. Для таких условий выпускается специальный линолеум с повышенной; износостойкостью.

*Алкидный линолеум* изготавливают на основе смол, полученных обычно из растительных масел. Формовочная масса состоит из 30—35 % связующего и 65—70 % наполнителя и пигмента. Ее готовят смешением при температуре 95—100°С в шнековых и барабанных лопастных машинах. Приготовленная масса наносится на джутовую, кенафную или вискозную ткань, проходящую через зазор горизонтального каландра, где она напрессовывается на полотно. Затем полотно выглаживается, полируется валиками и подается на холодный барабан, охлаждающий готовый линолеум.

*Резиновый линолеум* (релин, ГОСТ 16914—71) — двухслойный материал, у которого верхний слой, толщиной 1 мм, изготавливают из цветной резины на синтетических каучуках, а нижний, толщиной 2 мм, — из смеси старой дробленой резины и битума. Технология производства релина включает дробление старой резины, изготовление путем каландрирования нижнего и верхнего слоев релина, дублирование слоев и вулканизацию старой резины в барабанном прессе.

В последнее время вновь возник интерес к глифталевому линолеуму как к материалу на природном сырье.

Линолеум выпускают в рулонах шириной до 4 м, длиной не менее 12 м. Толщина в зависимости от вида линолеума 1,2—6 мм.

К основанию пола линолеум крепят на специальных мастиках. От правильности настилки во многом зависит его долговечность. Это относится и ко всем остальным полимерным материалам.

*Только при строгом соблюдении правил монтажа и эксплуатации пластмассы в полной мере проявляют свои положительные свойства.*

Плиточные материалы для полов имеют размер плиток от 30 x 30 до 50|х 50 см и могут быть получены как из ПВХ-материалов, так и на базе ворсовых покрытий. Из плиток можно составлять декоративные покрытия полов, которые можно ремонтировать, заменяя отдельные вышедшие из строя плитки. Слабым местом таких полов являются стыки.

### **12.3 Конструкционные и отделочные материалы. Погонажные изделия, мастики и клей.**

Полимерные строительные материалы, обладающие высокой прочностью, малой плотностью, стойкостью к действию кислот и щелочей, а также высокими декоративными свойствами, широко применяют в качестве конструкционных и отделочных материалов.

**Конструкционные материалы.** В качестве конструкционных материалов применяют, главным образом, следующие армированные пластмассы: стеклопластики, древеснослоистые пластики, сотопласты, а также органическое стекло, винипласт листовой.

*Стеклопластики* представляют собой материалы, состоящие из связующих синтетических полимеров и наполнителя - стеклянного волокна. Стеклянное волокно обеспечивает высокую прочность материала, а смола связывает отдельные волокна, распределяет усилия между ними и защищает их от внешних воздействий.

По виду и расположению стекловолокнистого наполнителя их делят на три основные группы: стекловолокнистый анизотропный материал (СВАМ), стеклопластик на основе рубленого волокна и стеклопластик на основе стеклоткани (стеклотекстолит).

Стекловолокнистый анизотропный материал (СВАМ) получают методом горячего прессования пакета листов стеклошпона. *Стеклошпон* - тонкие полотнища однонаправленных стеклянных нитей, склеенных спиртовыми растворами синтетических (эпоксидно-фенольных) смол. Линейные размеры листов СВАМ зависят от размеров плит горячих прессов. Обычно они имеют длину до 1000, ширину до 500 и толщину от 1 до 30 мм.

В строительстве из стеклопластиков СВАМ изготовляют несущие элементы, оболочки навесных панелей и пространственных ограждений конструкций.

В качестве связующего для стеклопластиков на основе рубленого стекловолокна служат полиэфирные смолы. Стеклопластики выпускают в виде плоских и волнистых листов длиной 1000-6000, шириной до 1500 и толщиной 1-1,5 мм. Плотность их 1400 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при растяжении не менее 60 МПа, при сжатии не менее 90 МПа и при изгибе не менее 130 МПа, светопрозрачность - 50-85%.

Полиэфирные стеклопластики на основе рубленого стекловолокна применяют для изготовления светопроницаемых ограждений фонарей, светопрозрачных перегородок. Полупрозрачные, окрашенные в массу волнистые стеклопластики используют для отделки балконов и устройства кровли сооружений малых архитектурных форм - павильонов, кафе, киосков, навесов.

*Стеклотекстолит* получают методом горячего прессования уложенных правильными слоями в пакеты полотнищ стеклоткани, которую предварительно пропитывают растворами фенолформальдегидных смол и подсушивают.



Стеклотекстолит выпускают в виде листов длиной 2400, шириной 600-1200 и толщиной 9-35 мм. Плотность стекловолоконистых листов 1850 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при растяжении 230, при сжатии 95 и при изгибе 120 МПа. Стеклотекстолит, как и другие стеклопластики, обладает высокой теплостойкостью, водостойкостью, хорошей коррозионной и химической устойчивостью.

