1. **Классификация строительных материалов**

Строительные материалы и изделия классифицируют по степени готовности, происхождению, назначению и технологическому признаку.

По степени готовности различают собственно *строительные материалы* и *строительные изделия* - готовые изделия и элементы, монтируемые и закрепляемые на месте работы. *К строительным материалам относятся древесина, металлы, цемент, бетон, кирпич, песок, строительные растворы для каменных кладок и различных штукатурок, лакокрасочные материалы, природные камни и т. д.*

*Строительными изделиями являются сборные железобетонные панели и конструкции, оконные и дверные блоки, санитарно-технические изделия и кабины и др. В отличие от изделий строительные материалы перед применением подвергают обработке - смешивают с водой, уплотняют, распиливают, тешут и т. д.*

По происхождению строительные материалы подразделяют на *природные и искусственные*.

*Природные материалы* - это древесина, горные породы (природные камни), торф, природные битумы и асфальты и др. Эти материалы получают из природного сырья путем несложной обработки без изменения их первоначального строения и химического состава.

К *искусственным* материалам относят кирпич, цемент, железобетон, стекло и др. Их получают из природного и искусственного сырья, побочных продуктов промышленности и сельского хозяйства с применением специальных технологий. Искусственные материалы отличаются от исходного сырья как по строению, так и по химическому составу, что обусловлено коренной переработкой его в заводских условиях.

Наибольшее распространение получили классификации материалов по назначению и технологическому признаку.

*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.

Ряд материалов (например цемент, известь, древесина) нельзя отнести к какой-либо одной группе, так как их используют и в чистом виде, и как сырье для получения других строительных материалов и изделий. *Это так называемые материалы общего назначения*. Трудность классификации строительных материалов по назначению состоит в том, что одни и те же материалы могут быть отнесены к разным группам. Например, бетон в основном применяют как конструкционный материал, но некоторые его виды имеют совсем иное назначение: особа легкие бетоны являются теплоизоляционным материалом; особо тяжелые бетоны - материалом специального назначения, который используют для защиты от радиоактивного излучения.

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 нетермореактнвных 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.

1. **Физические свойства строительных материалов**

Плотность материала бывает средней и истинной.

*Средняя плотность* ρс — масса единицы объема материала в естественном состоянии, т. е. с порами. Среднюю плотность (в кг/м3, кг/дм3, г/см3) вычисляют по формуле:

где m -масса материала, кг, г; Vе - объем материала, м3, дм3, см3.

Среднюю плотность сыпучих материалов — щебня, гравия, песка, цемента и др. — называют *насыпной плотностью*. В объем входят поры непосредственно в материале и пустоты между зернами.

*Относительная плотность* d - отношение средней плотности материала к плотности стандартного вещества. За стандартное вещество принята вода при температуре 4°С, имеющая плотность 1000 кг/м3. Относительная плотность (безразмерная величина) определяется по формуле:

*Истинная плотность* ρu — масса единицы объема абсолютно плотного материала, т. е. без пор и пустот. Вычисляется она в кг/м3, кг/дм3, г/см3 по формуле:

где m — масса материала, кг, г; Vа — объем материала в плотном состоянии, м3, дм3, см3.

У неорганических материалов, природных и искусственных камней, состоящих в основном из оксидов кремния, алюминия и кальция, истинная плотность находится в пределах 2400-3100 кг/м3, у органических материалов, состоящих в основном из углерода, кислорода и водорода, она составляет 800-1400 кг/м3, у древесины - 1550 кг/м3. Истинная плотность металлов колеблется в широком диапазоне: алюминия - 2700 кг/м3, стали - 7850, свинца - 11300 кг/м3.

*Пористость П* - степень заполнения объема материала порами. Вычисляется в % по формуле:

где ρс, ρu - средняя и истинная плотности материала.

Для строительных материалов П колеблется от 0 до 90%.

Для сыпучих материалов определяется *пустотность (межзерновая пористость)*.

По величине пор материалы разделяют на мелкопористые, у которых размеры пор измеряются в сотых и тысячных долях миллиметра, и крупнопористые (размеры пор — от десятых долей миллиметра до 1~2 мм).

1. **Гидрофизические свойства строительных материалов**

*Гигроскопичность* - свойство капиллярно-пористого материала поглощать водяной пар из влажного воздуха. Поглощение влаги из воздуха объясняется адсорбцией водяного пара на внутренней поверхности пор и капиллярной конденсацией. Этот процесс, называемый сорбцией, обратимый. Волокнистые материалы со значительной пористостью, например теплоизоляционные и стеновые, обладают развитой внутренней поверхностью пор и поэтому высокой сорбционной способностью.

*Водопоглощение* - способность материала поглощать и удерживать воду. Водопоглощение характеризует в основном открытую пористость, так как вода не проходит в закрытые поры.

Степень снижения прочности материала при предельном его водонасыщении называется *водостойкостью*. *Водостойкость* численно характеризуется коэффициентом размягчения Кразм, который характеризует степень снижения прочности в результате его насыщения водой.

*Влажность* - это степень содержания влаги в материале. Зависит от влажности окружающей среды, свойств и структуры самого материала.

*Водопроницаемость* - способность материала пропускать воду под давлением. Она характеризуется коэффициентом фильтрации Кф, м/ч, который равен количеству воды Vв в м3, проходящей через материал площадью S = 1 м2, толщиной а = 1 м за время t = 1 ч, при разности гидростатического давления P1 - Р2 = 1 м водного столба:

Обратной характеристикой водопроницаемости является водонепроницаемость - способность материала не пропускать воду под давлением.

*Паропроницаемость* - способность материалов пропускать водяной пар через свою толщину. Она характеризуется коэффициентом паропроницаемости μ, г/(мхчхПа), который равен количеству водяного пара V в м3, проходящего через материал толщиною а = 1м, площадью S = 1 м² за время t = 1 ч, при разности парциальных давлений Р1 - Р2 = 133,3 Па:

*Морозостойкость* - способность материала в водонасыщенном состоянии не разрушаться при многократном попеременном замораживании и оттаивании.

Разрушение происходит из-за того, что объем воды при переходе в лед увеличивается на 9%. Давление льда на стенки пор вызывает растягивающие усилия в материале.

1. **Теплофизические свойства строительных материалов**

*Теплопроводность* - способность материалов проводить тепло. Теплопередача происходит в результате перепада температур между поверхностями, ограничивающими материал. Теплопроводность зависит от коэффициента теплопроводности λ, Вт/(мx°С), который равен количеству тепла Q, Дж, проходящего через материал толщиной d = 1 м, площадью S = 1 м2 за время t = 1 ч, при разности температур между поверхностями t2- t1 = 1 °С:

При известной средней плотности, пользуясь нижеприведенной формулой, можно ориентировочно вычислить коэффициент теплопроводности λ, Вт/(мх°С), материала в воздушно-сухом состоянии:

Значительно возрастает теплопроводность материалов с увлажнением. Это объясняется тем, что коэффициент теплопроводности воды составляет 0,58 Вт/(мх°С), а воздуха 0,023 Вт/(мх°С), т.е. превышает его в 25 раз.

*Теплоемкость* - способность материалов поглощать тепло при нагревании. Она характеризуется удельной теплоемкостью с, Дж/(кгх°С), которая равна количеству тепла Q, Дж, затраченному на нагревание материала массой m = 1 кг, чтобы повысить его температуру на t2-t1 = 1°С:

*Огнестойкость* - способность материала выдерживать без разрушений одновременное действие высоких температур и воды. Пределом огнестойкости конструкции называется время в часах от начала огневого испытания до появления одного из следующих признаков: сквозных трещин, обрушения, повышения температуры на необогреваемой поверхности. По огнестойкости строительные материалы делятся на три группы: *несгораемые, трудносгораемые, сгораемые*. Несгораемые материалы под действием высокой температуры или огня не тлеют и не обугливаются; трудносгораемые материалы с трудом воспламеняются, тлеют и обугливаются, но происходит это только при наличии огня; сгораемые материалы воспламеняются или тлеют и продолжают гореть или тлеть после удаления источника огня.

*Огнеупорность* - способность материала противостоять длительному воздействию высоких температур, не деформируясь и не расплавляясь. По степени огнеупорности материалы подразделяются на *огнеупорные*, которые выдерживают действие температур от 1580 °С и выше; *тугоплавкие*, которые выдерживают температуру 1360... 1580°C; *легкоплавкие*, выдерживающие температуру ниже 1350 °С.

1. **Механические свойства строительных материалов**

К основным механическим свойствам материалов относят прочность, упругость, пластичность, релаксацию, хрупкость, твердость, истираемость и др.

*Прочность* - способность материалов сопротивляться разрушению и деформациям от внутренних напряжений, возникающих в результате воздействия внешних сил или других факторов, таких как неравномерная осадка, нагревание и т. п. Оценивается она пределам прочности. Так называют напряжение, возникающее в материале от действия нагрузок, вызывающих его разрушение.

Различают пределы прочности материалов при сжатии, растяжении, изгибе, срезе и пр. Предел прочности при сжатии и растяжении RСЖ(Р), МПа, вычисляется как отношение нагрузки, разрушающей материал Р, Н, к площади поперечного сечения F, мм2:

Предел прочности при изгибе RИ, МПа, вычисляют как отношение изгибающего момента M, Нхмм, к моменту сопротивления образца , мм3:

Важной характеристикой материалов является *коэффициент конструктивного качества*. Это условная величина, которая равна отношению предела прочности материала R, МПа, к его относительной плотности:

к.к.к. = R/d

*Упругость* - способность материалов под воздействием нагрузок изменять форму и размеры и восстанавливать их после прекращения действия нагрузок.

Упругость оценивается пределом упругости б*уп*, МПа, который равен отношению наибольшей нагрузки, не вызывающей остаточных деформаций материала, PУП, Н, к площади первоначального поперечного сечения F0, мм2:

б*УП*= РУП/F0

*Пластичность* - способность материалов изменять свою форму и размеры под воздействием нагрузок и сохранять их после снятия нагрузок. Пластичность характеризуется относительным удлинением или сужением.

Разрушение материалов может быть хрупким или пластичным. При хрупком разрушении пластические деформации незначительны.

*Релаксация* - способность материалов к самопроизвольному снижению напряжений при постоянном воздействии внешних сил. Это происходит в результате межмолекулярных перемещений в материале.

*Твердость* - способность материала оказывать сопротивление проникновению в него более твердого материала.

Для разных материалов она определяется по разным методикам. Так, при испытании природных каменных материалов пользуются шкалой Мооса, составленной из 10 минералов, расположенных в ряд, с условным показателем твердости от 1 до 10, когда более твердый материал, имеющий более высокий порядковый номер, царапает предыдущий. Минералы расположены в следующем порядке: тальк или мел, гипс или каменная соль, кальцит или ангидрит, плавиковый шпат, апатит, полевой шпат, кварцит, топаз, корунд, алмаз.

Твердость металлов, бетона, древесины, пластмасс оценивают вдавливанием в них стального шарика, алмазного конуса или пирамиды.

Твердость материала не всегда соответствует прочности. Так, древесина имеет прочность, одинаковую с бетоном, но значительно меньшую твердость.

*Истираемость -* способность материалов разрушаться под действием истирающих усилий. Истираемость И в г/см2 вычисляется как отношение потери массы образцом m1-m2 в г от воздействия истирающих усилий к площади истирания F в см2;

И = (m1 - m2) / Р.

Определяется И путем испытания образцов на круге истирания или в полочном барабане.

*Износ* - свойство материала сопротивляться одновременному воздействию истирания и ударов. Износ материала зависит от его структуры, состава, твердости, прочности, истираемости.

*Хрупкость* - свойство материала внезапно разрушаться под воздействием нагрузки, без предварительного заметного изменения формы и размеров. Хрупкому материалу, в отличие от пластичного, нельзя придать при прессовании желаемую форму, так как такой материал под нагрузкой дробится на части, рассыпается. Хрупки камни, стекло, чугун и др.

1. **Понятие горная порода и минерал. Основные породообразующие минералы**

*Горные породы* - главный источник получения строительных материалов. Горные породы используют в промышленности строительных материалов как сырье для изготовления керамики, стекла, теплоизоляционных и других изделий, а также для производства неорганических вяжущих веществ - цементов, извести и гипсовых.

*Горные породы* - это природные образования более или менее определенного состава и строения, образующие в земной коре самостоятельные геологические тела.

*Минералами* называют однородные по химическому составу и физическим свойствам составные части горной породы. Большинство минералов - твердые тела, иногда встречаются жидкие (самородная ртуть).

В зависимости от условий формирования горные породы делят на три генетические группы:

*1) магматические породы*, образовавшиеся в результате охлаждения и затвердевания магмы;

*2) осадочные породы*, возникшие в поверхностных слоях земной коры из продуктов выветривания и разрушения различных горных пород;

*3) метаморфические породы*, являющиеся продуктом перекристаллизации и приспособления горных пород к изменившимся в земной коре физико-химическим условиям.

*Породообразующие минералы*

В настоящее время известно около 5000 минералов. В образовании же горных пород преимущественно участвуют 25 минералов. Основными породообразующими минералами являются *кремнезем, алюмосиликаты, железисто-магнезиальные, карбонаты, сульфаты*.

*Минералы группы кремнезема*. К минералам этой группы относят *кварц*. Он может находиться как в кристаллической, так и аморфной форме.

*Кристаллический кварц* в виде диоксида кремния SiО2 - один из самых распространенных минералов в природе. Аморфный кремнезем встречается в виде *опала* SiО2 x NH2О. Кварц отличается высокой химической стойкостью при обычной температуре. Кварц плавится при температуре около 1700оС, поэтому широко используется в огнеупорных материалах.

*Минералы группы алюмосиликатов* - *полевые шпаты, слюды, каолиниты*. Полевые шпаты составляют 58% всей литосферы и являются самыми распространенными минералами. Разновидностями их являются *ортоклаз и плагиоклазы*.

*Ортоклаз* - калиевый полевой шпат - K2О x Al2О3 x 6SiО2. Имеет среднюю плотность 2,57 г/см3, твердость - 6-6,5. Является основной частью гранитов, сиенитов.

*Плагиоклазы* - минералы, состоящие из смеси твердых растворов *альбита и анортита*.

*Альбит* - натриевый полевой шпат - Na2О x Al2О3 x 6SiО2. Анортит - кальциевый полевой шпат – CaO x Al2О3 x 2SiО2.

Плагиоклазы входят в состав кислых и основных горных пород.

Предел прочности полевых шпатов при сжатии составляет 120-170 МПа, что ниже прочности кварца. Они выветриваются под воздействием воды, содержащей углекислоту, в результате чего образуется *каолинит*.

*Слюды* - водные алюмосиликаты слоистого строения, способные расщепляться на тонкие пластинки. Наиболее часто встречаются два вида - *мусковит и биотит*. *Мусковит* - калиевая бесцветная слюда. Обладает высокой химической стойкостью, тугоплавка. *Биотит* - железисто-магнезиальная слюда черного или зелено-черного цветов.

Водной разновидностью слюды является вермикулит. Он образован из биотита в результате воздействия гидротермальных процессов. При нагревании вермикулита до 750 °С теряется химически связанная вода, в результате чего объем его увеличивается в 18-40 раз. Вспученный вермикулит применяют в качестве теплоизоляционного материала.

*Каолинит -* Al2О3 x 2SiО2 x 2H2О - минерал, получаемый в результате разрушения полевых шпатов и слюд. Залегает в виде землистых рыхлых масс. Применяют для изготовления керамических материалов.

*Железисто-магнезиальные силикаты*. Минералами этой группы являются *пироксены, амфиболы и оливин.*

К *пироксенам* относят *авгит,* входящий в состав габбро, к *амфиболам* - *роговую обманку*, входящую в состав гранитов.

*Оливин* входит в состав *диабазов и базальтов*. Продукт выветривания *оливина - хризотил-асбест.* Эти минералы являются силикатами магния и железа и имеют темную окраску. Они обладают высокой ударной вязкостью и стойкостью против выветривания.

*Минералы группы карбонатов*. К ним относят *кальцит, магнезит, доломит*. Они входят в состав осадочных горных пород.

*Кальцит* - СаСО3 - имеет среднюю плотность 2,7 г/см3, твердость - 3. Вскипает при воздействии слабого раствора соляной кислоты. Входит в состав известняков, мраморов, травертинов.

*Магнезит* - MgCО3 - имеет среднюю плотность 3,0 г/см3, твердость - 3,5-4. Вскипает от горячей соляной кислоты. Образует породу с тем же названием.

*Доломит* - CaCО3 x MgCО3 - имеет плотность 2,8-2,9 г/см3, твердость - 3,5-4. По свойствам занимает среднее положение между кальцитом и магнезитом. Входит в состав мраморов. Образует породу с таким же названием.

*Минералы группы сульфатов - гипс и ангидрит.*

*Гипс -* CaSО4 x 2H2О - имеет среднюю плотность 2,3 г/см3, твердость - 1,5-2,0, цвета - белый, серый, красноватый. Строение - кристаллическое. Хорошо растворяется в воде. Образует породу - гипсовый камень.

*Ангидрит* - CaSО4 - имеет среднюю плотность 2,9-3 г/см3, твердость - 3-3,5, строение - кристаллическое. При насыщении водой переходит в гипс.

1. **Классификация горных пород по происхождению**

Каменные строительные материалы включают широкую номенклатуру изделий, получаемых из горных пород: *рваный камень* в виде кусков неправильной формы (бут, щебень и др.), *изделия правильной формы* (блоки, штучный камень, плиты, бруски), *профилированные изделия и др.*

По происхождению горные породы делят на *три основных вида*:

*магматические, или изверженные* (глубинные, или излившиеся), образовавшиеся в результате затвердевания в недрах земли или на ее поверхности, в основном из силикатного расплава - магмы;

*осадочные*, образовавшиеся путем осаждения неорганических и органических веществ на дне водных бассейнов и на поверхности земли;

*метаморфические* - кристаллические горные породы, возникшие в результате преобразования магматических или осадочных пород при воздействии температуры, давления и флюидов (существенно водно-углекислых газово-жидких или жидких, часто надкритических растворов).

*Изверженные горные породы* подразделяют на *глубинные, излившиеся и обломочные*.

*Глубинные породы* образовались в результате остывания магмы в недрах земной коры. Затвердевание происходило медленно и под давлением. В этих условиях расплав полностью кристаллизовался с образованием крупных зерен минералов.

К главнейшим глубинным породам относят *гранит, сиенит, диорит и габбро*.

*Гранит* состоит из зерен кварца, полевого шпата (ортоклаза), слюды или железисто-магнезиальных силикатов. Имеет среднюю плотность 2,6 г/см3, предел прочности при сжатии - 100-300 МПа. Цвета - серый, красный. Он обладает высокой морозостойкостью, малой истираемостью, хорошо шлифуется, полируется, стоек против выветривания. Применяют его для изготовления облицовочных плит, архитектурно-строительных изделий, лестничных ступеней, щебня.

*Сиенит* состоит из полевого шпата (ортоклаза), слюды и роговой обманки. Кварц отсутствует или имеется в незначительном количестве. Средняя плотность составляет 2,7 г/см3, предел прочности при сжатии - до 220 МПа. Цвета - светло-серый, розовый, красный. Он обрабатывается легче, чем гранит, применяют для тех же целей.

*Диорит* состоит из плагиоклаза, авгита, роговой обманки, биотита. Средняя плотность его составляет 2,7-2,9 г/см3, предел прочности при сжатии - 150-300 МПа. Цвета - от серо-зеленого до темно-зеленого. Он стоек против выветривания, имеет малую истираемость. Применяют диорит для изготовления облицовочных материалов, в дорожном строительстве.

*Габбро* - кристаллическая порода, состоящая из плагиоклаза, авгита, оливина. В составе его может быть биотит и роговая обманка. Имеет среднюю плотность 2,8-3,1 г/см3, предел прочности при сжатии - до 350 МПа. Цвета - от серого или зеленого до черного. Применяют для облицовки цоколей, устройства полов.

Излившиеся горные породы образовались при остывании магмы на небольшой глубине или на поверхности земли. К излившимся породам относят *порфиры, диабаз, трахит, андезит, базальт.*

*Порфиры* являются аналогами гранита, сиенита, диорита. Средняя плотность составляет 2,4-2,5 г/см3, предел прочности при сжатии - 120-340 МПа. Цвета - от красно-бурого до серого. Структура - порфировидная, т. е. с крупными вкраплениями в мелкозернистую структуру, чаще всего ортоклаза или кварца. Их применяют для изготовления щебня, декоративно-поделочных целей.

*Диабаз* является аналогом габбро, имеет кристаллическую структуру. Средняя плотность его составляет 2,9-3,1 г/см3, предел прочности при сжатии - 200-300 МПа, цвета - от темно-серого до черного. Применяют для наружной облицовки зданий, изготовления бортовых камней, в виде щебня для кислотоупорных футеровок. Температура плавления его невысокая - 1200-1300 °С, что позволяет применять диабаз для каменного литья.

*Трахит* является аналогом сиенита. Имеет тонкопористое строение. Средняя плотность его составляет 2,2 г/см3, предел прочности при сжатии - 60-70 МПа. Окраска - светло-желтая или серая. Применяют для изготовления - стеновых материалов, крупного заполнителя для бетона.

*Андезит* является аналогом диорита. Имеет среднюю плотность 2,9 г/см3, прочность при сжатии - 140-250 МПа, окраску - от светлой до темно-серой. Применяют в строительстве - для изготовления ступеней, облицовочного материала, как кислотостойкий материал.

*Базальт* - аналог габбро. Имеет стекловидную или кристаллическую структуру. Средняя плотность его составляет 2,7-3,3 г/см3, предел прочности при сжатии - от 50 до 300 МПа. Цвета - темно-серый или почти черный. Применяют для изготовления бортовых камней, облицовочных плит, щебня для бетонов. Является сырьем для изготовления каменных литых материалов, базальтового волокна.

*Обломочные породы представляют собой выбросы вулканов*. В результате быстрого охлаждения магмы образовались породы стекловидной пористой структуры. Их подразделяют на *рыхлые и цементированные*. К *рыхлым относят вулканические пеплы, песок и пемзу*.

*Вулканические пеплы* - порошкообразные частицы вулканической лавы размером до 1 мм. Более крупные частицы размером от 1 до 5 мм называют песком. Пеплы применяют как активную минеральную добавку в вяжущие, пески - в качестве мелкого заполнителя для легких бетонов.

*Пемза* - пористая порода ячеистого строения, состоящая из вулканического стекла. Пористая структура образовалась в результате воздействия газов и паров воды на остывавшую лаву, средняя плотность составляет 0,15-0,5 г/см3, предел прочности при сжатии - 2-3 МПа. В результате высокой пористости (до 80%,) имеет низкий коэффициент теплопроводности А = 0,13...0,23 Вт/(м·°С). Применяют ее в виде заполнителей для легких бетонов, теплоизоляционных материалов, в качестве активной минеральной добавки для извести и цементов.

*К цементированным породам относят вулканические туфы.*

*Вулканические туфы* - пористые стекловидные породы, образовавшиеся в результате уплотнения вулканических пеплов и песков. Средняя плотность туфов составляет 1,25-1,35 г/см3, пористость - 40-70%, предел прочности при сжатии - 8-20 МПа, коэффициент теплопроводности 1 = 0,21...0,33 Вт/(м·°С). Цвета — розовый, желтый, оранжевый, голубовато-зеленый. Применяют их в качестве стенового материала, облицовочных плит для внутренней и наружной облицовки зданий.

*К метаморфическим горным породам относят гнейсы, глинистые сланцы, кварцит, мрамор*

1. **Магматические горные породы. Условия образования. Виды**

Магматические горные породы - это породы, образовавшиеся непосредственно из магмы (расплавленной массы преимущественно силикатного состава), в результате её охлаждения и застывания. По условиям образования различают две подгруппы магматических горных пород:

• интрузивные (глубинные), от латинского слова “интрузио” – внедрение;

• эффузивные (излившиеся) от латинского слова “эффузио” – излияние.

 *Интрузивные (глубинные)* горные породы образуются при медленном постепенном остывании магмы, внедренной в нижние слои земной коры, в условиях повышенного давления и высоких температур. Выделение минералов из вещества магмы при ее остывании происходит строго в определенной последовательности, каждый минерал имеет свою температуру образования. Сначала образуются *тугоплавкие темноцветные минералы* (*пироксены, роговая обманка, биотит,* …), далее *рудные минералы*, затем *полевые шпаты* и последним выделяется в виде кристаллов *кварц*. Главные *представители интрузивных магматических горных пород* – *граниты, диориты, сиениты, габбро, перидотиты.*

*Эффузивные (излившиеся)* горные породы образуются при остывании магмы в виде лавы (от итальянского “лава” – затопляю) на поверхности земной коры или вблизи нее. По вещественному составу эффузивные горные породы сходны с глубинными, они образуются из одной и той же магмы, но в разных термодинамических условиях (давлении, температуре и др.). На поверхности земной коры магма в виде лавы остывает значительно быстрее, чем на некоторой глубине от нее. Главные представители эффузивных магматических горных пород – *обсидианы, туфы, пемзы, базальты, андезиты, трахиты, липариты, дациты, риолиты.*

Основные отличительные признаки эффузивных (излившихся)магматических горных пород, которые определяются их происхождением иусловиями образования, следующие:

• для большинства образцов грунтов характерна некристаллическая, тонко-,мелкозернистая структура с отдельными видимыми глазом кристаллами;

• для некоторых образцов грунтов характерно наличие пустот, пор, пятен;

• в некоторых образцах грунтов присутствует какая-либо закономерность пространственной ориентировки компонентов (окраски, овальных пустот и др.).

Отличия эффузивных горных пород друг от друга, как и интрузивных горных пород друг от друга, определяются условиями их образования и вещественным составом магмы, что проявляется в различной их окраске (светлые – темные) и составе компонентов.

В основе химической классификации лежит *процентное содержание кремнезёма* (SiO2) в породе. По этому показателю выделяют *ультракислые, кислые, средние, основные и ультраосновные породы*.

1. **Осадочные горные породы. Условия образования. Виды**

Осадочные горные породы по условиям образования подразделяют на *обломочные* (механические отложения), *химические осадки* и *органогенные*.

*Обломочные породы* образовались в результате физического выветривания, т. е. воздействия ветра, воды, знакопеременных температур. Их подразделяют на *рыхлые и цементированные*. К рыхлым относят *песок, гравий, глину*.

*=Песок* представляет собой смесь зерен с размером частиц от 0,1 до 5 мм, образовавшуюся в результате выветривания изверженных и осадочных горных пород.

*=Гравий* - горная порода, состоящая из округлых зерен от 5 до 150 мм различного минералогического состава. Применяют для бетонов и растворов, в дорожном строительстве.

*=Глины* - тонкообломочные породы, состоящие из частиц мельче 0,01 мм. Цвета - от белого до черного. По составу подразделяют *на каолинитовые, монтмориллокитовые, галлуазитовые*. Являются сырьем для керамической и цементной промышленности.

К *цементированным осадочным* горным породам относят *песчаник, конгломерат и брекчию*.

*=Песчаник* - горная порода, состоящая из цементированных зерен кварцевого песка. Природными цементами служат глина, кальцит, кремнезем. Средняя плотность кремнистого песчаника составляет 2,5-2,6 г/см3, предел прочности при сжатии - 100-250 МПа. Применяют для изготовления щебня, облицовки зданий и сооружений.

*=Конгломерат и брекчия*. Конгломерат - горная порода, состоящая из зерен гравия, сцементированных природным цементом, брекчия - из сцементированных зерен щебня. Средняя плотность их составляет 2,6-2,85 г/см3, предел прочности при сжатии - 50-160 МПа. Применяют конгломерат и брекчию для покрытия полов, изготовления заполнителей для бетона.

*Химические осадки* образовались в результате выпадения солей при испарении воды в водоемах. К ним относят *гипс, ангидрит, магнезит, доломит и известковые туфы*.

*=Гипс* состоит в основном из минералов гипса - CaSО4 x 2H2О. Это порода белого или серого цвета. Применяют для изготовления гипсовых вяжущих веществ и для облицовки внутренних частей зданий.

*=Ангидрит* включает минералы ангидрита - CaSО4. Цвета - светлые с голубовато-серыми оттенками. Применяют там же, где и гипс.

*=Магнезит* состоит из минерала магнезита - MgCО3. Применяют его для изготовления вяжущего каустического магнезита и огнеупорных изделий.

*=Доломит* включает минерал доломита - CaCО3 x MgCО3. Цвет - серо-желтый. Применяют для изготовления облицовочных плит и внутренней облицовки, щебня, огнеупорных материалов, вяжущего вещества - каустического доломита.

*=Известковые туфы* состоят из минерала кальцита – СаСО3. Это пористые породы светлых тонов. Имеют среднюю плотность 1,3-1,6 г/см3, предел прочности при сжатии - 15-80 МПа. Из них изготавливают штучные камни для стен, облицовочные плиты, легкие заполнители для бетонов, известь.

*Органогенные породы* образовались в результате жизнедеятельности и отмирания организмов в воде. К ним относят *известняки, мел, диатомит, трепел*.

*=Известняки* - горные породы, состоящие в основном из кальцита – СаСО3. Могут содержать примеси глины, кварца, железисто-магнезиальных и других соединений. Образовались в водных бассейнах из остатков животных организмов и растений. По структуре известняки подразделяют на плотные, пористые, мраморовидные, ракушечниковые и другие. *Плотные известняки* имеют среднюю плотность 2,0-2,6 г/см3, предел прочности при сжатии - 20-50 МПа; пористые - среднюю плотность 0,9-2,0 г/см3, предел прочности при сжатии - от 0,4 до 20 МПа. Цвета - белый, светло-серый, желтоватый. Применяют их для изготовления облицовочных плит, архитектурных деталей, щебня, в качестве сырья для цемента, извести. *Известняк-ракушечник* состоит из раковин моллюсков и их обломков. Это пористая порода со средней плотностью 0,9-2,0 г/см3, с пределом прочности при сжатии - 0,4-15,0 МПа. Применяют для изготовления стеновых материалов и плит для внутренней и наружной облицовки зданий.

*=Мел* - горная порода, состоящая из кальцита – СаСО3. Образована раковинами простейших животных организмов. Цвет - белый. Применяется для приготовления красочных составов, замазки, изготовления извести, цемента.

*=Диатомит -* горная порода, состоящая из аморфного кремнезема. Образована мельчайшими панцирями диатомовых водорослей и скелетами животных организмов. Слабосцементированная или рыхлая порода со средней плотностью 0,4-1,0 г/см3. Цвет - белый с желтоватым или серым оттенком.

=*Трепел* - сходная с диатомитом порода, но более раннего образования. Сложена, в основном, сферическими тельцами опала и халцедона. Применяют диатомит и трепел для изготовления теплоизоляционных материалов, легкого кирпича, активных добавок в вяжущие вещества.

1. **Метаморфические горные породы. Условия образования. Виды**

К метаморфическим горным породам относят гнейсы*, глинистые сланцы, кварцит, мрамор*.

*Гнейсы* - сланцевые породы, образовавшиеся чаще всего в результате перекристаллизации гранитов при высокой температуре и одноосном давлении. Их минералогический состав - как у гранитов. Средняя плотность составляет 2,5-2,6 г/см3, предел прочности при сжатии - 129-300 МПа. Цвета - серый, розовый, красный. Применяют их для изготовления облицовочных плит, бутового камня.

*Глинистые сланцы* - породы, образовавшиеся в результате видоизменения глины под большим давлением. Средняя плотность составляет 2,7-2,9 г/см3, предел прочности при сжатии - 60-120 МПа. Цвета - темно-серый, черный. Раскалываются на тонкие пластинки толщиной 3-10 мм. Применяют для изготовления облицовочных и кровельных материалов.

*Кварцит* - мелкозернистая горная порода, образовавшаяся в результате перекристаллизации кремнистых песчаников. Средняя плотность составляет 2,5-2,7 г/см3, предел прочности при сжатии - до 400 МПа. Цвета - серый, розовый, желтый, темно-вишневый, малиново-красный и др. Применяют для облицовки зданий, архитектурно-строительных изделий, в виде щебня.

*Мрамор* - горная порода, образовавшаяся в результате перекристаллизации известняков и доломитов при высоких температурах и давлении. Средняя плотность составляет 2,7-2,8 г/см3, предел прочности при сжатии - 40-170 МПа. Окраска - белая, серая, цветная. Он легко распиливается, шлифуется, полируется. Применяют для изготовления архитектурных изделий, облицовочных плит, в качестве заполнителя для декоративных растворов и бетонов.

1. **Применение природных каменных материалов в строительстве**

*Основные виды природных каменных материалов и изделий*

Природные каменные материалы подразделяют на *сырьевые* и *готовые* материалы и изделия.

К *сырьевым материалам* относят *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 подразделяют на материалы и изделия для дорожного строительства, стен и фундаментов, облицовки зданий и сооружений. К каменным материалам для дорожного строительства относят *булыжный, колотый, брусчатый и бортовые камни, щебень, гравий, песок.* Их получают из изверженных и прочных осадочных горных пород.

*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 см2 для камней высотой до 160 мм, не менее 200 см2 - при высоте до 200 мм и не менее 400 см2 - при высоте до 300 мм. Верхняя и нижняя плоскости камня должны быть параллельными.

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

*Камень брусчатый* для дорожных покрытий имеет форму прямоугольного параллелепипеда. По размерам подразделяют 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 параллельны, боковые грани для БВ и БС сужены на 10 мм, для БН - на 5 мм. Изготавливают его из гранита, базальта, диабаза и других горных пород с пределом прочности при сжатии 200-400 МПа. Применяют для мощения площадей, улиц.

*Камни бортовые* из горных пород применяют для отделения проезжей части дорог от разделительных полос тротуаров, пешеходных дорожек и тротуаров от газонов и т. п. По способу изготовления подразделяют на пиленые 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.

*Бутовый камень -* куски камня неправильной формы размером не более 50 см по наибольшему измерению. Бутовый камень может быть рваный (неправильной формы), и постелистый.