Листовой стеклотекстолит предназначен для изготовления трехслойных панелей, оболочек, волнистой кровли и т. д.

*Органическое стекло* (полиметилакрилат) представляет собой высокопрочный, светоустойчивый, легкий материал. Органическое стекло выпускают в виде листов длиной до 1350 мм, шириной до 1250 и толщиной 2-6,3 мм. Его применяют для устройства светопрозрачных ограждений и перегородок, световых одинарных и двойных вертикальных проемов и куполов верхнего света общественных и промышленных зданий.

**Отделочные материалы** - наиболее обширная группа полимерных материалов: листовых, плиточных, рулонных, профильно-погонажных и др. К листовым отделочным материалам относят декоративные бумажно-слоистые пластики, отделочные древесноволокнистые и древесностружечные плиты и др.

*Декоративный бумажно-слоистый пластик* - листовой материал, изготавливаемый методом горячего прессования пакетов из нескольких слоев бумаги, предварительно пропитанной синтетическими смолами. Верхний слой бумажно-слоистого пластика представляет собой лист одноцветной или многоцветной текстурной не наполненной бумаги или же бумаги с рисунком, отпечатанным типографским способом. Рисунок может имитировать ценные породы дерева или камня (дуб, орех, карельская береза, мрамор, малахит и др.).

Листы бумажно-слоистого пластика имеют длину 400-3000, ширину 400-1600 и толщину 1-3 мм. Тыльную сторону бумажно-слоистого пластика делают обычно рифленой, что улучшает сцепление при сплошной наклейке их на основание. Плотность бумажно-слоистого пластика 1400 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при изгибе не менее 100 МПа. Он не расслаивается, атмосферо- и морозостоек, легко поддается механической обработке (распиловке, сверлению, строганию, фрезерованию и даже гнутью).

Листы декоративного бумажно-слоистого пластика служат для внутренней отделки культурно-бытовых, торговых и общественных зданий, а также для щитов встроенной и обычной мебели.

*Древесноволокнистые отделочные плиты* производят методом горячего прессования волокнистых материалов (древесные волокна, камыш и др.), пропитанных синтетическими смолами сверхтвердыми СТ-500 плотностью не менее 850 кг/м<sup>3</sup> и твердыми Т-350 и Т-400 - не менее 850 кг/м<sup>3</sup>. Цифры в условном обозначении марки указывают минимальный предел прочности плит при изгибе (кгс/см<sup>2</sup>).

Отделочные древесноволокнистые плиты имеют длину 1200-2700, ширину 1200-1700 и толщину 3-6 мм. Они достаточно прочны и обладают высокими эксплуатационными свойствами. Их применяют для облицовки стен в кухнях и санитарных узлах жилых зданий, в лабораториях, магазинах, больницах, кинотеатрах, а также для встроенной мебели. Красивый внешний вид, разнообразие цвета и фактуры, легкость монтажа и обработки, небольшая стоимость определяют их высокую эффективность.

*Древесностружечные отделочные плиты* получают горячим прессованием древесной стружки, смешанной с синтетическими термореактивными смолами.

Длина древесностружечных отделочных плит 2500-3500, ширина 1250-1750 и толщина 10-25 мм. Плотность их обычно 600-700 кг/м<sup>3</sup>. Лицевую поверхность плит покрывают лаками, эмалями и красками, а также облицовывают шпоном, фанерой, листовыми пластиками и другими материалами.

Высокие прочностные и декоративные свойства отделочных древесностружечных плит позволяют успешно применять их для облицовки дверей, отделки встроенной мебели, устройства перегородок, подвесных потолков и других элементов.

**Плитки для облицовки стен.** К отделочным материалам на основе полимеров относят полистирольные и фенолитовые облицовочные плитки.

*Полистирольные облицовочные плитки* изготавливают методом литья под давлением на специальных литьевых пресс-автоматах из окрашенного минеральными пигментами полистирола. Размеры полистирольных облицовочных плиток 100 x 100 и 150 x 150 мм при толщине 1,25 и 1,35 мм. Тыльная сторона плиток имеет бортик шириной 6-8 мм и рельефную поверхность, что обеспечивает прочное приклеивание их к облицовываемой поверхности. Цвет плиток весьма разнообразный (белый, желтый, бирюзовый, синий и др.).

Полистирольные плитки применяют для внутренней облицовки стен и панелей в помещениях жилых, общественных и промышленных зданий с повышенными гигиеническими требованиями и температурно-влажностным режимом эксплуатации (душевые кабины, санитарные узлы, кухни, лаборатории и др.). Не следует использовать эти плитки для облицовки стен, к которым примыкают отопительные приборы.