*Щебень* представляет собой рыхлый материал, полученный дроблением скальных горных пород с прочностью 80-120 МПа. При размере зерен от 5 до 40 мм его применяют для черного щебня и асфальтобетона при строительстве автомобильных дорог, щебень с зернами от 5 до 60 мм служит для устройства балластного слоя железнодорожного пути.

*Гравий* - рыхлый материал, образовавшийся при естественном разрушении горных пород. Имеет скатанную форму. Для изготовления черного гравия применяют гравий с размером зерен от 5 до 40 мм, а для асфальтобетона его дробят обычно на щебень.

*Песок -* рыхлый материал с размерами зерен от 0,16 до 5 мм, образовавшийся в результате естественного разрушения или полученный искусственным дроблением горных пород. Применяют его для подстилающих слоев дорожных одежд, приготовления асфальтовых и цементных бетонов и растворов.

1. **Защита природных каменных материалов**

Защита, транспортирование и хранение природных каменных материалов

Каменные материалы в условиях службы в конструкциях и сооружениях могут подвергаться медленному разрушению. Этот процесс по аналогии с разрушением горных пород на земной поверхности называют выветриванием. Основные причины разрушения каменных материалов в сооружениях:

-растворяющее действие воды, усиливающееся растворенными в ней газами (SО2, CO2 и др.);

-замерзание воды в порах и трещинах, сопровождающееся появлением в материале больших внутренних напряжений;

-резкое изменение температур, вызывающее появление на поверхности материала микротрещин.

Все мероприятия по защите каменных материалов от выветривания направлены на повышение их поверхностной плотности и на предохранение от воздействия влаги.

Стойкость материалов против выветривания можно повысить конструктивными мерами, к числу которых относят обеспечение хорошего стока воды и придание камням плотной и гладкой поверхности, например зеркальной. Стойкость против выветривания пористых материалов существенно повышается при создании на их лицевой поверхности плотного водонепроницаемого (*гидрофобизующего*) слоя.

Во время транспортирования и хранения природных каменных материалов и изделий из них необходимо соблюдать меры, исключающие их механическое повреждение, загрязнение и увлажнение.

Облицовочные плиты перевозят в прочной таре, приспособленной для механизированной погрузки и разгрузки. При транспортировке плиты следует устанавливать в вертикальном положении попарно лицевыми поверхностями внутрь с прокладкой между ними бумаги и закреплять клиньями.

Камни облицовочные и ступени укладывают рядами, используя деревянные прокладки. Плиты для полов хранят уложенными на длинное ребро в один ряд по высоте.

1. **Понятие минеральные вяжущие вещества, виды**

Вяжущие вещества - строительные материалы для изготовления бетонов и растворов. Различают *неорганические (минеральные)* вяжущие вещества(*цемент, гипс, известь и др*.) и *органические (битумы, дегти, пеки)*.

Минеральные вяжущие вещества (обычно порошкообразные) при смешивании с водой (иногда с водными растворами солей) образуют пластичную массу, приобретающую затем камневидное состояние. Их делят на *гидравлические*, способные твердеть и сохранять прочность на воздухе и в воде (напр., портландцемент), и *воздушные*, твердеющие и сохраняющие прочность только на воздухе (гипс, известь)

1. **Гипсовые вяжущие. Сырье и условия получения**

Сырьем для производства гипсовых вяжущих веществ служат сульфатные горные породы, преимущественно минерал двуводный гипс (СаSO4\*Н2О).

При тепловой обработке природный гипс постепенно теряет часть химически связанной воды, а при температуре от 110 до 180°С становится полуводным гипсом. После тонкого измельчения этого продукта обжига получают гипсовое вяжущее вещество.

*Низкообжиговые гипсовые вяжущие* вещества условно разделяют на *строительный, формовочный и высокопрочный гипсы.*

*Гипс строительный* является продуктом обжига тонкоизмельченного двуводного гипса. На отдельных заводах после обжига гипс подвергают вторичному помолу. Он относится к мелкокристаллической разновидности гипсового вяжущего вещества, что увеличивает водопотребность при затворении строительного гипса водой до стандартной консистенции теста. В отвердевшем состоянии обладает невысокой прочностью - 2 ... 16 МПа. Но прочность на сжатие уменьшается с увлажнением образцов.

*Гипс формовочный* состоит также из полугидрата сульфата кальция, отличаясь от гипса строительного большей тонкостью помола.

*Гипс высокопрочный* является продуктом тонкого помола а-полугидрата, получаемого в результате тепловой обработки в условиях, в которых вода из гипса выделяется в капельно-жидком состоянии. Такие условия возможны в автоклаве в среде насыщенного пара при давлении 0,15 ... 0,3 МПа. Вместо автоклавов возможно использование в качестве тепловой среды водных растворов некоторых солей, например хлористого кальция.

*Гипс высокообжиговый (эстрихгипс).* При температурах обжига (800 ... 950°С) помимо обезвоживания гипсового сырья происходит и частичная термическая диссоциация с образованием СаО, активизирующим химическое взаимодействие вяжущего с водой и ускоряющим процессы твердения. Начало схватывания наступает не ранее 2 ч, предел прочности при сжатии составляет 10 .,. 20 МПа, а водостойкость несколько выше, чем у гипсовых вяжущих и ангидритового цемента. Его применяют для изготовления декоративных и отделочных материалов, например искусственного «мрамора», штукатурных растворов, устройства бесшовных полов и подготовки под линолеум.

Отличительной особенностью гипсовых вяжущих веществ является их низкий срок схватывания, что вызывает определенное неудобство при производстве строительных работ. *По срокам схватывания они разделяются на быстро-, нормально- и медленнотвердеющие*. Для продления сроков схватывания в гипсовое тесто нередко вводят добавки-замедлители, например кератиновый клей, сульфитно-дрожжевую бражку и др. Они адсорбируются частицами гипса, что затрудняет их растворение и начало схватывания.

1. **Твердение и свойства гипсовых вяжущих**

Как и любые вяжущие вещества, гипсовые вяжущие при смешивании с водой образуют пластичное тесто, превращающееся со временем в камневидное тело.

В процессе твердения гипсовых вяжущих можно выделить три этапа:

1*) подготовительный* - образование раствора, насыщенного по отношению к продуктам гидратации;

2*) период коллоидации* (схватывание) - переход новообразований в раствор в гелеобразном виде, минуя растворение;

3) период кристаллизации (твердение) - перекристаллизация коллоидных частиц в большие кристаллы и образование сростка.

При твердении строительного гипса происходит химическая реакция присоединения воды и образования двуводного сульфата кальция CaSO4\*0,5H2O + 1,5Н20 = CaS04\*2H20.

Схватывание (загустевание) гипсового теста начинается с образования рыхлой пространственной коагуляцнонной структуры, в которой кристаллики двугидрада связаны слабыми ван-дер-ваальсовыми силами молекулярного сцепления. После схватывания происходит твердение, обусловленное ростом кристаллов новой фазы, их срастанием и образованием кристаллизационной структуры. Свежеизготовленные гипсовые изделия сушат (при 60—70°С), что повышает прочность контактов срастания кристаллов и самих изделий вследствие удаления пленочной воды.

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

*Тонкость помола* характеризуется массой гипсового вяжущего (% пробы, взятой для просеивания, но не менее 50 г), оставшегося при просеивании на сите с ячейками размером в свету 0,2 мм. Установлены три степени помола, обозначаемые соответственно I, II, III: I (грубый помол) -остаток на сите не более 30 %; II (средний помол)- остаток на сите не более 15%; III (тонкий помол)— остаток на сите не более 2 %.

*Водопотребность* гипсового вяжущего определяется количеством воды, % массы вяжущего, необходимым для получения гипсового теста стандартной консистенции (диаметр расплыва 180±5 мм).

По срокам схватывания ГОСТ 125-79 предусматривает выпуск следующих вяжущих;

*быстротвердеющего* (индекс А) - с началом схватывания не ранее 2 мин, конец - не позднее 15 мин;

 *нормально твердеющего* (индекс Б) -с началом схватывания не ранее 6 мин, конец - не позднее 30 мин;

*медленнотвердеющего* (индекс В)-с началом схватывания не ранее 20 мин (конец схватывания не нормируется) .

В зависимости от степени помола различают вяжущие *грубого, среднего и тонкого помола* с максимальным остатком на сите с размером ячеек 0,2 мм не более соответственно 23% 14% и 2%, обозначаемые индексами I, II и III.

Марку гипсовых вяжущих (от Г-2 до Г-25) характеризуют по прочности при сжатии образцов- балочек 40x40x160 мм в возрасте 2 ч после затворения водой. Минимальный предел прочности при сжатии соответствующих марок меняется в пределах 2-25 МПа, а при изгибе- 1,2-8,0 МПа.

Чтобы получить гипсовое удобоукладываемое тесто, необходимо взять 60-80% воды от массы вяжущего, а на химическую реакцию гидратации требуется лишь 18,6% воды. Избыток ее остается в порах, затем испаряется, поэтому получившийся в результате твердения полуводного гипса гипсовый камень обладает высокой пористостью, достигающей 40-60% и более. Чем больше воды затворения, тем выше пористость камня, а прочность его соответственно меньше. Прочность гипсовых образцов, высушенных при температурах до 330 К, в 2-2,5 раза выше прочности влажных образцов после 1,5 ч твердения.

1. **Воздушная известь. Сырье и условия получения**

Сырьем для производства воздушной извести служат *плотные известняки, ракушечники, мел, доломитизированные известняки* при условии, что содержание глинистых примесей в них не превышает 6%. Сырье обжигают при температуре 1000 ... 1200°С до полного удаления углекислого газа. Обжиг известняка производится в печах различных конструкций: шахтных, вращающихся, с «кипящим» слоем, в циклонно-вихревых печах во взвешенном состоянии, а также на движущихся агломерационных решетках. Распространен обжиг в шахтных печах, которые надежны в эксплуатации, позволяют использовать местные виды топлива и требуют меньшего его расхода, После обжига получают комовую известь или известь-кипелку (так ее называют из-за бурной химической реакции с водой). Это вещество обладает сильно развитой внутренней микропористостью и большим запасом свободной внутренней энергии, что проявляется при гашении комовой извести, т. е. присоединении воды с выделением большого количества теплоты.

Известняки при обжиге разлагаются на известь СаО и углекислый газ, который полностью удаляется. Реакция разложения известняка обратимая.

Признаком высокого качества извести является высокое содержание в ней СаО + MgO. Недожог и пережог извести в печи снижают ее качество. Особенно опасен пережог - остеклованная известь. Частицы пережога медленно гасятся с увеличением в объеме и могут вызвать трещины в штукатурке и изделиях.

Содержание чистых окислов CaO + MgO в общем количестве извести называют ее активностью. По активности и содержанию непогасившихся зерен определяется сорт извести.

Гашение извести производится в условиях стройплощадки в творильных ящиках с сеткой для сцеживания разжиженного известкового теста (известкового молока) в гасильную яму, где оно выдерживается длительное время. В заводских условиях известь гасят в специальных барабанных гасителях. Гашение извести производят в пушонку или в известковое тесто. При расходе воды 1 л на 1 кг извести комовой известь превращается в тонкий рыхлый порошок со значительным увеличением в объеме; при расходе воды 2 ... 3 л на 1 кг извести получается известковое тесто, что тоже сопровождается увеличением в объеме. Для получения из пушонки известкового теста ее разбавляют водой. Обычно содержание воды в известковом тесте составляет примерно 50% (по массе). Гашеная известь медленно схватывается и твердеет, обладает низкой прочностью, поэтому кроме гашеной извести в строительстве применяют известь негашеную. По содержанию оксида магния в извести она подразделяется на кальциевую (MgO<5%), магнезиальную (MgO = 5 ... 20%) и доломитовую (MgO = 20 ... 40%); по времени гашения различают известь быстрогасящуюся (время гашения < 8 мин), среднегасящуюся (время гашения 8 ... 25 мин) и медленногасящуюся (время гашения не менее 25 мин).

Воздушную известь применяют для приготовления кладочных и отделочных растворов, изготовления штучных бетонных изделий, например известковошлаковых, силикатного кирпича и других известково-песчаных изделий автоклавного твердения.

1. **Твердение и свойства воздушной извести**

Известь применяют в виде строительных растворов, т.е. в смеси с песком и другими заполнителями. На воздухе известковый раствор постепенно отвердевает под влиянием двух одновременно протекающих процессов: а) высыхания раствора, сближения кристаллов Са(ОН)2 и их срастания; б) карбонизации извести под действием углекислого газа, который в небольшом количестве содержится в воздухе: Са(ОН)2 + С02 -» СаС03 + Н20.

Образующийся карбонат кальция срастается с кристаллами Са(ОН)2 и упрочняет известковый раствор. При карбонизации выделяется вода, поэтому штукатурку и стены, в которых применены известковые растворы, подвергают сушке. Известковые растворы твердеют медленно, сушка ускоряет процесс их твердения. Для ускорения твердения к извести добавляют цемент и гипс. Цемент и активные минеральные добавки повышают также водостойкость известковых растворов.

Известковое тесто, защищенное от высыхания, неограниченно долго сохраняет пластичность, т. е. у извести отсутствует процесс схватывания. Затвердевшее известковое тесто при увлажнении вновь переходит в пластичное состояние (известь - неводостойкий материал).

Однако при длительном твердении (десятилетия) известь приобретает довольно высокую прочность и относительную водостойкость (например, в кладке старых зданий). Это объясняется тем, что на воздухе известь реагирует с углекислым газом, образуя нерастворимый в воде и довольно прочный карбонат кальция, т. е. как бы обратно переходит в известняк:

Са(ОН)2 + С02 -» СаС03 + Н20

1. **Применение гипсовых вяжущих и воздушной извести**

строительный материал гипсовый вяжущий

Область применения воздушной извести - приготовление известково-песчаных и смешанных строительных растворов, которые используют в каменной кладке и при оштукатуривании поверхностей, а также для побелки и в производстве силикатных изделий.

В зависимости от содержания оксида магния воздушная известь разделяется на *кальциевую* (MgO<5%), *магнезиальную* (MgO = 5-20%) и *высокомагнезиальную,* или доломитовую (MgO = 20-40 %).

 Наиболее важные показатели качества извести: *активность* - процентное содержание оксидов, способных гаситься; *количество непогасившихся зерен* (недожог и пережог); *время гашения.*

В зависимости от времени гашения извести всех сортов различают: *быстрогасящуюся* известь с временем гашения до 8 мин, *среднегасящуюся* - время гашения не превышает 25 мин и *медленно гасящуюся* с временем гашения более 25 мин.

Строительные растворы на воздушной извести имеют невысокую прочность. Так, известковые растворы через 28 суток воздушного твердения имеют прочность при сжатии: на гашеной извести 0,4-1 МПа, на молотой негашеной извести до 5 МПа. Поэтому сорт воздушной извести устанавливают не по прочности, а по характеристикам ее состава (табл. 5.1). Чем меньше глинистых и других примесей в исходном известняке, тем выше активность извести, быстрее происходит ее гашение и больше выход известкового теста.

Марки гипса от Г-2 до Г-7 (группы А, Б, В и I, II, III) применяют для изготовления разнообразных гипсовых строительных изделий. Марки Г-2 до Г-7 (группы А, Б и II, III) применяют для изготовления тонкостенных строительных изделий и декоративных деталей. Марки от Г-2 до Г-25 (Б, В и II, III) применяют в штукатурных работах, для заделки швов и в специальных целях.

1. **Магнезиальные вяжущие и жидкое стекло**

Сырьем для магнезиальных вяжущих служат *магнезит и доломит*.

*Обжиг магнезита* производится при температуре 750 ... 800°С (во вращающихся печах до 1000°С) до полного разложения MgСОз на MgO и СО2 с удалением углекислого газа. После помола MgO представляет собой воздушное вяжущее вещество, называемое *каустическим магнезитом*, оно имеет предел прочности при сжатии 40 ... 60 МПа, достигая иногда до 100 МПа.

*Обжиг доломита* производят при более низких температурах <в интервале 650 ... 750оС, так как при повышении температуры обжига начинает разлагаться и СаСОз с образованием извести.

Особенностью применения магнезиальных вяжущих веществ является затворение их водными растворами магнезиальных солей, причем начало схватывания наступает не позднее 20 мин, а конец - не позднее 6 ч.

*Растворимое (жидкое) стекло.*

Для производства растворимого стекла сырьем служат в основном *чистый кварцевый песок* и *кальцинированная сода* или *сернокислый натрий*, значительно реже вторым компонентом является *поташ*.

Тщательно перемешанную сырьевую смесь расплавляют в стекловаренных печах при температуре 1300 ... 1400°С, а затем стекломассу выгружают в вагонетки. При быстром охлаждении она твердеет и раскалывается на куски, именуемые *силикат- глыбой*. Лучше всего растворять *силикат-глыбу* в автоклавах при давлении 0,6 ... 0,7 МПа и температуре 150°С, превращая ее в сиропообразную жидкость. Жидкое (растворимое) стекло применяют для производства кислотоупорных цементов, жароупорных бетонов, силикатных красок и обмазок, для пропитки (силикатизации) грунтовых оснований.