*Фенолитовые облицовочные плитки* получают прессованием смеси из связующего (фенолоформальдегидные смолы), отвердителя и наполнителя (древесная мука, каолин, тальк и др.). Размеры фенолитовых плиток - 100x100 и 150x150 мм толщиной 1,5 мм. Расцветка плиток весьма разнообразна и зависит от вида пигмента, введенного в состав прессматериала. Фенолитовые облицовочные плитки характеризуются высокой механической прочностью и химической стойкостью, кроме того, они термостойки, паронепроницаемы, водо- и морозостойки.

Фенолитовые плитки предназначены для облицовки внутренних стен лабораторий, производственных цехов и других помещений, где возможно воздействие на облицовку агрессивных химических сред.

#### **Погонажные изделия, мастики и клей.**

Погонажные архитектурно-строительные изделия представляют собой длинномерные элементы разнообразных профилей, окраски и назначения, выпускаемые в полной заводской готовности. К числу таких материалов относят плинтусы, поручни для лестничных перил, балконов и других ограждений, защитные и декоративные накладки на проступи лестничных маршей, раскладки для крепления листовых материалов, нащельники и др.

По показателям физико-механических свойств эти материалы могут быть мягкие, полужесткие и жесткие. Их выпускают различных цветов с глянцевой или матовой лицевой поверхностью. Большое значение для отделки зданий крупнообъемного строительства имеют профильные погонажные изделия, получаемые методом экструзии на основе суспензионного поливинилхлорида. Наполнителем

служит мел или тальк, пластификатором — диоктилфталаты. Используют также в качестве связующего вещества полиэтилен высокого давления.

*Плинтусы* — элементы оформления помещения, предназначенные для перекрытия стыковых щелей между полом и стенами. На основе поливинилхлорида выпускают два вида плинтусов: мягкие и полужесткие сплошного профиля или с каналами для скрытой слаботочной электропроводки.

Плинтусы на основе поливинилхлорида применяют вместо деревянных, перед которыми имеют ряд преимуществ: не требуют покраски, более гигиеничны, крепятся к полу и стенам специальными клеями или мастиками.

*Поручни* изготавливают на основе поливинилхлорида методом экструзии и применяют взамен деревянных. Поливинилхлоридные поручни могут быть любого цвета и двух профилей. При выходе из экструдера они сворачиваются в бухты длиной 12 м.

Поливинилхлоридные поручни применяют для оформления лестничных перил жилых и промышленных зданий. Перед натяжением поручня на стальную ленту лестничных перил бухту поручня разматывают и прогревают при температуре 70—80°C. При этой температуре поручень размягчается и легко надевается на полосу перил. После охлаждения до температуры окружающего воздуха поручень прочно закрепляется, плотно обжимая перильную ленту.

*Накладки для лестничных ступеней* — поливинилхлоридные изделия, предназначенные для защиты от истирания и других механических повреждений граней бетонных ступеней лестничных маршей. Выпускаются накладки трех видов: полосовые, уголковые и накладки для покрытия углов и проступей.

Окраска накладок может быть различной в зависимости от требований заказчика. Защитные уголки и проступи крепятся с помощью клея № 88 или кумаронокаучуковой мастики. Для крепления проступей часто используют резинобитумную мастику.

#### *Полимерные клеи и мастики*

*Клеи* из синтетических материалов обладают высокой клеящей способностью (адгезией) и водостойкостью. Разработаны универсальные составы, которые в отличие от природных клеев хорошо склеивают древесину, пластмассу, металлы, керамику, стекло, природные и искусственные камни. Полимерные клеи дают возможность просто и быстро осуществлять сборку строительных элементов. При этом прочность клеевых стыков может быть выше прочности самого материала.

Широко применяют полимерные клеи для ремонта железобетонных конструкций, главным образом клеями на эпоксидных смолах.

Применение клеев способствовало развитию производства индустриальных деревянных клееных конструкций. Клеи изготавливают из различных полимерных смол, каучуков и производных целлюлозы. Для регулирования свойств в клеи вводят растворители, наполнители, пластификаторы, отвердители. Применяют клеи горячего и холодного отверждения.

*Мастиками* называют высоковязкие полимерные композиции, способные склеивать различные материалы, покрывать поверхность конструкций довольно толстым слоем для предохранения их от коррозии, заполнять щели, раковины, отверстия и другие углубления для получения гладкой поверхности или обеспечения герметичности. По свойствам и технологии мастики отличаются от клеев только повышенной вязкостью или значительным содержанием наполнителя.

## 12.4 Трубы и санитарно-технические изделия.

*Термопластичные трубы* получают из поливинилхлорида, полиэтилена и полипропилена экструзивным способом, прессованием, сваркой или склеиванием из листовых заготовок. Например, трубы из органического стекла получают непрерывным свертыванием листов-заготовок с одновременной сваркой шва. Пластмассовые трубы легки (в 3-6 раз легче стальных), обладают высокой коррозионной стойкостью. Благодаря низкому коэффициенту трения внутренней поверхности пропускная способность труб увеличивается на 30-40% (по сравнению с железобетонными или стальными). Трубы легко резать, сверлить, сваривать.

Их используют при сооружении канализационных и водопроводных сетей, вентиляционных сетей, вентиляционных систем. Прозрачные трубы из органического стекла не имеют запаха, гигиеничны, наибольшее применение находят в парфюмерном производстве и медицинской промышленности.

*Стеклопластиковые трубы* изготавливают из полиэфирных полимеров, стекложгута, стеклоткани центробежным методом, намоткой на сердечник пропитанной стеклоткани и стеклолент. Стеклопластиковые трубы значительно прочнее других полимерных труб, они выдерживают рабочие температуры до 150°C. Применяют их в основном при строительстве химических предприятий и в нефтяной промышленности.

Для получения *санитарно-технических изделий* применяют полиметилметакрилат, ударопрочный полистирол, полипропилен, полиамиды, стеклопластики. Из пластмасс изготавливают ванны, мойки, сифоны, смывные бачки, детали вентиляторов, отдельные детали в кранах-смесителях и т.д. Все эти изделия отличаются малой массой

## Лекция 13. Теплоизоляционные и акустические материалы.

Содержание

13.1 Органические и неорганические теплоизоляционные материалы.

13.2 Акустические материалы.

### 13.1 Органические и неорганические теплоизоляционные материалы.

**Теплоизоляционные материалы** – это материалы, которые обладают низкой теплопроводностью (не более 0,175 Вт/м °С), малой плотностью (не более 500 кг/м<sup>3</sup>) и предназначены для тепловой изоляции зданий, сооружений и оборудования.

Пористость теплоизоляционных материалов достигает 98-99%. Поры, заполненные воздухом, плохо проводят тепло, этим и обусловлена малая теплопроводность теплоизоляционных материалов. Чем ниже средняя плотность материала, тем больше в нем пор и тем ниже его теплопроводность. Поэтому теплоизоляционные материалы принято подразделять на марки в зависимости от плотности (кг/м<sup>3</sup>): D15, D25, D35, D50, D75, D100, D125, D150, D200, D250, D300, D350, D400, D500. Марка теплоизоляционного материала обозначает верхний предел его средней плотности. Например, изделия марки 75 могут иметь плотность, равную 51...75 кг/м<sup>3</sup> (ГОСТ 16381).

**Неорганические теплоизоляционные материалы** обладают такими свойствами, как огнестойкость и биостойкость. К ним относятся:

*Минеральная вата* – это материал, который состоит из тонких стекловидных волокон, получаемых из расплавленных горных пород или металлургических шлаков. Полученные в результате расплавления минералов волокна скрепляются связующим веществом, в качестве которого применяется формальдегидная смола.

Обладает преимуществами: не горит; хорошие теплоизолирующие свойства; морозостойкая; практически не впитывает воду; не подвержена гниению. Недостатки: недостаточно прочная; требует гидро- и пароизоляции; содержит токсичное вещество (формальдегид); требует специальной утилизации. Применение: для теплоизоляции фасадных стен, изоляции нагретых коммуникаций, производственного оборудования, утепления стен, полов, потолков, перекрытий, в качестве звукоизолирующего материала.

*Стекловолоконная вата* состоит из беспорядочно расположенных стеклянных волокон, полученных из расплавленного сырья. Кварцевый песок, кальцинированная сода и известняк (сырьевая шихта) или стеклянный бой варят в печах при температуре 1300-1400°C, затем изготавливают стекловолокно и формируют изделия.

Преимущества стекловаты: прочный и упругий материал; высокая устойчивость к вибрации; выдерживает температуру до 450°C. Недостатки: повышенная теплопроводность при увлажнении материала; усадка стекловаты; требует защитной одежды при установке. Применение: для теплоизоляции и звукоизоляции строительных и прочих конструкций, трубопроводов и т.п.

*Пеностекло* – получают из стеклянного боя или специально сваренного стеклогранулята с добавлением газообразователей (0,5 – 3% мела или угля от массы стекла). Затем смесь измельчают в мельнице, загружают в формы и нагревают до вспенивания, после чего охлаждают. Газообразователь, разлагаясь или сгорая, выделяет газообразные продукты, которые вспенивают размягченные тонкодисперсные частицы стекла, при охлаждении которых образуется пеностекло.

**Органические теплоизоляционные материалы** изготавливают с применением растительного сырья и отходов (побочных продуктов) лесного и сельского хозяйства. Их применяют для теплоизоляции конструкций при температуре не более 100 °С. Эти материалы обладают меньшей теплопроводностью, горючи.

К ним относятся:

*Древесноволокнистые плиты (ДВП)*. Они получают при измельчении древесины или других растительных материалов (камыш, солома) в водной среде до получения волокнистой массы. В смесь добавляют парафиновую эмульсию, антисептики. Затем из этой массы формируют, высушивают под горячим прессом и, после чего, сушат плиты. Применяются для изоляционно-отделочной обшивки стен, для устройства звукоизоляционных прокладок в конструкциях пола.