1. **Портландцемент. Сырье и условия получения. Способы производства цемента**

*Портландцементом* называют *гидравлическое вяжущее вещество, в составе которого преобладают силикаты кальция ( 70-80 % )*. *Портландцемент - продукт тонкого измельчения клинкера с добавкой (3-5 %) гипса*. *Клинкер представляет собой зернистый материал (в виде порошка или гранул), полученный обжигом до спекания (при 1450оС) сырьевой смеси, состоящей в основном из карбоната кальция (различных видов известняков) и алюмосиликатов (глин, мергеля, доменного шлака и др.)*.

*Основные свойства портландцемента обусловливаются составом клинкера.* Качество клинкера определяет все свойства портландцемента; добавки же, вводимые в цемент, лишь регулирует его свойства. Качество клинкера зависит от его химического и минерального состава, тщательности подготовки сырьевой массы, условий проведения ее обжига и режима охлаждения.

*Сырье для получения портландцемента*. В качестве сырья иногда используют природные горные породы - *мергели*. В них содержатся необходимые для производства портландцементов количества *каронатных* (75 ... 78 %) и *глинистых пород* (25 ... 22 %). В большинстве случаев необходимое сочетание пород получается искусственным путем. В этом случае *в качестве карбонатных пород* используются *известняки, мел, известковые ракушечники; в качестве глинистых - глины, глинистые сланцы, лёссы, доменные шлаки*; кроме того, в состав сырьевой смеси вводятся различные корректирующие добавки, например *гипс*. *Гипс необходим для регулирования сроков схватывания*. С увеличением количества гипса увеличиваются (замедляются) сроки схватывания. Однако максимальное количество вводимого гипса регламентируется химическим составом портландцемента.

*Производство портландцемента*. Производство портландцемента состоит из следующих процессов: *добычи сырья* и *доставки* его на завод; *подготовки сырья и смеси*; *обжига смеси - получения клинкера; измельчения клинкера с добавками - получения цемента*.

По характеру подготовки сырья и приготовления смеси различают *мокрый и сухой способы изготовления цемента*.

При *мокром способе* сырье дробят и размалывают без дополнительной подсушки. Весьма часто помол осуществляют с добавлением воды, глину размешивают в специальных емкостях - болтушках. Смесь готовят тщательным перемешиванием жидких молотых смесей в шламбассейнах. В этом случае подготовленная смесь - цементный шлам - содержит до 40 % и более воды.

При *сухом способе* тонкое измельчение исходного сырья - помол - осуществляют в сухом состоянии. Тщательное смешивание производят в специальных смесителях. В строительстве наиболее распространен мокрый способ, при котором удается достичь хорошей гомогенности сырьевой смеси, что в конечном итоге обусловливает получение цемента с более высокими и стабильными качествами. В связи с созданием оборудования, обеспечивающего хорошую гомогенизацию в смеси тонкомолотых порошков, сухой способ как более экономичный (не требующий теплоты на испарение воды) и, следовательно, перспективный находит все большее применение.

1. **Обжиг клинкера. Химический и минералогический состав клинкера**

Химический состав клинкера определяется содержанием оксидов (% по массе), причем главных из них: СаО 63- 66, SiQ2 21-24, А1203 4-8, Fe203 2-4; их суммарное количество составляет 95-97*%.* В небольших количествах в виде различных соединений могут входить MgO, S03, Na2О и К2О, а также ТiO2, Сг203, Р2О5. В процессе обжига, доводимого до спекания, главные оксиды образуют силикаты, алюминаты, алюмоферрит кальция в виде минералов кристаллической структуры, а некоторые из них входят в стекловидную фазу.

*Минеральный состав клинкера*. *Основные минералы клинекера*: *алит, белит, трехкальциевый алюминат и алюмоферрит кальция.*

*Алит* 3CaO-Si02 (или C3S\*) - самый важный минерал клинкера, определяющий быстроту твердения, прочность и другие свойства портландцемента; содержится в клинкере в количестве 45-60 *°С.* Алит представляет собой твердый раствор трехкальциевого силиката и небольшого количества (2-4 %) MgO, А1203, Р205, Сг203 и других примесей, которые могут существенно влиять на структуру и свойства.

*Белит* 2CaO-Si02 (или C2S) - второй по важности и содержанию (20-30%) силикатный минерал клинкера. Он медленно твердеет, но достигает высокой прочности при длительном твердении портландцемента. В интервале между нормальной температурой и 1500 °С существу ет пять кристаллических форм двухкальциевого силиката. Белит в клинкере представляет собой твердый раствор *В*-двухкальциевого силиката (*В*-C2S) и небольшого количества (1-3%) А1203, Fe203, MgO, Сг203.

*Обжиг смеси* производится во вращающихся печах, представляющих собой металлические цилиндры, обложенные внутри огнеупорной футеровкой. Печь укладывают на специальные катки с небольшим уклоном к поверхности земли, за счет чего по мере вращения сырьевая смесь продвигается по печи от приподнятого конца к опущенному. Длина печи достигает 180 м, а иногда доходит до 250 м, диаметр - до 6 м. По мере продвижения смесь подсушивается, скатывается в шарики и под действием высокой температуры (1450 ... 1500 °С) спекается в гранулы размером 5 ... 20 мм и более. Затем гранулы охлаждаются сначала в печи, в зоне охлаждения, впоследствии - в специальных устройствах - холодильниках.

Существует и достаточно прогрессивный способ обжига клинкера. В печи силикатный расплав заменен расплавом на основе хлористого кальция. Существенно снижается температура обжига (1100 ... 1150 °С), в 3 .. .4 раза облегчается помол, но в цементе появляется минерал - алинит, содержащий алюмохлоридсиликат кальция. Этот цемент быстрее твердеет в начальные сроки.

Остывший клинкер подвергают размолу чаще всего в шаровых мельницах, представляющих собой металлические цилиндры диаметром до 3,5 и длиной до 15 ... 20 м, которые выложены изнутри бронированными плитами. Мельницы имеют 2 ... 3 камеры, отделенные друг от друга металлическими перегородками с отверстиями для прохождения размалываемого материала.

Размол клинкера и постепенное продвижение размалываемого материала обеспечиваются при вращении за счет наклона мельницы. По выходе из шаровой мельницы портландцемент подают на склад в силосы, где он остывает и выдерживается некоторое время, достаточное для стабилизации.

1. **Твердение и основные свойства портландцемента**

*Свойства портландцемента.* К основным техническим свойствам портландцемента относятся: *истинная плотность, средняя плотность, тонкость помола, сроки схватывания, нормальная густота (водопотребность цемента), равномерность изменения объема цементного теста, прочность затвердевшего цементного раствора*.

*Истинная плотность цемента* находится в пределах 3000 ... 3200 кг/м3, плотность в рыхлом состоянии - 900 ... 1300 кг/м3, в уплотненном (слежавшемся) - 1200 ... 1300 кг/м3.

*Тонкость помола* характеризуется остатком на сите № 08 или удельной поверхностью, проверяемой на специальном приборе ПСХ. Согласно ГОСТ через сито № 08 должно проходить не менее 85 % массы пробы, удельная поверхность при этом (поверхность зерен цемента общей массой 1 г) должна быть 2500 ... 3000 см2/г.

*Нормальная густота цементного теста* (количество воды в % от массы цемента) определяется погружением пестика, укрепляемого на штанге прибора Вика, и колеблется в пределах 21 ... 28 %. Она зависит от минералогического состава цемента и тонкости помола.

*Сроки схватывания* проверяют прибором Вика на цементном тесте нормальной густоты. Согласно требованиям ГОСТ начало схватывания должно быть не ранее 45 мин; конец - не позднее 10 ч (нормально - 2 ... 3 ч),

Если в цементе в результате нарушений технологического процесса при изготовлении окажется много свободных осадков кальция и магния, то процесс их гашения при затворении цемента водой будет протекать замедленно. Это явление может привести к разрушению уже затвердевшего цементного камня. Для предотвращения подобных явлений при оценке качества цемента и проводят испытание на *равномерность изменения объема.*

Одним из основных свойств цемента является *прочность*, которая определяется в положенные сроки испытанием образцов (балочек) размером 40 х 40 х 160 мм первоначально на изгиб, а затем половинок - на сжатие. Балочки готовят из раствора состава 1:3 (1 ч. по массе цемента, 3 ч.- нормального вольского песка) при водоцементном отношении (отношении количества воды к количеству цемента), равном 0,4. Водоцементное отношение в свою очередь проверяется, а при необходимости корректируется по расплаву конуса на встряхивающем столике. Расплыв усеченного конуса из растворной смеси, изготовленного в форме высотой 60 мм и основаниями верхним с внутренним диаметром 70 мм и нижним - 100 мм, после 30 встряхиваний должен быть в пределах 106 ... 115 мм. При отсутствии встряхивающего столика испытания проводят на стандартной лабораторной виброплощадке. В этом случае после 20 секунд вибрирования расплыв должен быть (170 ± 5) мм.

*Твердение цемента*. Твердение портландцемента - сложный физико-химический процесс. При затворении цемента водой основные минералы, растворяясь, гидратируются по уравнениям:

Образующиеся новообразования отличаются от первоначальных меньшей растворимостью и, выпадая в осадок, выкристаллизовываются, что приводит к потере пластичности (схватыванию) и последующему твердению. Добавка гипса в самом начале процесса при растворении взаимодействует с трехкальциевым алюминатом, образуя гидросульфоалюминаты, которые, обволакивая цементные зерна, замедляют процесс растворения и гидратации. Однако в последующем эти оболочки разрушаются (чем меньше гипса, тем замедление короче по времени) и процесс твердения ускоряется. Но сами выкристаллизовывающиеся новообразования начинают препятствовать гидратации, поэтому значительная часть зерен цемента может гидратироваться при наличии водной среды весьма продолжительный срок, измеряемый даже годами.

*Цемент твердеет тем быстрее, чем больше в нем алита* (алитовые цементы) и *трехкальциевого алюмината*. С течением времени процесс твердения резко замедляется. Цементы, содержащие много белита (белитовые цементы), в раннем возрасте твердеют медленно; нарастание прочности продолжается длительно и равномерно. Процессы твердения и особенно схватывания сопровождаются выделением теплоты, которая тем интенсивнее, чем быстрее протекает процесс схватывания. Поэтому в массивных конструкциях, как правило, применяют белитовые цементы. Использование в таких конструкциях алитовых цементов может привести к интенсивности тепловыделению, разогреву до высокой температуры (70 ... 80 °С), появлению трещин и даже потере воды, что в итоге приведет к утрате цементным камнем своих качеств. В то же время применение алитовых цементов позволяет быстрее получить минимальную прочность, а интенсивное тепловыделение обеспечивает в некоторых случаях необходимую для твердения температуру в зимних условиях.

При твердении цемента на воздухе происходит небольшая усадка, а в воде - набухание.

1. **Виды цементов**

Название "портландцемент" происходит от названия английского города Портланд: цвет материала схож по оттенку с цветом скал вокруг этого города.

Портландцемент, или силикатный цемент, пользуется высоким спросом. Исходный вид портландцемента – порошок серо-зеленого оттенка. Его особенность – тонкий помол клинкера с гипсом и возможность примешивания специальных добавок. Портландцементный клинкер характеризуется высоким содержанием силикатов кальция. Применение различных видов портландцемента зависит от целей и задач, поставленных при строительстве.

*Быстротвердеющий портландцемент* применяется там, где необходимо схватывание материала в сжатые сроки. В его составе – высокий процент трехкальциевого алюминия и трехкальциевого силиката. Прочность этого вида цемента возрастает уже на первом этапе отвердевания – в первые сутки – трое после его применения.

*Гидрофобный портландцемент* отличается сложным составом. В него включают мылонафт (0,1-0,2%), асидол, синтетические жирные кислоты, окисленный петролатум и другие добавки. Такой состав смеси приводит к образованию особой оболочки, придающей частицам цемента повышенную прочность.

При изготовлении *белого портландцемента* применяют маложелезистый клинкер. Это позволяет получить не обычный серый цемент, а материал белого цвета, на основе которого путем добавления красящих пигментов получают разноцветные цементы. Они применяются при декоративном оформлении объектов и при изготовлении цветных бетонных дорожек.

В состав *пластифицированного портландцемента* входит 0,25% сульфитно-спиртовой барды. Это поверхностно-активное вещество дает возможность сократить расход материала, пластифицируя цемент. Бетонная смесь в этом случае получается пластичной. Кроме экономии строительного материала, это позволяет быстрее провести укладку бетона и повысить качество работы. Бетон, сделанный на основе пластифицированного цемента, имеет повышенные показатели морозоустойчивости.

*Шлаковый цемент* общее название цементов получаемых совместным помолом гранулированных доменных шлаков с добавками- активизаторами (известь строительный гипс ангидрит и др.) или смешением этих раздельно измельченных компонентов. Различают известково-шлаковый с содержанием извести 10-30% и гипса до 5% от массы цемента и сульфатно-шлаковый с содержанием гипса или ангидрита 15-20% портландцемента до 5% или извести до 2%. Шлаковый цемент применяют для получения строительных растворов и бетонов используемых преимущественно в подземных и подводных сооружениях. Известково-шлаковый цемент наиболее эффективен в производстве автоклавных материалов и изделий.

*Быстротвердеющий цемент* цемент характеризующийся интенсивным нарастанием прочности в начальный период твердения. Применяется в основном для изготовления сборных железобетонных конструкций и изделий. Выпускаются: быстротвердеющий портландцемент с пределом прочности при сжатии через 3 сут 25 Мн/м2 (250 кгс/см2) особо быстротвердеющий портландцемент а также быстротвердеющий шлакопортландцемент.

*Пуццолановый цемент* собирательное название группы цементов в состав которых входит не менее 20% активных минеральных добавок. В строительстве основной вид пуццоланового цемента - пуццолановый портландцемент получаемый совместным помолом портландцементного клинкера (60-80%) активной минеральной добавки (20-40%) и небольшого количества гипса. От обычного портландцемента он отличается повышенной коррозионной стойкостью (особенно в мягких и сульфатных водах) меньшей скоростью твердения и пониженной морозостойкостью. Пуццолановый цемент применяют в основном для получения бетонов используемых в подводных и подземных сооружениях.

*Водонепроницаемый расширяющийся цемент (ВРЦ)* представляет собой быстросхватывающее и быстротвердеющее гидравлическое вяжущее вещество получаемое путем совместного помола и тщательного смешивания измельченных глиноземистого цемента гипса и высокоосновного гидроалюмината кальция. Цемент характеризуется быстрым схватыванием: начало процесса- ранее 4 мин. конец не позднее 10 мин. с момента затворения.

*Глинозёмистый цемент* быстротвердеющее гидравлическое вяжущее вещество; продукт тонкого измельчения клинкера получаемого обжигом (до плавления или спекания) сырьевой смеси состоящей из бокситов и известняков.

*Сульфатостойкий цемент* сульфатостойкий портландцемент разновидность портландцемента. По сравнению с обычным портландцементом сульфатостойкий цемент обладает повышенной стойкостью к действию минерализованных вод содержащих сульфаты меньшим тепловыделением замедленной интенсивностью твердения и высокой морозостойкостью.

*Романцемент п*олучают обжигом не до спекания известняковых или магнезиальных мергелей содержащих более 20% глины. Продукт обжига размалывают и получают гидравлические вяжущие. Образуются алюминаты, ферриты и силикаты придающие гидравлические свойства.

1. **Коррозия цементного камня. Ее виды и методы защиты**

Коррозия цементного камня в водных условиях по ряду ведущих признаков может быть разделена на три вида:

*Первый вид коррозии* - разрушение цементного камня в результате растворения и вымывания некоторых его составных частей. Наиболее растворимой является гидроксид кальция, образующийся при гидролизе трехкальциевого силиката. Растворимость Са(ОН)2 невелика (1,3 г СаО на 1 л при 15°С), но из цементного камня в бетоне под воздействием проточных мягких вод количество растворенного и вымытого Са(ОН)2 непрерывно растет, цементный камень становится пористым и теряет прочность.

*Несколько предохраняет от данного вида коррозии защитная корка из углекислого кальция, образующаяся на поверхности бетона в результате реакции между гидроксидом кальция и углекислотой воздуха*

Са (ОН)2 + СО2 = СаСОз + Н2О

*Второй вид коррозии* - разрушение цементного камня водой, содержащей соли, способные вступать в обменные реакции с составляющими цементного камня. При этом образуются продукты, которые либо легкорастворимы, либо выделяются в воде аморфной массы, не обладающей связующими свойствами. В результате таких преобразований увеличивается пористость цементного камня и, следовательно, снижается его прочность.

К *третьему виду коррозии* относятся процессы, возникающие под действием сульфатов. В порах цементного камня происходит отложение малорастворимых веществ, содержащихся в воде, или продуктов взаимодействия их с составляющими цементного камня. Их накопление и кристаллизация в порах вызывают значительные растягивающие напряжения в стенках пор и приводит к разрушению цементного камня. Характерным видом сульфатной коррозии цементного камня является взаимодействие растворенного в воде гипса с трехкальциевым гидроалюминатом:

ЗСаО • А12О3 • 6Н2О + 3CaSO4 + 25H2O = ЗСаО • А12О3 • 3CaSO4 • 31Н2О

При этом образуется труднорастворимый гидросульфоалюминат кальция, который, кристаллизуясь, поглощает большое количество воды и значительно увеличивается в объеме (примерно в 2,5 раза), что оказывает сильное разрушающее действие на цементный камень.