*Пенополистирол* получают вспениванием полимера – полистирола газообразным пентаном – низкокипящей жидкостью из группы углеводородов. Пенополистирольные плиты применяют для утепления ограждающих конструкций жилых зданий.

*Арболит* изготавливают из смеси цемента, органических заполнителей (дробленые отходы древесных пород), химических добавок (хлористый кальций, жидкое стекло) и воды. Характеризуется морозостойкостью, он трудносгораем, хорошо пилится и сверлится. Изделия из арболита в виде плит и панелей применяют для возведения навесных и самонесущих стен и перегородок, в перекрытиях и покрытиях малоэтажных зданий.

*Камышовые плиты* производят путем прессования на станках стеблей камыша и прошивки их в поперечном направлении оцинкованной проволокой. Применяют для утепления перекрытий жилых малоэтажных зданий и сельскохозяйственных построек.

*Газонаполненные пластмассы* – пористый (90...95%) материал на основе синтетических полимеров. Плотность их не превышает 100 кг/м<sup>3</sup>, но может достигать до 10 кг/м<sup>3</sup> (например, поропласт мипора). По характеру пористости и способу ее получения газонаполненные пластмассы делятся на *пенопласты* (мелкие замкнутые поры сферической формы), *поропласты* (сообщающиеся поры) и *сотопласты* (пористая структура представляет собой ячейки правильной геометрической формы).

*Пеноплекс* – это теплоизоляционный материал, выпускаемый одноименной компанией. Пеноплекс производится в результате воздействия на гранулы полистирола высокой температуры и давления.

*Экструдированный пенополистирол* (ЭППС или XPS) используется в качестве утеплителя. От более дешевого аналога – вспененного полистирола (пенопласта), отличается большей плотностью, за счет чего лучше переносит механические нагрузки. Обладает более низкой паропроницаемостью, он почти не проводит пар. А также имеет лучшие теплотехнические характеристики. Пеноплекс толщиной 20 мм по сохранению тепла равнозначен почти удвоенной толщине минеральной ваты и 37-сантиметровой кирпичной кладки.

*Пенофол* представляет собой двухслойный теплоизоляционный строительный материал, который может изготавливаться из одного или 2 слоев фольги толщиной 20 микрон, нанесенных на базовый слой из вспененного полиэтилена. Фольга обеспечивает пенофол хорошими теплоотражающими качествами.

### 13.2 Акустические материалы

Акустические материалы являются родственными по отношению к теплоизоляционным. И тем и другим материалам необходима высокая пористость. Однако в связи с тем, что природа воздействия теплового и звукового потока различна, характер оптимальной структуры у них различается. Так, наиболее эффективными теплоизоляционными материалами являются те, которые обладают замкнутой мелкопористой структурой, исключающей конвекцию воздуха. Акустические, в частности звукопоглощающие, материалы должны иметь открытую пористую структуру, способную поглощать звуковую энергию. Для усиления этого эффекта поверхность изделий дополнительно перфорируют или же придают ей рельефный характер.

В зависимости от источника звуковых волн материалы подразделяют на звукопоглощающие, препятствующие отражению и наложению шумового звука, и звукоизоляционные, исключающие прохождение и распространение ударного звука по строительным конструкциям.

Таким образом, *основными показателями*, характеризующими эффективность материалов, являются: для звукопоглощающих — открытая пористость, для звукоизоляционных — низкий динамический модуль упругости.

*Звукопоглощающие* материалы должны обладать большой пористостью и декоративностью, малой гигроскопичностью, огне- и биостойкостью.

Предельно допустимый уровень шума (ПДУ) для производственных помещений составляет 80...85 дБ, для административных — до 51 дБ. За единицу

звукопоглощения условно принимают звукопоглощение 1 м<sup>2</sup> открытого окна. Для эффективных материалов коэффициент звукопоглощения, т.е. отношение поглощенной энергии звука к энергии падающего звука, не должен быть меньше 0,4 при частоте 1000 Гц. С этой целью используют материалы пористой, волокнистой, ячеистой и смешанной структуры. К ним относятся гипсовые плиты с рельефным рисунком, гипсокартонные и асбестоцементные многослойные перфорированные плиты, минераловатные на крахмальном связующем («Акминит», «Акмигран») с шероховатой декоративной поверхностью и перфорированные.

Акустические мягкие, полужесткие, жесткие плиты (стекловатные, минераловатные или с использованием супертонкого базальтового волокна на полимерном связующем) выпускают с облицовкой листовыми перфорированными материалами: гипсовыми, асбестоцементными, слоистым пластиком, алюминием, сталью. Площадь перфорации составляет 15...20 % . Для повышения гигиеничности и улучшения сцепления звукопоглощающего слоя с лицевым экраном между ними прокладывают слой из редкой ткани. Акустические панели на основе минеральной или стеклянной ваты покрывают специальной полиэтиленовой пленкой или стеклотканью.

Древесноволокнистые акустические двухслойные плиты выполняют из мягкой и жесткой ДВП с перфорированной лицевой поверхностью. Для повышения огнестойкости их покрывают огнезащитными красками.

К звукопоглощающим изделиям полной заводской готовности также относятся:

- плиты звукопоглощающие ячеистобетонные плотностью до 350 кг/м<sup>3</sup> с пористой структурой и неглубокой перфорацией цветного лицевого слоя;
- блоки керамзитобетонные мелкозернистые звукопоглощающие;
- плиты перлитовые звукопоглощающие на жидком стекле или синтетическом связующем плотностью 250...350 кг/м<sup>3</sup>;
- плиты поливинилхлоридные полужесткие со средне- и мелкопористой структурой плотностью 100...120 кг/м<sup>3</sup>.

Наибольший эффект достигается при полном покрытии потолка звукопоглощающими материалами. Если такой возможности нет, то их располагают ближе к стенам, где энергетическая плотность звука наибольшая.

Кроме штучных материалов, для обеспечения звукопоглощения используют монолитные покрытия стен и потолков, выполняемые из акустических растворов, и бетон на пористых заполнителях и декоративных цементах. Как правило, эти материалы представляют собой сухие смеси, затворяемые водой непосредственно на строительной площадке.

*Звукоизоляционные* материалы предотвращают распространение и проникновение ударного звука. Они представляют собой пористые прокладочные материалы с небольшим модулем упругости, обуславливающим малую скорость распространения звука. Так, скорость распространения звуковых волн в стали — 5050 м/с, железобетоне — 4100, древесине — 1500, пробке — 50, поризованной резине — 30 м/с. Для устранения передачи ударного звука применяют конструкцию «плавающего» пола. С этой целью упругие прокладки укладывают между несущей плитой перекрытия и верхним покрытием пола, а также по периметру помещения для отделения пола от стен.

В качестве звукоизоляционных используют как традиционные материалы (мягкие древесноволокнистые плиты, асбестовый картон, минераловатные и

стекловатные полосы толщиной 12...24 мм), так и современные (рулонные из прессованной пробки, листовые и рулонные пенополиэтиленовые, пенополистирольные, пенополиуретановые прокладки на бумажной основе, полиэстерные и пенополиуретановые маты, рулонные материалы и прокладки из синтепона, поризованной синтетической резины, а также вспученный вермикулит в полиэтиленовых мешках).

## Лекция 14. Лакокрасочные материалы.

Содержание

14.1 Пигменты и наполнители. Связующие вещества.

14.2 Красочные составы. Вспомогательные материалы.

14.3 Декоративные покрытия стен. Оклеечные материалы.

### 14.1 Пигменты и наполнители. Связующие вещества.

Природные минеральные пигменты — неорганические компоненты красок.

С древнейших времен и поныне пигменты для красок приготавливаются из молотых природных яркоокрашенных минералов .

Синтетические пигменты и некоторые компоненты, не имеющие аналогов в природе, производятся промышленным путем по специальным технологиям.

#### Назначение и свойства пигментов

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 укрывистость, красящую способность, тонкость помола, светостойкость, огнестойкость, стойкость против химических воздействий, атмосферостойкость.

• *Укрывистость пигмента* характеризуют расходом его 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 укрывистость, так и на красящую способность. С увеличением тонкости помола возрастают укрывистость и красящая способность.

• *Светостойкость* — способность пигмента сохранять свой цвет под действием света. Это свойство очень важно для наружных покрасок зданий и сооружений.

• *Стойкость против химических воздействий* — способность 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. Сурик железный, например, обладает хорошей атмосферостойкостью.

• *Огнестойкость пигментов* — способность 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 защитить металлы от коррозии. Например, железный сурик и свинцовые белила обладают антикоррозионными свойствами, а сажа, наоборот, способствует развитию коррозии.

### **Виды пигментов**

*Пигменты минеральные* природные 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: мел природный молотый белого, цвета; охра сухую 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; графит серый; глауконит зеленый и пероксид марганца черного цвета.

*Пигменты искусственные минеральные* получают путем химической переработки минерального сырья. Такими пигментами являются:

1. **диоксид титана**  $\text{TiO}_2$  белого цвета, получаемый из титановых руд;
2. **белила цинковые**, получаемые возгонкой металлического цинка с последующим окислением паров цинка; они обладают хорошей укрывистостью, светостойкостью, не ядовиты;
3. **литопон белого цвета**, представляющий собой смесь сернистого цинка и сернокислого бария; он недостаточно устойчив против действия атмосферы, 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; содержит небольшое количество основных сернокислых или хлористых солей цинка; применяют в масляных, клеевых и грунтовых красках по металлу;
5. **сурик свинцовый** красного цвета получают прокаливанием свинцового глета при температуре  $450\text{ }^\circ\text{C}$ ; обладает стойкостью к действию щелочей, но растворяется в кислотах, хорошо защищает сталь от коррозии; применяют в масляных красках, антикоррозионных грунтовках по металлу и дереву;
6. **ультрамарин** синего цвета, обладающий средней свето- и щелочестойкостью; 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; получают нагреванием измельченной смеси  $\text{K}_2\text{O}_2\text{O}_7$  с каким-либо восстановителем (порошком древесного угля, серы); применяют во многих красках;

8. **сажа газовая** — продукт сжигания газов (ацетилен), является наиболее легким пигментом, имеет высокую кроющую 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.