*Исключить или ослабить влияние коррозионных процессов при действии различных вод можно конструктивными мерами, путем улучшения технологии приготовления бетона и применения цементов определенного минералогического состава и необходимого содержания активных минеральных добавок.*

1. **Бетоны. Понятие и классификация**

*Бетоны* - *искусственные каменные материалы,* получаемые в результате затвердевания тщательно перемешанной и уплотненной смеси из вяжущего вещества, воды, мелкого и крупного заполнителей, взятых в определенных пропорциях. До затвердевания эта смесь называется бетонной смесью.

*Вяжущее вещество и вода* являются активными составляющими бетона; в результате реакции между ними образуется цементный камень, скрепляющий зерна заполнителей. *Заполнители* (песок, гравий, щебень) в большинстве случаев не вступают в химическое соединение с цементом и водой. Эти материалы образуют жесткий скелет бетона и уменьшают его усадку, вызываемую усадкой цементного камня при твердении. В легких бетонах пористые заполнители уменьшают плотность и теплопроводность бетона.

В бетон могут вводиться специальные добавки, улучшающие свойства бетонной смеси и бетона, повышающие подвижность бетонной смеси, регулирующие сроки схватывания, ускоряющие твердение бетона в раннем возрасте, повышающие его морозостойкость.

*Основную классификацию бетонов производят по плотности, зависящей, главным образом, от плотности цементного камня, вида заполнителей и структуры бетона*.

Бетоны разделяются на пять видов:

1) *особо тяжелый,* содержащий такие тяжелые заполнители, как стальные опилки или зерна (стальбетон), железные руды или барит (баритовый бетон); плотность этих бетонов выше 2600 кг/м3;

2) *тяжелый (обычный),* содержащий плотные заполнители (кварцевый песок, щебень или гравий из плотных каменных пород); плотность этого бетона 2100— 2600 кг/м3;

3) *облегченный,* например, с кирпичным щебнем или крупнопористый (беспесчаный); плотность 1800— 2000 кг/м3;

4) *легкий,* содержащий пористые заполнители (шлак, пемзу, туф и т. п.), обычной плотной структуры или крупнопористый; его плотность 1200—1800 кг/м3 (чаще 1300—1500 кг/м3);

5) *особо легкий,* очень пористый, ячеистый (пенобетон, газобетон) или крупнопористый с легкими заполнителями; плотность меньше 1200 кг/м3 (чаще 500— 800 кг/м3).)

В зависимости от вида вяжущих веществ бетоны подразделяются на *цементный, цементно-полимерный, силикатный (на извести), шлакощелочной* и другие виды бетона.

Бетон - один из основных строительных материалов. Он ценен тем, что ему можно придавать самые разнообразные свойства, изменяя в широких пределах прочность, плотность, теплопроводность, и изготовлять из него сборные конструкции, изделия и монолитные сооружения различной формы и назначения. Бетон широко используют в гражданском, промышленном, гидротехническом, теплоэнергетическом, дорожном и других видах строительства.

В зависимости от применения различают бетоны:

*обычный* - для железобетонных конструкций (фундаментов, колонн, балок, перекрытий, сводов, мостов и т. п.);

*специального назначения*, например кислотоупорный, жароупорный…

*гидротехнический* - для плотин, шлюзов, облицовки каналов, водопроводно-канализационных сооружений и т. п*.;*

 *бетон для стен зданий* (главным образом, легкий бетон) и легких перекрытий;

*теплоизоляционный особо легкий* (пено- и газобетон);

*бетон для полов, тротуаров*, дорожных и аэродромных покрытий.

1. **Материалы для приготовления бетонов. Требования к ним**

Заполнители – занимают 85-90% всего объема бетона. *Заполнители* бывают *природного, искусственного происхождения, а также их отходов промышленности.*

*Природные заполнители* получают путем дробления горных пород (известняков, гранитов, мраморов, диабазов).

*Искусственные заполнители* получают из природного сырья по специальным технологиям (керамзит).

*Отходы* – золы, шлаки, золошлаковые смеси.

Заполнители бывают *крупные* (щебни, гравий d= 5-70мм или до 150мм) и *мелкие* (пески d= 0,14-5мм). *В бетоне должны находится заполнители разных фракций (размеров). Делятся они по размерам сит – 0,14; 0,315;0,63;1,25;2,5;5;10;20;40;70- размеры ячеек в мм.* В зависимости от характера формы зерен, заполнители бывают *неправильной формы и правильной формы (округлой).* *Форма зерен влияет на плотность бетонной смеси.* Заполнители с округлой формой образуют более пластичные бетонные смеси.

*В зависимости от характера поверхности, заполнители бывают*

- с шероховатой поверхностью (щебень, дробленый песок)

- с гладкой окатанной поверхностью (гравий, речной и морской песок).

Существуют заполнители с игольчатой или пластинчатой формой зерен. При приготовлении бетона такие заполнители укладывают строго горизонтально, бетоны получаются неоднородного состава. Содержание таких зерен ограничивается требованиями ГОСТа.

*Песок.*

*В зависимости от минералогического состава пески бывают*

- полевошпатные

- кварцевые

-известковые и др.

Лучшими для приготовления бетона являются кварцевые пески. В зависимости от происхождения бывают: морские, речные (содержат мало пыли, имеют окатанную форму) и овражные (горные) пески (содержат много пыли и глины).

В зависимости от модуля крупности Мкр пески бывают: повышенной крупности с модулем 3-3,5, крупные 2,5-3, средние 2-2,5, мелкие 1,5-2, очень мелкие 1-1,5.

Мелкие и очень мелкие пески в бетонах не применяются, т.к. они содержат много пыли и глины, которая требует большего расхода вяжущего вещества. Содержание пыли и глины ограниченно ГОСТом, их содержание в песке не должно превышать 2-5% (2-3%) (определяется методом отмучивания).

*Гравий*

Гравий состоит из более или менее окатанных зерен размером 3-70 мм. В нем могут содержаться зерна высокой прочности, например гранитные, и слабые зерна пористых известняков. Гравий обычно содержит примеси пыли, глины, иногда и органических веществ, а также песка. При большом содержании песка такой материал называют *песчано-гравийной смесью, или гравилистым песком.*

В зависимости от происхождения различают гравий *овражный (горный), речной и морской.* *Овражный (горный) гравий* обычно загрязнен примесями, речной и морской - более чистые. Зерна *морского и речного гравия* вследствие истирания водой обычно имеют округлую форму, иногда со слишком гладкой поверхностью, не дающей прочного сцепления с цементным раствором, что понижает прочность бетона. Зерна *овражного (горного) гравия* более остроугольные.

При изготовлении бетона большое значение имеет максимально допускаемая крупность гравия, определяемая размером отверстия сита, на котором полный остаток не превышает 5 % общей навески. Прочность зерен гравия должна обеспечивать получение прочности бетона выше заданной на 20-50 %. В гравии допускается не более 1 % (по массе) глинистых, илистых и пылевидных примесей, количество которых определяют отмучиванием.

*Щебень*

*Основное требование – прочность*. Получают путем дробления горных пород или дробления крупного камня. Прочность щебня из горных пород определяется его пределом прочности при сжатии. Показатель прочности щебня получаемого из гравия служит показателем дробимости (Др). Др8, Др12, Др16, Др24 – марки по дробимости, цифры обозначают процентное содержание раздробленных зерен.

Для щебня ограниченно содержание пыли и глины т.е. оно не должно привышать 1-2%.

*Требования к воде затворения.*

*Для приготовления бетона используется вода с рН= 4-12,5*. Вода не должна содержать органических примесей, жиров, масел, нефтепродуктов, взвешенных частиц пыли, глины и песка. Органические примеси содержащие фенолы и сахара снижают гидратацию цемента.

1. **Бетонная смесь и ее свойства**

В практике производства бетонных работ для оценки свойств бетонной смеси используют технические характеристики. Самая важная характеристика - *удобоукладываемость*, т. е. *способность бетонной смеси после уплотнения заполнять форму, образуя плотную, однородную массу*. Для оценки удобоукладываемости используют три показателя: *подвижность, жесткость и связность смеси.*

Подвижность бетонной смеси определяют по осадке стандартного конуса.

*Рис. 1. Определение удобоукладываемости бетонной смеси по осадке конуса:*

*1 - опоры; 2 - ручки; 3 - конус; ОК - осадка конуса*

Усеченный конус изготовляют из тонкой листовой стали следующих размеров: высота 300 мм, диаметр нижнего основания 200, верхнего - 100 мм. Конус устанавливают на горизонтальной площадке, не впитывающей влагу. Берут пробу бетонной смеси. Конус наполняют в три приема, каждый раз уплотняя смесь 25 ударами металлического стержня-штыковки. Поверхность смеси заглаживают, затем конус снимают и устанавливают рядом. Под действием силы тяжести бетонная смесь деформируется и оседает. Разность высот металлической формы конуса и осевшей бетонной смеси, выраженная в сантиметрах, характеризует *подвижность смеси* и называется осадкой конуса (ОК). *С помощью этого показателя оценивают подвижность пластичных бетонных смесей.*

*Жесткость – время вибрирования, необходимого для уплотнения бетонной смеси. Жесткость смесей*, у которых значение ОК = 0, характеризуют показателем жесткости, определяемым на приборе *вискозиметре*(рис. 2), который представляет собой металлический цилиндр 2 диаметром 240 мм и высотой 200 мм. Цилиндр устанавливают на лабораторную виброплощадку со стандартными характеристиками частоты (50 Гц) и амплитуды колебаний (0,5 мм в ненагруженном состоянии). Затем в цилиндр вставляют конус 3 и заполняют его бетонной смесью так же, как и при определении подвижности. После этого конус снимают и, поворачивая штатив, опускают стальной диск 4 на бетонную смесь. Общая масса диска с шайбой и штангой составляет около 2750 г, что создает при уплотнении пригруз 0,9 кПа. Включив виброплощадку, смесь подвергают вибрации до тех пор, пока цементное тесто не начнет выделяться из всех отверстий диска. В этот момент вибратор выключают. Время, необходимое для уплотнения смеси в приборе, называют *показателем жесткости бетонной смеси* (Ж) и выражают в секундах.

Рис. 2. Схема определения жесткости бетонной смеси:

*а - прибор в исходном состоянии; б-после окончания вибрирования;*

*1 - виброплощадка; 2-цилиндр; 3 - конус с бетонной смесью; 4- диск с отверстиями; 5 - втулка; 6 - штанга; 7 - штатив*

В зависимости от удобоукладываемости различают жесткие и подвижные бетонные смеси.

*Связность - это способность бетонной смеси сохранять однородную структуру, т. е. не расслаиваться в процессе транспортирования, укладки и уплотнения*. В результате уплотнения смеси частицы сближаются, а часть воды как наиболее легкого компонента отжимается вверх, образуя капиллярные ходы и полости под зернами крупного заполнителя.

На удобоукладываемость бетонных смесей оказывает влияние содержание цементного теста, воды, вид цемента, крупность и форма зерен заполнителей, соотношение между крупным заполнителем и песком, чистота заполнителей, поверхностно-активные добавки.

1. **Свойства бетонов. Отличие марки бетона от его класса**

Прочность является основной характеристикой бетона. В основном конструкционная прочность определяется на сжатие и на изгиб. Прочность характерезуется пределом прочности при сжатии стандартных образцов кубов 15\*15\*15см (можно использовать образцы 10\*10\*10 или 20\*20\*20, но тогда необходимо при расчете на прочность вводить переходные коэффициенты. Для 10ок k= 0,91, для 20ок k= 1,05).

Rсж = kF/S,

где F – предел прочности при сжатии; S – площадь поверхности.

Для определения прочности на растяжение или изгиб используются стандартные балочки 15\*15\*60см.

Rраст = kFl2 /a3 ,

где F – предел прочности при изгибе, l – пролет балки, а – сторона квадратного сечения.

Для испытания на растяжение используют образцы восьмерки и марки бетона М 100; М 200;….. М600, - цифры обозначают предел прочности при сжатии стандартных образцов в возрасте 28 суток.

*Класс бетона* - это числовая характеристика какого-либо его свойства, принимаемая с гарантированной обеспеченностью 0,95. Это значит, что установленное классом свойство обеспечивается не менее чем в 95 случаях из 100 и лишь в 5-ти случаях можно ожидать его не выполненным.

Бетоны подразделяются на классы: В1; В1,5; В2; В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В40; В45; В50; В55; В60. Соотношение между классом и марками бетона по прочности при нормативном коэффициенте вариации v = 13,5%

1. **Основные принципы подбора состава тяжелого бетона**

Исходные материалы для приготовления тяжелых бетонов: цемент, вода, плотные, крупные и мелкие заполнители. Иногда для придания особых свойств бетону при его приготовлении вводят в небольшом количестве различные добавки.

В качестве вяжущих веществ в тяжелых бетонах используют портландцемент, пуццолановый портландцемент, шлакопортландцемент, глиноземистый цемент, гипсоглиноземистый (расширяющийся) цемент. Все они в той или иной мере способствуют максимальному химическому и адсорбционному удержанию воды в цементном камне и бетоне.

Заполнителями в особо тяжелых бетонах служат весьма тяжелые (с высокой плотностью) магнетит, гематит, барит, металлический скрап, обрезки железа и т. п. Песчаные фракции обычно составляют дробленый бурый железняк, кварцитовые «хвосты», «чугунная дробь и др.

К крупному заполнителю предъявляются требования по прочности, максимальной крупности, зерновому составу, чистоте, форме зерна; к мелкому - требования по зерновому составу и чистоте.

Прочность крупного заполнителя определяется испытанием на сжатие образцов правильной (кубической или цилиндрической) формы, выпиленной из породы, образующей крупный заполнитель. Прочность исходной породы при сжатии в насыщенном водой состоянии должна не менее чем в 1,5 ... 2 раза превышать класс бетона.

1. **Виды бетонов**

*Бетоны классифицируют:*

- по средней плотности

- по виду вяжущего вещества

- по назначению

Многие свойства бетона зависят от его плотности, на величину которой влияют плотность цементного камня, вид заполнителя и структура бетонов.

*По плотности бетоны делят на:*

- особо тяжелые с плотностью (более 2500 кг/куб. м).;

- тяжёлые (1800-2500кг/куб. м);

- облегченные (1800...2000 кг/ куб.м)

- лёгкие (500-1800 кг/куб. м);

- особо лёгкие (менее 500 кг/куб. м)

*Особо тяжелые* бетоны приготовляют на тяжелых заполнителях- стальных опилках или стружках (сталебетон), железной руде (лимонитовый и магнетитовый бетоны) или барите (баритовый бетон).

*Тяжёлые бетоны* с плотностью 2100-2500 кг/ куб. м. получают на плотных заполнителях из горных пород (гранит, известняк, диабаз).

*Облегченный* бетон с плотностью 1800...2000 кг/ куб.м. получают на щебне из горных пород с плотностью 1600-1900 кг/куб. м.

*Легкие* бетоны изготовляют на пористых заполнителях (керамзит, аглопорит, вспученный шлак, пемза,туф).

К *особо легким* бетонам относятся ячеистые бетоны (газобетон, пенобетон), которые получают вспучиванием вяжущего, тонкомолотой добавки и воды с помощью специальных способов, и крупнопористый бетон на легких заполнителях.

Главной составляющей бетона, во многом определяющей его свойства, является вяжущее вещество, по виду которого различают бетоны:

- цементные

- силикатные

- гипсовые

- шлакощелочные

- полимерцементные

- специальные

Цементные бетоны приготовляют на различных цементах и наиболее широко применяют в строительстве. Среди них основное место занимают бетоны на цементе (портландцемент) и его разновидностях (около 65% от общего объема производства), успешно используют бетоны на шлакопортландцементе (20-25%) и пуццолановом цементе.

*К разновидностям цементных бетонов относятся:*

- декоративные бетоны, (на белом и цветных цементах),

- бетоны для самонапряженных конструкций (на напрягающем цементе),

- бетоны для специальных целей (на глиноземистом и безусадочном цементах).

*Силикатные бетоны* готовят на основе извести. Для производства изделий в этом случае применяют автоклавный способ твердения.

*Гипсовые бетоны* готовят на основе гипса. Гипсовые бетоны применяют для внутренних перегородок, подвесных потолков и элементов отделки зданий. Разновидностью этих бетонов являются гипсоцементные- пуццолановые бетоны, обладающие повышенной водостойкостью.

*Шлакощелочные бетоны* делают на молотых шлаках, затворенных щелочными растворами.

*Полимербетоны* изготовляют на различных видах полимерного связующего, основу которого составляют смолы (полиэфирные, эпоксидные, карбамидные) или мономеры (фурфуролацетоновый), отверждаемые в бетоне с помощью специальных добавок. Эти бетоны более пригодны для службы в агрессивных средах и особых условиях воздействия (истирание, кавитация).

*Полимерцементные бетоны* получают на смешанном связующем, состоящем из цемента и полимерного вещества (водорастворимые смолы и латексы).

*Специальные бетоны* готовят с применением особых вяжущих веществ. Для кислотоупорных и жаростойких бетонов применяют жидкое стекло с кремнефтористым натрием, фосфатное связующее. В качестве специальных вяжущих используют шлаковые, нефелиновые и стеклощелочные, полученные из отходов промышленности.