*Органические пигменты* представляют собой синтетические красящие вещества органического происхождения, они обладают высокой красящей способностью и чистотой цвета. Органические пигменты нерастворимы или малорастворимы в воде и других растворителях.

К числу органических пигментов, применяемых в красках, можно отнести следующие: пигмент желтый, светопрочный лимонного цвета; оранжевый прочный, красный, алый, лак рубиновый, пигмент голубой фталоцианитовый, светло-синего цвета; пигмент зеленый фталоцианитовый и др. Органические пигменты используют для придания тона красочным композициям на различных связках. Однако щелочестойкость их сравнительно низкая, несколько ниже оказывается и светостойкость.

#### **Виды и назначение наполнителей**

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.

#### **Роль пигментов и наполнителей в ЛКМ**

При введении в лаки пигментов и наполнителей получают пигментированные лакокрасочные материалы. Роль этих веществ в композициях очень важна.

С одной стороны, пигменты дают возможность получить все множество цветов и оттенков эмалей и красок. С другой стороны, многие пигменты для красок это химически активные вещества, способные участвовать в образовании пленки, делать ее прочнее, долговечнее.

Чрезвычайно важна роль пигментов и в повышении антикоррозионных свойств лакокрасочных материалов.

Наполнитель — это целевая добавка. Так, при введении в систему талька, частички которого имеют плоскую форму, материал не только упрочняется, но и повышается его атмосферостойкость.

Молотая слюда улучшает термостойкость, препятствует растрескиванию пленки при высоких температурах.

В зависимости от назначения материала состав пигментной части изменяется как качественно, так и количественно.

### **14.2 Красочные составы. Вспомогательные материалы.**

Механическая смесь связующего вещества и пигментов, полученная при их смешивании, называется **красочным составом**, или просто **краской**.

К строительным краскам относятся масляные, водоразбавляемые, эмалевые и лаки. Масляные краски выпускают густотертыми (пастообразными) и готовыми к применению (жидкими). Водоразбавляемые краски выпускают на минеральной основе, клеевые, водоэмульсионные (латексные) и полимерцементные. Водоэмульсионные краски кроме пигментов и наполнителя содержат водную дисперсию полимеров (винилацетатных, акриловых, бутадиен-стирольных и др.). Эмалевые краски представляют суспензии пигментов в лаках. Лаки представляют собой раствор природных или искусственных смол в летучих растворителях.

**Масляные краски** — это красочные суспензии пигментов в олифе, в состав которых вводятся также наполнители. Густотертые краски содержат минимальное количество олифы — 12...20%, а краски готовые к применению — 30...50% (по массе).

Диапазон применения масляных красок очень широк — для наружной и внутренней окраски по металлу, дереву и сухой штукатурке.

**Водоразбавляемые краски.** Эти краски изготавливают обычно на месте малярных работ путем разбавления водой неорганических веществ до малярной консистенции. В настоящее время водосодержащие краски получили широкое распространение. Это объясняется высоким уровнем экологической безопасности этих составов.

*Известковые краски* изготавливают с использованием воздушной или гидравлической извести и щелочестойких пигментов. В состав краски вводят добавки (поваренную соль или хлористый кальций) для предотвращения чрезмерно быстрого высыхания. Известковые красочные составы применяют для окраски кирпичных стен, штукатурок, бетонных поверхностей и внутренней отделки стен и потолков.

*Цементные краски* характеризуются повышенной атмосферостойкостью и долговечностью. В их состав входят белый портландцемент, щелочестойкие пигменты и некоторые добавки (известь-пушонка, хлорид кальция), улучшающие схватывание краски, ее эластичность, адгезию и водоотталкивающие свойства (стеарат кальция, мылонафт). Цементные краски применяют для наружных малярных работ и внутренней окраски влажных производственных помещений по бетону, кирпичу.

*Силикатные краски* представляют собой смеси из растворимого калиевого стекла, щелочестойких пигментов и тонкодисперсных наполнителей (мела, талька, диатомита, трепела и др.).

Предназначены для наружной окраски фасадов и внутренней окраски бетонных, кирпичных и оштукатуренных поверхностей, а также их можно использовать для защиты древесины от возгорания.