*В зависимости от области применения различают:*

*обычный бетон* для железобетонных конструкций (фундаментов, колон, балок перекрытий и мостовых конструкций);

*гидротехнический бетон* для плотин, шлюзов, облицовки каналов, водопроводно-канализационных сооружений;

*бетон для ограждающих конструкций* (легкий);

*бетон для полов,* тротуаров, дорожных и аэродромных покрытий;

*бетоны специального назначения* (жароупорный, кислотостойкий, для радиационной защиты).

Общие требования ко всем бетонам и бетонным смесям следующие: до затвердевания бетонные смеси должны легко перемешиваться, транспортироваться, укладываться (обладать подвижностью и удобоукладываемостью), не расслаиваться; бетоны должны иметь определенную скорость твердения в соответствии с заданными сроками распалубки и ввода конструкции в эксплуатацию; расход цемента и стоимость бетона должны быть минимальными.

1. **Железобетон. Понятие и свойства**

*Железобетон представляет собой строительный материал, в котором выгодно сочетается совместная работа бетона и арматурной стали*.

Наиболее выгодно применять железобетон для строительных конструкций, работающих на изгиб (см. схему ниже):

При работе таких элементов возникают два противоположных напряжения - растягивающее, воспринимаемое сталью, и сжимающее, воспринимаемое бетоном, и железобетонная конструкция в целом успешно противостоит изгибающим нагрузкам.

Взаимодействие столь различных материалов весьма эффективно: бетон при твердении прочно сцепляется со стальной арматурой и надежно защищает ее от коррозии, так как в процессе гидратации цемента образуется щелочная среда; монолитность бетона и арматуры обеспечивается также относительной близостью величин их коэффициентов линейного расширения (для бетона от 7,5 · 10-6 до 12 · 10-6, для стальной арматуры 12 · 10-6).

*Арматура - это стальные стержни, проволока, пряди, канаты или прокатные профили, закладываемые в бетон для получения железобетонных конструкций необходимой прочности, жесткости, трещиностойкости.*

По своему назначению в бетоне арматура подразделяется на рабочую и монтажную. Рабочая воспринимает нагрузки, монтажная необходима для обеспечения правильного расположения рабочей арматуры. Для улучшения свойств арматуры ее иногда подвергают упрочнению. Упрочнение может достигаться вытяжкой, протяжкой, обжатием, посредством нагревания и охлаждения (термически упрочненная арматура).

1. **Строительные растворы. Классификация и свойства**

*Строительные растворы классифицируют по плотности, виду вяжущего, составу и назначению.*

*По средней плотности* различают растворы *тяжелые*, плотностью более 1500 кг/м3, и *легкие*, плотностью менее 1500 кг/м3.

*По виду вяжущего* растворы бывают известковые, глиняные, гипсовые, цементные, известково-цементные, известково-гипсовые, цементно-глиняные и др.

*В зависимости от свойств вяжущего* растворы подразделяют на воздушные, твердеющие в воздушно-сухих условиях (например, известковые, гипсовые, глиняные), и гидравлические, начинающие твердеть на воздухе и продолжающие твердеть в воде или во влажных условиях.

*По составу растворы делят на простые и сложные (смешанные).*

Растворы, *приготовленные на одном вяжущем, заполнителе и воде, называют простыми*. Составы простых растворов обозначают двумя числами, например, известковый раствор 1:4 означает, что в растворе на одну часть извести приходится четыре части заполнителя (песка).

Растворы, *приготовленные на нескольких вяжущих, заполнителе и воде, называют сложными, или смешанными*. Составы сложных растворов обозначают тремя числами. Например, состав известково-цементного раствора 1:1:9 означает, что на одну часть извести в растворе приходится одна часть цемента и девять частей заполнителя.

*По назначению строительные растворы различают*:

*кладочные* - для каменной кладки фундаментов, стен, столбов, сводов и пр.;

*штукатурные* - для оштукатуривания стен, потолков, фасадов зданий, для декоративных и специальных штукатурок, крепления облицовочных материалов, для устройства мозаичных полов;

*монтажные* - для заполнения и заделки швов между крупными элементами при монтаже зданий и сооружений из готовых сборных конструкций и деталей.

1. **Сухие строительные смеси**

Сухая строительная смесь представляет собой тщательно приготовленную в заводских условиях смесь, состоящую из минерального и (или) полимерного вяжущего, заполнителя, наполнителя и полимерных модифицирующих добавок. Для придания специальных свойств в их состав могут входить добавки: ускорители твердения, порообразователи, противоморозные, окрашивающие, гидрофобизирующие и др.

*Сухие строительные смеси классифицируются по ряду признаков*: виду вяжущего, дисперсности наполнителя и основному назначению.

*По виду вяжущего смеси подразделяются на*:

- цементосодержащие;

- бесцементные.

*По дисперсности наполнителя на*:

- крупнозернистые - с наибольшей крупностью зерен наполнителей не более 2,5 мм;

- тонкодисперсные - с крупностью зерен наполнителя не более 0,315 мм.

*По назначению сухие смеси различаются следующим образом*

|  |  |
| --- | --- |
| Кладочные монтажные | Для кладки кирпича, камней, ячеистобетонных блоков |
| Для монтажа крупноразмерных изделий |
| Выравнивающие - для выравнивания стен и потоков |
| Ремонтные - для ремонта бетонных и Железобетонных конструкций |
| Штукатурные | Санирующие - для ремонта бетонных и Железобетонных конструкций в местах повышенной солевой агрессии |
| Защитно-отделочные - для устройства внутренней и наружной декоративной отделки зданий |
| Водоотталкивающие - для применения в местах повышенной влажности |
| Шпатлевочные | Для заделки раковин и неровностей на основаниях |
| Грунтовочные | Для улучшения сцепления слоев, наносимых на основания |
| Клеевые | Для укладки облицовочной плитки, приклеивания теплоизоляционных материалов и армирующих сеток в легких штукатурных теплоизоляционных системах |
| Затирочные | Для затирки швов между облицовочными плитками |
| Гидроизоляционные | Для устройства гидроизоляции цоколей, подвалов, фундаментов, бассейнов и т.п. |
| Теплоизоляционные | Для устройства слоев теплоизоляции в ограждающих конструкциях |
| Окрасочные | Для внутренней и наружно отделки зданий |
| Самонивелирующиеся | Для устройства стяжек оснований и полов |

Основными компонентами сухих строительных смесей являются вяжущие, наполнители и добавки. В качестве вяжущих в смесях используют портландцемент (обычный, белый или цветной), известь-пушонку, гипс.

Наполнителями служат кварцевый или полиминеральный песок определенного фракционного состава; песок обязательно должен быть чистым, не содержать органических и других примесей.

1. **Керамика. Понятие и ее классификация**

*Керамическими называют материалы и изделия, изготовляемые формованием и обжигом глин*. "Керамос"- на древнегреческом языке означало гончарную глину, а также изделия из обожженной глины.

Большая прочность, значительная долговечность, декоративность многих видов керамики, а также распространенность в природе сырьевых материалов обусловили широкое применение керамических материалов и изделий в строительстве.

Керамические изделия по плотности можно условно разделить на две основные группы: *пористые и плотные.*

*Пористые керамические изделия* впитывают более 5% по весу воды. В среднем водопоглощение пористых изделий составляет 8 - 20% по весу или 15 - 35% по объему.

*Плотные изделия* характеризуются водопоглощением менее 5%. Чаще всего оно составляет 2 - 4% по весу или 4 - 8% по объему.

*По назначению в строительстве различают следующие группы керамических материалов и изделий*:

- *стеновые материалы* (кирпич глиняный обыкновенный, пустотелый и легкий, камни керамические пустотелые);

- *кровельные материалы и материалы для перекрытий* (черепица, керамические пустотелые изделия);

- *облицовочные материалы для наружной и внутренней* облицовки (кирпич и камни лицевые, плиты керамические фасадные, малогабаритные плитки);

- *материалы для полов* (плитки);

- *материалы специального назначения* (дорожные, санитарно-строительные, химически стойкие, материалы для подземных коммуникаций, в частности трубы, теплоизоляционные, огнеупорные и др.);

- *заполнители для легких бетонов* (керамзит, аглопорит).

1. **Сырье для изготовления керамики и требования к нему**

Сырьевыми материалами для производства керамических изделий являются *каолины и глины*, применяемые в чистом виде, а чаще - в смеси с добавками (отощающими, порообразующими, плавнями, пластификаторами и др.). *Под каолинами и глинами понимают природные водные алюмосиликаты с различными примесями, способные при замешивании с водой образовывать пластичное тесто, которое после обжига необратимо переходит в камнеподобное состояние теплоизоляционных изделий, строительного кирпича и камней*.

Каолины содержат значительное количество частиц меньше 0,01 мм; после обжига сохраняют белый цвет.

Глины более разнообразны по минеральному составу, они больше загрязнены минеральными и органическими примесями.

Наиболее важными свойствами глин являются *пластичность, воздушная усадка (дообжиговые свойства), огнеупорность, спекание и огневая усадка (обжиговые свойства).*

*Пластичность глин* - способность глиняного теста изменять форму без разрыва и нарушения сплошности под действием внешних усилий и сохранять приданную форму после прекращения их действия. Пластичными свойствами каждая глина обладает в определенном диапазоне влажности. Пластичность зависит от вида и количества глинообразующих минералов в глине.

*Воздушная усадка* - уменьшение объема образца при его сушке. При затворении глин водой происходит набухание, т.е. увеличение объема. Удаление из глин воды сопровождается воздушной усадкой в результате действия капиллярных сил. Величина относительной воздушной усадки может быть 2 ... 10 % и более. Наибольшей усадкой обладают монтмориллонитовые глины, наименьшей - каолинитовые.

*Огнеупорность* - способность глин, не расплавляясь, выдерживать действие высоких температур. По огнеупорности глины делят на три класса: огнеупорные - с огнеупорностью выше 1580 °С, тугоплавкие - 1580 ... 1350, легкоплавкие - ниже 1350 °С.

Способность глин при обжиге уплотняться с образованием камнеподобного материала называется *спекаемостью*. В процессе спекания масса уплотняется, вследствие чего происходит огневая усадка, которая у глин колеблется от 2 до 8 %.

По зерновому составу глины характеризуются значительным содержанием глинистого вещества (частиц мельче 0,005 мм) и делятся на *высокодисперсные, дисперсные и губкодисперсные.*

*Отощающие материалы*

Отощающие добавки вводятся в состав керамической массы для понижения пластичности и уменьшения воздушной и огневой усадки глин. В качестве отощающнх добавок используют шамот, дегидратированную глину, песок, золу ТЭС, гранулированный шлак.

*Шамот* - зернистый керамический материал (с зернами 0,14-2 мм), получаемый измельчением глины, предварительно обожженной при той же температуре, при которой обжигаются изделия. Его можно получить, измельчая отходы обожженного кирпича. Шамот улучшает сушильные и обжиговые свойства глин, поэтому его применяют для получения высококачественных изделий - лицевого кирпича, огнеупоров и т.д.

*Дегидратированная глина* при температуре 700- 750 °С, добавляемая в количестве 30-50 %, улучшает сушильные свойства сырца и внешний вид кирпича.

*Песок* (с зернами 0,5-2 мм) добавляют в количестве 10-25%.

*Гранулированный доменный шлак* (с зернами до 2 мм)-эффективный отощитель глин при производстве кирпича. Роль отощителей выполняют также золы ТЭС и выгорающие добавки.

*Порообразующие и пластифицирующие добавки*

Порообразующие материалы вводят в сырьевую массу для получения легких керамических изделий с повышенной пористостью и пониженной теплопроводностью. Для этого используют вещества, которые при обжиге диссоциируют с выделением газа, например СО2 (молотые мел, доломит), или выгорают.

*Выгорающие добавки*: древесные опилки, измельченный бурый уголь, отходы углеобогатительных фабрик, золы ТЭС и лигнин не только повышают пористость стеновых керамических изделий, но также способствуют равномерному спеканию керамического черепка.

*Пластифицирующими добавками* являются высокопластичные глины, бентониты, а также поверхностно-активные вещества - сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ) и др.

*Плавни, глазури и ангобы*

Плавни добавляют в глину в тех случаях, когда необходимо понизить температуру ее спекания. К ним относят: полевые шпаты, железную руду, доломит, магнезит, тальк и т.п.

*Для придания декоративного вида и стойкости к внешним воздействиям поверхность некоторых керамических изделий покрывают глазурью или ангобом*. *Глазури* - это стекла, которые могут быть прозрачными и непрозрачными (глухими), различного цвета. Главными сырьевыми компонентами глазури являются: кварцевый песок, каолин, полевой шпат, соли щелочных и щелочно-земельных металлов, оксиды свинца, борная кислота, бура и др. *Ангоб* приготовляют из белой или цветной глины и наносят тонким слоем на поверхность еще не обоженного изделия. При обжиге ангоб не плавится, поэтому цветная поверхность получается матовой. Ангоб по своим свойствам должен быть близок к основному черепку.

1. **Свойства строительной керамики**

*Пористость керамического* черепка обычно составляет 10-40%, она возрастает при введении в керамическую массу порообразующих добавок. Стремясь снизить плотность и теплопроводность, прибегают к созданию пустот в кирпиче и керамических камнях.

*Водопоглощение* характеризует пористость керамического черепка. Пористые керамические изделия имеют водопоглощение 6-20 % по массе, т.е. 12-40 % по объему. Водопоглощение плотных изделий гораздо меньше: 1-5 % по массе (2-10 % по объему).

*Теплопроводность* абсолютно плотного керамического черепка большая-1,16 Вт/(м °С). Воздушные поры и пустоты, создаваемые в керамических изделиях, снижают плотность и значительно уменьшают теплопроводность, так, например, снижение плотности стеновых керамических изделий с 1800 до 700 кг/м3 понижает их теплопроводность с 0,8 до 0,21 Вт/(м °С).

*Прочность* зависит от фазового состава керамического черепка, пористости и наличия трещин. Марка стенового керамического изделия (кирпича и др.) по прочности обозначает предел прочности при сжатии, однако при установлении марки кирпича наряду с прочностью при сжатии учитывают показатель прочности при изгибе, поскольку кирпич в кладке подвергается изгибу.

*Морозостойкость*. Марка по морозостойкости обозначает число циклов попеременного замораживания и оттаивания, которое выдерживает керамическое изделие в насыщенном водой состоянии без признаков видимых повреждений (расслоение, шелушение, растрескивание, выкрашнвание). Керамические изделия имеют марки по морозостойкости: 15, 25, 35, 50, 75, 100 в зависимости от своей структуры.

*Паропроницаемость* стеновых керамических изделий способствует вентиляции помещений. Малая паропроницаемость нередко служит причиной отпотевання внутренней поверхности стен помещений с повышенной влажностью воздуха. Неодинаковая паропроницаемость слоев, из которых состоит наружная стена, вызывает накопление влаги.

1. **Виды изделий из керамики. Стеновая керамика**

К стеновым керамическим материалам относятся: *кирпич обыкновенный, кирпич утолщенный, кирпич модульных размеров, камни, стеновые блоки и панели*. К этим материалам предъявляются требования в отношении прочности, средней плотности, теплопроводности, морозостойкости и водостойкости.

В качестве сырья для изготовления кирпича применяют легкоплавкие глины, имеющие в своем составе до 75 % кремнезема, и суглинки с отощающими добавками или без них. Производство керамического кирпича осуществляется двумя способами - пластическим и полусухим. Кирпич должен быть нормально обожжен.

*Недожженный кирпич* (алого цвета) имеет недостаточную прочность и долговечность, а *пережженный* (железняк) - повышенную массу, прочность и сравнительно высокую теплопроводность и часто искаженную форму.

Кирпич керамический должен соответствовать требованиям ГОСТ по внешнему виду, прочности, плотности, морозостойкости и водопоглощению.

*Кирпич керамический* применяется для кладки внутренних и наружных стен, столбов, сводов и других частей зданий, изготовления стеновых блоков и панелей, а также для кладки печей и дымовых труб лишь в тех зонах, где температура не превышает температуры обжига кирпича.

*Пустотелые камни*. Их изготовляют так же, как и керамический кирпич, способом пластического формования. Пустотелые камни имеют следующие размеры; мм: длина - 250 и 288; ширина - 120, 138, 200 и 250; толщина - 138, 120, 80. Средняя плотность этих камней, высушенных до постоянной массы, 1300 ... 1400 кг/м3.

1. **Применение керамики. Облицовочные изделия для наружной и внутренней отделки**

*Облицовочные керамические материалы применяют для наружной и внутренней отделки зданий различного назначения.*

*При наружной отделке отделывают фасады зданий*. Керамические изделия для облицовки фасадов подразделяют на *кирпич и камни лицевые, мелкие плитки, крупногабаритные плиты, ковровую керамику и фасонные детали для устройства карнизов, сливов, поясков, сандриков, тяг* и т.д. Фасадные керамические изделия укладывают одновременно с кладкой стен.

*Кирпич и камни керамические лицевые*. Они отличаются точностью геометрических размеров и однородностью цвета. Для изготовления этих изделий применяют высококачественные глины. При подготовке сырьевой смеси к глинам добавляют отощающие добавки, а иногда специальные красители. Лицевой кирпич и камни изготовляют сплошными и пустотелыми, лицевую поверхность выполняют гладкой или рельефной. Для придания необходимого цвета их лицевые поверхности иногда покрывают глазурью или ангобом.

Кирпич и камни керамические лицевые подразделяют на *рядовые и профильные*. *Рядовые изделия применяют для облицовки гладких поверхностей стен,* а *профильные - для кладки карнизов, сандриков, тяг, поясков* и др. Облицовочный кирпич имеет те же размеры, что и керамический, т.е. 250х120х65 мм, лицевые камни - 250х120х138 мм. Эти изделия выпускают марок 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, водопоглощением 6 %, морозостойкостью не менее 25.

*Плиты и плитки фасадные*. Плиты фасадные керамические применяют так же, как и лицевые кирпичи и камни, для повышения долговечности наружных стен и придания им красивого внешнего вида.

*Фасадные малогабаритные плиты*. Наряду с крупногабаритными облицовочными керамическими плитами выпускают легкие облицовочные цветные и глазурованные плитки размерами от 46 х 21 до 296 х 102 мм, толщиной 4 ... 10 мм. Их применяют в крупнопанельном домостроении для отделки наружных поверхностей стеновых панелей, а также для облицовки цоколей различного назначения.

*Ковровая керамика*. Ковровая керамика представляет собой мелкоразмерные плитки различного цвета, глазурованные и неглазурованные. Эти плитки непосредственно на заводах набирают в ковры и наклеивают на бумажную основу. Для лучшего сцепления с раствором или бетоном тыльную сторону плиток делают рифленой. Применяют для облицовки крупных панелей и блоков в блочном и панельном домостроении, а также для облицовки стен вестибюлей и лестничных клеток зданий различного назначения.

*Керамические изделия для внутренней отделки зданий*. В зависимости от применяемого сырья их делят на *майоликовые и фаянсовые*. *Фаянсовые плитки* изготовляют из тугоплавких глин с добавкой кварцевого песка и плавней, веществ, понижающих температуру плавления, полевого шпата и известняка или мела. Они имеют белый или слабоокрашенный цвет. Лицевую поверхность их покрывают белой или цветной глазурью. Тыльную сторону плиток для лучшего сцепления с раствором делают рифленой. *Майоликовые облицовочные плитки* для внутренней облицовки изготовляют из легкоплавких глин с добавкой 20 % мела.

*Плитки керамические для полов* широко применяют в гражданском строительстве для устройства полов в помещениях с влажным режимом эксплуатации и повышенной интенсивностью движения (в санитарных узлах; кухнях, вестибюлях, коридорах, на предприятиях химической промышленности и т.д.). Полы из керамических плиток долговечны, гигиеничны, хорошо сопротивляются истиранию, легко моются. Отрицательным качеством этих полов является их высокая теплопроводность.

1. **Стекло и сырье для его получения**

Основным сырьем для изготовления стекла являются *кварцевый песок, известняк, сода и сульфат натрия*. Высококачественные стекольные белые пески содержат немного примесей, в частности *оксида железа, придающего стеклу зеленоватую окраску*. В стекольную шихту вводят соду, сульфат натрия, поташ, которые понижают температуру варки стекла и ускоряют процесс стекло-образования. При варке смеси чистого песка Si02 и соды Na2C03 образуется полупрозрачная стеклообразная масса Na2Si03, растворяющаяся в воде («растворимое стекло»). Благодаря введению в шихту СаО в виде известняка СаС03 или доломита стекло становится нерастворимым в воде.

*Варка строительного силикатного стекла* производится в стекловаренных печах при температуре до 1500 °С. В процессе стекловарения, начиная с температур 800- 900°С протекает стадия силикатообразования. К концу следующей стадии стеклообразования (1150 -1200 °С) масса становится прозрачной, но в ней еще содержится много газовых пузырей. Дегазация заканчивается при 1400-1500 °С; к ее концу стекломасса освобождается от газовых включений, свилей и становится однородной. Для достижения необходимой для формования рабочей вязкости температуру массы снижают на 200-300 °С. Вязкость стекломассы зависит от химического состава: оксиды Si02, А1203, Zr02 повышают вязкость, Na20, СаО, Li20, наоборот, понижают ее.

*Переход от жидкого состояния в стеклообразное является обратимым*. При длительном нахождении на воздухе и нагревании некоторых стекол обычная для них аморфная структура может переходить в кристаллическую; это явление называют расстекловыванием («заруха-нием»).

Строительное силикатное стекло имеет следующий примерный химический состав, %, по массе: Si02 71 - 73; Na20 13- 15; СаО 8-10,5; MgO 1- 4; А1203 0,5 - 1; Fe203 0,1; К20 до 1; S03 0,3 - 0,7.

В процессе изготовления в стекло вводят соединения, придающие ему специальные свойства*. Глинозем* А1203, вводимый в шихту в виде каолина и полевого шпата, повышает *механическую прочность, а также термическую и химическую стойкость стекла*. При замене части диоксида кремния *борным ангидридом* В203 повышается *скорость стекловарения*, улучшается осветление и уменьшается склонность к кристаллизации. *Оксид свинца* РЬО, *повышает показатель светопреломления*. *Оксид цинка ZnO* понижает *температурный коэффициент линейного расширения стекла*, благодаря чему повышается его термическая стойкость.

Вспомогательные сырьевые материалы делят по своему назначению на следующие группы: *осветлители* - вещества, способствующие удалению из стекломассы газовых пузырей (сульфат натрия, плавиковый шпат); *обесцвечиватели* - вещества, обесцвечивающие стекольную массу; *глушители*- вещества, делающие стекло непрозрачным.

1. **Применение стекла. Листовые светопрозрачные изделия и конструкции**

*Листовое стекло* - основной вид стекла, светопрозрачных строительных конструкций, средств транспорта, мебели, а также для изготовления стекол с покрытиями, зеркал, закаленных и многослойных стекол и других изделий строительного, технического и бытового назначения, производится по ГОСТ 111 -2001. Данный стандарт не распространяется на стекло армированное, узорчатое, окрашенное в массе, стекло с покрытием и другие виды листовых стекол со специальными свойствами.

Наряду с обычными видами промышленностью вырабатываются специальные виды листового стекла: *теплопоглощающее, увиолевое, армированное, закаленное, архитектурно-строительное и др.*

Листовое оконное стекло вырабатывают трех сортов и в зависимости от толщины - шести размеров (марок): 2; 2,5; 3; 4; 5 и 6 мм. Ширина листов стекла 250- 1600 мм, длина 250- 2200 мм. Масса 1 м2 стекла 2-5 кг.

 Листы стекла должны быть бесцветными, допускается лишь слабый голубоватый или зеленоватый оттенки. Светопропускание стекла должно быть не менее 87 %. С увеличением толщины стекла несколько снижается светопропускание. Сорт листового стекла определяется наличием дефектов, к которым относятся: *полосность* - неровности на поверхности; *свиль* - узкие нитевидные полоски; *пузыри* - газовые включения и др.

1. **Отделочные материалы на основе стекла**

*Пустотелые стеклянные блоки* обладают хорошей светорассеивающей способностью, а выполненные из них световые проемы и перегородки имеют хорошие теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства. Блоки состоят из двух отпресованных половинок, которые свариваются между собой. Наиболее распространенные виды стеклянных блоков имеют на внутренней стороне рифления, придающие блокам светорассеивающую способность. Светопропускание не менее 65%. светорассеивание около 25%, теплопроводность 0,4 Вт/ (м°С).

Помимо обычных блоков изготавливают цветные, двухкамерные (теплозащитные) и светонаправленные блоки.

*Стеклобетонные конструкции* представляют собой *бе*тонную обойму, внутри которой на растворе уложены стеклянные блоки. Эти конструкции несгораемы и препятствуют распространению огня. В промышленном строительстве стеклянные блоки применяют для устройства окон. В жилых и общественных зданиях пустотелые стеклянные блоки используют для заполнения наружных световых проемов, остекления лестничных клеток, а также для устройства светопрозрачных перекрытий и перегородок.

*Стеклопакеты* состоят из двух или трех листов стекла, между которыми образуется герметически замкнутая воздушная полость. Стеклопакетное остекление обладает хорошей тепло- и звукозащитной способностью, оно не запотевает и не нуждается в протирке внутренних поверхностей. В зависимости от назначения стеклопакеты могут быть выполнены с применением оконного, закаленного, отражающего или других видов стекла.

*Стеклянные трубы* в ряде случаев (например, в условиях химической агрессии) могут оказаться эффективнее металлических. Они обладают высокой химической стойкостью, гладкой поверхностью, прозрачны и гигиеничны. Основными недостатками стеклянных труб следует считать их хрупкость, т. е. слабое сопротивление изгибу и ударам, а также невысокую термостойкость (около 40 °С).

*Панели из профильного стекла* (стеклопрофилит). Эти изделия имеют каробчатый, тавровый, ребристый, швеллерный, полукруглый профили и используются для монтажа светопропускающих стен, перегородок, покрытий, а также для остекления фонарей промышленных зданий. Элементами коробчатого профиля можно заполнять световые проемы высотой до 4,8 м. Ширина швеллерного стеклопрофилита 250-500 мм, коробчатого 250-300 мм.

Стеклопрофилит изготовляют армированным и неармированным, бесцветным и цветным.

1. **Древесина. Породы, применяемые в строительстве. Строение и состав древесины**

*Макроструктура древесины*

*Древесиной* называют *освобожденную от коры ткань волокон, которая содержится в стволе дерева*. 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.

На торцевом срезе видна *кора, камбий и древесина*.

*Кора* состоит из наружной кожицы, пробкового слоя под ней и внутреннего слоя - *луба.* Под слоем луба у растущего дерева находится тонкий камбиальный слой, состоящий из живых *клеток,* размножающихся делением. Древесина состоит из вытянутых веретенообразных *клеток* - *ячеек,* стенки которых состоят в основном из целлюлозы. Эти пустотелые ячейки образуют волокна, воспринимающие механические нагрузки. Вначале в листьях дерева из атмосферного углекислого газа и воды под действием солнечного света образуется глюкоза, хорошо растворяющаяся в воде. В растворенном виде глюкоза по внутренним каналам дерева поступает к растущим клеткам камбия. В стенке клетки молекулы глюкозы соединяются своими концами между собой:

- ОН + НО-\* - О - + Н2О.

В результате происходящей реакции поликонденсацин образуются кислородная связь (-О-) и молекула воды, уходящая в сок дерева. Кислородная связь объединяет кольца глюкозы в макромолекуле целлюлозы, состоящей из нескольких сотен глюкозных ячеек.

Следовательно, *целлюлоза является природным линейным полимером*, нитевидные цепи которого жестко связаны (сшиты) гидроксильными связями. *Это объясняет отсутствие у древесины области высокоэластичного состояния, возникающего при нагревании многих линейных полимеров*. Ежегодно в вегетативный период камбий откладывает в сторону коры клетки луба и внутрь ствола в значительно большем объеме клетки древесины. Деление клеток камбиального слоя 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

*Строение древесины*

*а - срез торцевой: 1 - кора; 2 - луб; 3- камбий; 4-заболонь: 5-ядро; 6 - сердцевина; 7 - годовые слои; 8 - сердцевинные лучи; 6-— 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. Нежелательна сердцевина и в столярных изделиях, так как она постепенно выкрашивается.

*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. Движение влаги по этим клеткам прекращается, поэтому древесина ядровой части ствола обладает большей прочностью и стойкостью к загниванию по сравнению с древесиной заболони.

*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/м3) 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/м3). 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/м3), 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/м3), 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/м3), 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 кг/м8) 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 кг/м3) твердая, легко раскалывается. Древесина бука, как древесина березы, относительно легко загнивает. При меняют 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 (420-500 кг/м3), 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, предназначаемая для изготовления фанеры, мебели, тары.

1. **Свойства и пороки древесины**

*Истинная плотность* древесины определяется совокупностью веществ, слагающих оболочку клеток. Так как клетки имеют схожее строение для всех пород, то истинная плотность древесины колеблется в пределах от 1490 до 1560 кг/м3.

*Средняя плотность* зависит от влажности и пористости породы. Значение средней плотности указывается применительно к нормальной 12%-ной влажности.

*Влажность* древесины существенно влияет на ее физико-механические свойства и в ряде случаев определяет ее пригодность. Вода в древесине может находиться в трех видах: в свободном состоянии, гигроскопическом и химически связанном. Свободная, или капиллярная, вода заполняет полости клеток и сосудов и межклеточное пространство; гигроскопическая вода находится в стенках клеток и химически связанная вода входит в химический состав веществ. *По степени влажности древесину подразделяют на мокрую, свежесрубленную, воздушносухую, комнатносухую и абсолютно сухую*. Мокрая имеет влажность свыше 100%, свежесрубленная - 35% и выше, воздушносухая - 15-20% , комнатносухая - 8-12% и абсолютно сухая - 0%.

За стандартную влажность условно принята влажность, равная 12%.

*Гигроскопичностью* называют способность древесины поглощать из воздуха парообразную воду. Противоположная характеристика гигроскопичности - *влагоотдача* - способность древесины отдавать воду в окружающую среду. Гигроскопичность и влагоотдача зависят от температуры и относительной влажности воздуха. *Состояние древесины, когда в ней содержится только гигроскопическая вода и отсутствует капиллярная*, называется *точкой насыщения волокон*, или пределом гигроскопичности. Для разных пород деревьев она составляет 25-35%.

*Усушкой* называют уменьшение линейных размеров и объема древесины при высыхании. Усушка не происходит при испарении свободной и начинается только при удалении гигроскопической воды. Усушка древесины в различных направлениях неодинакова. Вдоль волокон она составляет 0,1-0,3%, в радиальном направлении - 3-6 и в тангенциальном - 7-12%. Объемная усушка, выражаемая коэффициентом объемной усушки, составляет 0,2-0,75%.

*Набуханием* называют способность древесины увеличивать свои размеры при поглощении воды. Набухание вдоль волокон составляет 0,1-0,8%, в радиальном направлении - 3-5%, в тангенциальном - 6-12%. Усушка приводит к появлению щелей между деревянными элементами, образованию трещин.

Свойства древесины по разному изменять свои размеры при усушке и набухании приводит к *короблению.*

*Теплопроводность* древесины составляет 0,16-0,3 Вт/(м·°С). Вдоль волокон она в 1,8 раза выше, чем поперек.

*Звукопроводность* древесины вдоль волокон в 16 и поперек волокон в 3-4 раза выше звукопроводности воздуха. Вдоль волокон она составляет 5000, поперек волокон в радиальном направлении - 1450 и в тангенциальном - 850 м/с.

*Важнейшей характеристикой древесины является прочность.*

Показатели прочности древесины должны быть пересчитаны на влажность 12% (в случае необходимости - на влажность 15%). 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

*R12 = Rw (1 + a(W-12))*

где R*w -* предел прочности образца с влажностью *W* в момент испытания; R12- то же, при влажности 12%; а - коэффициент снижения прочности древесины при увеличении ее влажности на 1 %.

Прочность древесины характеризуется пределами ее прочности при сжатии, растяжении, статическом изгибе, скалывании. Кроме того, могут определяться условный предел прочности при местном смятии и предел прочности при перерезании поперек волокон.

*Пороки древесины*

*Сучки и трещины*

*Сучки* - части ветвей, заключенные в древесине. Они нарушают однородность строения древесины, вызывают искривление волокон и затрудняют механическую обработку. По состоянию древесины различают сучки *здоровые, загнившие, гнилые и табачные*. По степени срастания сучки могут быть *сросшиеся, частично сросшиеся, несросшиеся и выпадающие несросшиеся*. По взаимному расположению выделяют три разновидности сучков: *разбросанные, групповые и разветвленные*.

*Трещины* представляют собой разрывы древесины вдоль волокон. Они нарушают целостность лесоматериалов, снижают их механическую прочность и долговечность.

*Метиковые трещины* - это радиально направленные трещины в ядре или заболони, отходящие от сердцевины. Они возникают в растущем дереве и увеличиваются в срубленном дереве при его высыхании. *Простые метиковые трещины* состоят из одной или двух трещин, расположенных на обоих торцах бревна в одной плоскости. *Сложные метиковые трещины* состоят из одной или нескольких трещин, расположенных на торцах бревна в разных плоскостях.

*Морозные трещины* образующиеся в растущем дереве, направлены радиально, проходят из заболони в ядро и имеют значительную протяженность по длине ствола дерева.

*Трещины усушки*, возникающие в срубленном дереве по мере его высыхания, тоже направлены по радиусу торцового среза. Они отличаются от метиковых и морозных трещин меньшей глубиной и протяженностью (не более 1 м).

*Отлупные трещины* проходят между годичными слоями*,* возникая в растущем дереве, увеличиваются в срубленном дереве при его высушивании.

*Пороки формы ствола*

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

*Закомелистость* проявляется в виде резкого увеличения комлевой (нижней) части ствола дерева. Различают округлую и ребристую закомелистость со звездчато-лопастной формой поперечного сечения бревна.