**Водоэмульсионные (латексные) краски** представляют собой красочный состав из двух несмешивающихся жидкостей, в которой частицы (глобулы) одной жидкости (дисперсная фаза) распределены в другой жидкости (дисперсионная среда). Эмульсионные красочные составы «полимер в воде» содержат полимер в виде мельчайших глобул. Кроме полимера и воды, красочный состав содержит эмульгатор (поверхностно-активное вещество, которое препятствует укрупнению и слиянию глобул), пигмент и добавки, улучшающие свойство краски. Краски дают прочную пленку, хорошо защищают окрашенную поверхность.

Применяют краски для наружных и внутренних работ по дереву, штукатурке, бетону и другим материалам.

**Эмалевые краски** (эмали) относятся к летучесмоляным краскам. Процесс их высыхания заключается в улетучивании растворителя, после чего на поверхности

образуется пленка определенного качества в зависимости от рода связующего, взаимодействия между собой составляющих окрасочного состава и других условий. Эмали изготавливают путем перетирания сухих пигментов с алкидными (глифталевыми, пентафталевыми) и другими лаками. В качестве пигментов для эмалевых красок используют цинковые или титановые белила, кроны различного колера, ультрамарин, железный сурик и некоторые органические пигменты

В зависимости от вида пленкообразующего вещества эмалевые краски разделяют на масляные, приготовленные на масляных лаках; нитроэмали на нитролаках; силиконовые кремнийорганические на кремнийорганических лаках и др. Эмалевые краски быстро высыхают и имеют высокую свето-, водо- и антикоррозийную стойкость. Выпускают их в готовом для применения виде и наносят на подготовленные поверхности кистями, валиками или краскораспылителями.

Экологические свойства лакокрасочных материалов, которым уделяется первостепенное внимание, могут быть улучшены, прежде всего, за счет сокращения применения в составе этих материалов органических растворителей, которые, улетучиваясь при производстве и применении красок, оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду и здоровье людей.

*Вспомогательными материалами*, которые используют в приготовлении красочных составов и для выполнения малярных работ, являются наполнители, растворители и сиккативы.

Растворители предназначены для придания красочным составам необходимой консистенции. Растворители должны полностью испаряться при высыхании красочных составов. Наиболее распространенными растворителями являются: скипидар, бензин, сольвент каменноугольный, уайт-спирит.

Сиккативы — растворы металлических солей жирных кислот в органических растворителях. Их добавляют до 8% массы к олифам для ускорения высыхания лакокрасочных пленок.

### Список использованной литературы

1. Ануфриев Д.П., Новые строительные материалы и изделия: Региональные особенности производства [Текст]: учебник /Д.П. Ануфриев [и д.р.], – Москва: Издательство АСВ, 2014. – 200 с. ISBN: 978-5-93026-075-5
2. Барабанщиков Ю. Г, Строительные материалы и изделия: учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования / Ю. Г. Барабанщиков.— Москва: Академия, 2018. —416 с. ISBN 978-5-7695-9859-3
3. Белов В.В., Строительные материалы [Текст]: учебник /В.В. Белов, В.Б. Петропавловская, Н.В. Храмцов. – М.: Издательство АСВ, 2014. – 271 с. ISBN 978-5-93093-965-1

4. Белов В.В., Краткий курс материаловедения и технологии конструкционных материалов для строительства [Электронный ресурс]: учебное пособие /В.В. Белов. – М.: Издательство АСВ, 2011 – 215 с. Источник: Российская государственная библиотека (РГБ) ISBN:978-5-93093-409-0.

5. Волочко А.Т., Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы/А.Т.Волочко, К. Б. Подболотов, Е. М. Дятлова. — Минск: Белорусская наука, 2013.— 386 с. — ISBN 978-985-08-1640-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPRSMART:[сайт].URL:<https://www.iprbookshop.ru/29487.html>

6. Гончарова М. А., Строительные материалы и изделия: учебное пособие для СПО /М. А. Гончарова, В. В. Крохотин, Н. А. Каширина. — 2-е изд. — Липецк, Саратов: Липецкий государственный технический университет, Профобразование,2019. — 79с. — ISBN 978-5-88247-935-9, 978-5-4488- 0287-4. — Текст : электронный// Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:<https://www.iprbookshop.ru/85990.html>

7. Ишкова И. А., Архитектурное материаловедение: учебник для студентов учреждений сред. проф. образования / И. А. Ишкова.– Москва: Академия, 2019. – 192 с. – (Строительство и архитектура).

8. Камалова З. А., Древесина и способы повышения долговечности строительных материалов, изделий и конструкций на ее основе: учебное пособие для СПО / З. А. Камалова. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 190 с. — ISBN 978-5-4497-1484-8. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116467.html>

9. Киреева Ю.И., Современные строительные материалы и изделия [Текст]: учебник /Ю.И. Киреева. – М.: Изд-во "Феникс", 2010. – 246 с.ISBN: 978-5-222-17246-9

10. Чернушкин О. А., А. М. Усачев, С. М. Усачев, С. В. Черкасов. Строительные материалы : учебное пособие для СПО / — Саратов: Профобразование, 2019. — 136 с. — ISBN 978-5-4488-0378-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87277.html>