*Нарост*- резкое местное утолщение ствола, имеющее различную форму и размеры.

*Кривизна* - искривление продольной оси бревен, обусловленное кривизной ствола дерева. Бывает простая и сложная кривизна характеризующаяся несколькими изгибами.

*Пороки строения древесины*

*Наклон волокон* - непараллельность волокон древесины продольной оси изделий (бревен, досок, брусьев и т. п.). Наклон увеличивает прочность древесины при раскалывании, но затрудняет ее механическую обработку и снижает прочность пиломатериалов при растяжении и изгибе вследствие перерезания волокон древесины.

*Крень* - ненормальное утолщение поздней древесины в годовых слоях; свойственно наклонно стоящим и искривленным деревьям.

*Свилеватость* - волнистое или беспорядочное расположение волокон древесины, чаще встречающееся у лиственных пород, преимущественно в комлевой части ствола.

*Завиток* - местное резкое искривление годовых слоев под влиянием сучков и проростей.

*Сердцевина* - узкая центральная часть ствола, состоящая из рыхлой древесной ткани; попадая в деревянные изделия, усиливает их растрескивание. Двойная сердцевина в виде двух сердцевин со своими системами годовых слоев увеличивает отходы при обработке древесины, усиливает ее растрескивание.

*Пасынок* - отмершая вторая вершина или толстый сук, пронизывающие ствол под острым углом к его продольной оси. Ухудшает однородность и механические свойства древесины.

*Водослой* - это участки ядра или заболони с ненормальной темной окраской, возникающие в растущем дереве вследствие повышенной влажности этих участков. Этот порок нередко является причиной растрескивания и гниения древесины, снижения ударной вязкости при изгибе.

*Прорость* в виде обросшего древесиной участка поверхности ствола с омертвевшими тканями и отходящая от него радиальная трещина возникает в растущем дереве при зарастании повреждений.

*Рак* - рана, возникающая на поверхности ствола растущего дерева вследствие жизнедеятельности грибков и бактерий. Сухобокость возникает в местах повреждений (заруба, ожога, ушиба и т. п.); представляет собой омертвевший участок ствола.

*Засмолок* -участок древесины, обильно пропитанный смолой; присущ только хвойным породам. Он снижает ударную вязкость и водопроницаемость, затрудняет отделку - лакировку, окраску. Смоляной кармашек в виде полоски, заполненной смолой, встречается у хвойных пород, чаще всего у ели. Препятствует лицевой отделке и склейке древесины.

 *Химические окраски и грибные поражения*

Неестественные окраски возникают в срубленном дереве в результате химических и биохимических процессов, в большинстве случаев, вызывающих окисление дубильных веществ. Бывают светлые и темные химические окраски, они не влияют на физико-механические свойства древесины, но могут портить внешний вид облицовочных материалов.

*Ядровая гниль*, развивающаяся в растущем дереве под действием дереворазрушающих грибов, существенно снижает механические свойства и сортность древесины.

*Наружная трухлявая гниль* возникает вследствие поражения древесины дереворазрушающими грибами; на поверхности пораженной древесины наблюдаются тяжи грибницы и плодовые тела, при этом пораженная древесина распадается на части и растирается в порошок.

Такие пороки, как *плесень, грибные окраски (побурение заболони), мало изменяют прочность древесины*.

 *Прочие пороки*

*Червоточиной* называют ходы и отверстия, проделанные в древесине насекомыми.

Различают червоточину: 1) поверхностную - проникающую в древесину не более чем на 3 мм; 2) неглубокую- проникающую не более чем на 15 мм в круглых лесоматериалах и не более чем на 5 мм - в пиломатериалах; 3)сквозную- выходящую на две противоположные стороны материала.

*Инородные включения* - это присутствующие в древесине посторонние тела недревесного происхождения (песок, камни, гвозди и т. п.).

*Механические повреждения* (заруб, запил, скол, вырыв и т. п.) являются следствием небрежного или неумелого применения механизмов и инструментов при обработке древесины. Они не только снижают механическую прочность, но и затрудняют использование лесоматериалов по назначению.

*Покоробленность* - это искривление пиломатериала, возникающее при распиловке, сушке и хранении. Различают простую, сложную покоробленность и крыловатость. Поскольку покоробленность изменяет форму пиломатериалов, то она затрудняет их обработку и использование по назначению.

1. **3ащита древесины**

Ограничивает срок службы древесины ее способность гнить и гореть. Кроме того, древесину повреждают насекомые.

Стойкость древесины против гниения зависит от породы, ее строения и подразделяется на четыре класса:

I *- стойкие*: сосна, ясень, ядро дуба и лиственница;

 II - *среднестойкие*: ель, пихта, периферийная часть кедра, заболонь лиственницы, центральная зона бука;

 III - малостойкие: заболонь березы, бука, граба, дуба, клена;

IV - нестойкие: ольха, осина, заболонь липы, центральная зона березы.

Дереворазрушающие бактерии и грибы могут повреждать древесину. Это *заболонная и ядреная гнили, побурение, грибные окраски и пр.*

Гниение происходит при благоприятных условиях - влажности древесины 20-60% и температуре воздуха от +2 до +40 °С. При более низкой и высокой влажности и температуре древесина не гниет. *Предохраняет древесину от гниения сушка, различные конструктивные приёмы, защищающие от увлажнения, антисептирование.*

Важнейшим мероприятием, предохраняющим древесину от гниения, является сушка. Сушат древесину до транспортной влажности 18-25% или до эксплуатационной - 7-12%. Различают следующие виды сушки: конвективную, *кондуктивную, диэлектрическую. В их основу положен характер теплообмена материала со средой.*

Для предупреждения загнивания древесины принимают ряд конструктивных мер: *изолируют ее от грунта, камня и бетона, устраивают специальные каналы для проветривания, защищают деревянные конструкции от атмосферных осадков, делают отливы у наружных оконных переплетов и т. п.*

При применении древесины с влажностью более 20% и если нет возможности предохранить от увлажнения конструктивными приемами, ее пропитывают антисептиками - химическими веществами, консервирующими древесину.

Антисептики должны быть токсичными к грибам, но безвредными для людей и животных, в течение заданного срока не терять токсичные свойства, не ухудшать физико-механические свойства древесины.

К *водорастворимым антисептикам* относят *фторид натрия, кремнефторид натрия, кремнефторид аммония, хлорид цинка, антисептический препарат ХМХЦ.*

*Фторид натрия* - NaF - белый порошок высокой токсичности. Применяют в виде водного раствора 1,5-3%-ной концентрации для конструкций, не смачиваемых водой. При взаимодействии с известью, цементом, мелом, гипсом образует малотоксичный фтористый кальций.

*Кремнефторид натрия* - Mа2SiF6 - белый или светло-серый порошок с темноватым оттенком.

*Кремнефторид аммония* - (NaH4)2SiF6 - порошок белого цвета без запаха. По токсичности превышает фторид натрия. Применяют в виде водного раствора 5-10%-ной концентрации. Легко вымывается водой.

*Хлорид цинка* - ZnCI2 - порошок серого цвета или твердый прозрачный материал без запаха. Коррозирует металл. Применяют в виде раствора 5%-ной концентрации.

*Антисептический препарат ХМХЦ* - смесь бихромата натрия или калия, медного купороса и хлорида цинка в соотношении 2:1:7. Применяют в виде раствора 3-5%-ной концентрации.

К *маслянистым антисептикам* относят *каменноугольное креозотовое и антраценовое масла, масло сланцевое, растворы пентохлорфенола в маслах*.

*Масло креозотовое* - темно-коричневая жидкость с резким запахом. Является очень сильным антисептиком.

*Масло антраценовое* - зеленовато-желтая жидкость, получаемая из каменноугольного дегтя. Обладает сильным антисептическим свойством, имеет резкий запах.

Масло сланцевое - темно-коричневая жидкость с резким запахом фенола. Получают из горючих сланцев. Токсичность его ниже каменноугольных масел.

Маслянистые антисептики применяют для глубокой пропитки шпал, конструкций мостов, воздушных опор. Из-за резкого запаха и высокой токсичности их нельзя применять внутри жилых зданий, складов пищевых продуктов. Из-за огнеопасности не следует применять возле горючих мест..

Антисептирование древесины может выполняться следующими способами: поверхностное нанесение, пропитка в горячехолодных ваннах, автоклавах, обработка пастами

*Защита древесины от насекомых*. Поражают древесину насекомые-короеды, жуки-точильщики, жуки-усачи и их личинки. Они образуют ходы, называемые червоточиной. Короеды прокладывают извилистые борозды под корой дерева на небольшую глубину. Глубокие ходы прокладывают жуки-точильщики. Такую древесину не следует применять для изготовления несущих конструкций.

Основные способы борьбы с насекомыми при хранении древесины на складах - соблюдение санитарных норм и своевременное окуривание круглого леса. При обнаружении насекомых на складах и при ремонтных работах древесину обрабатывают инсектицидами - хлорофосом (диметилтрихлороксиэтил-фосфонатом техническим), хлороданом, хлорпикрином и др. Защищают древесину, обрабатывая ее путем пропитки, опрыскивания, опыления или окуривания.

*Для предупреждения возгорания деревянных элементов следует предусматривать соответствующие конструктивные меры*: необходимо удалять дерево от источников нагревания; устраивать разделки из несгораемых материалов (бетона, кирпича и т. п.), покрывать деревянные части слоем малотеплопроводного минерального материала (асбестового, пористой штукатуркой и т. п.). Для предохранения от огня поверхность деревянных конструкций покрывают огнезащитными красочными составами или пропитывают огнезащитными веществами - антипиренами

1. **Виды изделий из древесины**

На основе древесины хвойных и лиственных пород изготовляют широкую номенклатуру изделий, из которых основными являются *строганые погонажные изделия, изделия для паркетных полов, фанера* и др.

*Строганые погонажные изделия* - это доски для полов, шпунтованные доски, у которых на одной кромке имеется паз, на другой - гребень (выступ), что обеспечивает плотное соединение досок при устройстве полов; *фальцевые доски*, применяемые для обшивки стен и потолков. К этой группе изделий относят и профильные погонажные изделия, например *плинтусы и галтели*, используемые для заделки углов между полом и стенами, поручни для перил, наличники для оконных и дверных коробок, а также доски подоконников.

*Кровельные материалы* из древесины включают кровельные *плитки, гонт, кровельную дрань, кровельную стружку.*

*Кровельная плитка* - клинообразные дощечки длиной от 400 до 600, шириной до 70 мм со скосом вдоль волокон. Толщина плитки: толстого конца - 13, тонкого - 3 мм. Изготавливают их из древесины сосны, ели, пихты, кедра, осины.

*Гонт* - клинообразные дощечки с пазом по длине вдоль толстой кромки. Длина их составляет от 500 до 700, ширина - от 70 до 120 мм. Толщина толстой кромки 15, тонкой — 3 мм.

*Кровельную стружку* (щепа) изготавливают строганием коротких отрезков древесины хвойных и мягких лиственных пород. Она имеет длину 400, 450, 500, ширину — от 70 до 120 и толщину 3 мм.

*Дрань штукатурная* имеет длину от 1 до 2,5 м, ширину - от 12 до 30 и толщину - от 2 до 5 мм. В зависимости от технологии изготовления она бывает щипаной, шпоновой и пиленой. В настоящее время изготавливают, в основном, пиленую дрань. Применяют для подготовки деревянных поверхностей под штукатурку.

*Для изготовления фанеры, столярных плит, облицовки поверхностей изделий из древесины применяют древесный шпон.*

*Шпон* представляет собой тонкие листы древесины. В зависимости от технологий изготовления подразделяется на *строганый и лущеный*.

*Фанера* подразделяется на *обычную, облицованную строганым шпоном, декоративную, бакелизированную.*

Обычная фанера представляет собой слоистый материал, получаемый склеиванием трех или более листов лущеного шпона. Толщина ее составляет от 1,5 до 18 мм. Фанеру применяют для обшивки наружных стен, устройства опалубки, изготовления несущих конструкций и для облицовки стен, потолков, устройства перегородок внутри помещений.

*Фанера, облицованная строганым шпоном*, представляет собой материал, у которого одна или две наружных стороны покрыты строганым шпоном из деревьев ценных пород: дуба, ореха, грутпи и др. Применяют ее для внутренней отделки помещений, устройства перегородок.

*Фанера декоративная* изготавливается с пленочным покрытием с одной или двух наружных сторон. Отдельные марки отделывают декоративной бумагой. Применяют ее для изготовления мебели, столярных панелей, перегородок.

*Бакелизированную* фанеру изготавливают из листов березового лущеного шпона. Она имеет повышенную прочность, водо - и атмосферостойкость. Применяют для изготовления легких конструкций.

*Столярные плиты* состоят из реек, оклеенных с двух сторон шпоном или фанерой. Применяют их для устройства дверей, перегородок, мебели.

К столярным изделиям относят оконные, балконные и дверные блоки, подоконные доски, столярные перегородки.

*Оконный блок* состоит из коробки и переплетов. Переплеты имеют створки, могут иметь фрамугу и форточку.

*Балконный блок* состоит из коробки и полотен. Оконные и балконные блоки выпускают чаще всего с двойными раздельными или со спаренными переплетами и полотнами. Применяют их для жилых, общественных, промышленных и сельскохозяйственных зданий.

*Дверной блок* состоит из коробки и полотна. Применяют для жилых, общественных, производственных и вспомогательных зданий и сооружений.

*Подоконные доски* выполняются из цельной древесины или клееные. Имеют длину от 700 до 2800, ширину - от 144 до 450 и толщину - 34 и 42 мм. Изготавливают их в основном из древесины хвойных пород.

*Столярные перегородки* бывают филенчатые и щитовые. Филенчатые состоят из обвязки и филенок, щитовые изготавливают из столярных плит.

К клееным дощатым и фанерным конструкциям относят балки, рамы, арки.

*Клееные дощатые балки* получают склеиванием досок. Они бывают прямоугольного, таврового или двутаврового сечения, односкатные и двускатные, длиной от 6 до 16 м. Применяют их в покрытиях производственных зданий.

*Клееные дощатые рамы* состоят из стоек и наклонных ригелей.

Для склеивания древесины применяют, в основном, фенолоформальдегидные, карбамидные и поливинилацетатные клеи.

1. **Органические вяжущие вещества. Виды и свойства**

*Органические вяжущие вещества* представляют собой природные пли искусственные твердые, вязкопластичные или жидкие (при нормальной температуре) продукты, способные изменять свои физико-механические свойства в зависимости от температуры.

В зависимости от химического состава, вида сырья и технологии производства органические вяжущие *вещества разделяют на битумы и дёгти*. На основе битумов и дёгтей изготовляют другие вяжущие вещества (битумно-дёгтевые) и материалы в виде эмульсий и паст (при температуре не ниже 2° С эмульсии имеют жидкую консистенцию, пасты до состояния, текучести разбавляются водой), асфальтовых лаков, асфальтовых растворов и бетонов. Битумы и дегти применяют также для изготовления рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов.

*Битумы* - органические вяжущие вещества черного цвета, состоящие из высокомолекулярных углеводородов, главным образом метанового (CnH2n+2) и нафтенового (СnН2n) рядов и их кислородных и сернистых производных, полностью растворимых в сероуглероде.

В зависимости от консистенции (при температуре 18° С) битумы делят на твердые, обладающие упругими, а иногда хрупкими свойствами; полутвердые (вязкопластичные) - с высокой степенью пластичности, и жидкие - легкотекучие, содержащие в своем составе летучие углеводороды. Битумы бывают природные, встречающиеся в природе почти в чистом виде или получаемые путем извлечения из асфальтовых горных пород- асфальтовых известняков, песчаников и т. п.; нефтяные, получающиеся в результате переработки нефти и нефтепродуктов; сланцевые, образующиеся при переработке продуктов перегонки некоторых горючих сланцев.

*Дёгти* - органические вяжущие вещества черного и темно-бурого цвета полутвердой и жидкой консистенции; в их состав входят в основном смеси углеводородов ароматического ряда и их неметаллических производных - кислорода, азота и серы. Дегти бывают каменноугольные, торфяные и древесные; их получают путем деструктивной перегонки (без доступа воздуха) каменного угля, торфа и древесины.

1. **Деготь и его свойства**

*Дегтями называют продукт сухой (без доступа воздуха) перегонки твердых топлив - каменного угля, древесины, торфа, горючих сланцев и других органических веществ*. В зависимости от исходного сырья может быть получен каменноугольный, древесный, торфяной или сланцевый деготь. Для строительных целей наибольшее применение получили каменноугольные дегти.

Сырой каменноугольный деготь, получаемый в процессе коксования и газификации угля, представляет собой вязкую жидкость черного цвета с характерным запахом фенола, крезола и нафталина.

Для строительных целей и в промышленности строительных материалов применяются дегти *отогнанные*, получающиеся после отбора из сырых дегтей летучих веществ, или *составленные,* изготовляемые смешением горячего пека с антраценовым маслом или другими жидкими дегтевыми материалами.

Составленные и отогнанные дегти характеризуются вязкостью (по стандартному вискозиметру) и фракционным составом. По сравнению с битумами дегти отличаются меньшей теплостойкостью и худшей погодоустойчивостью. Однако адгезия (прилипание) дегтей выше, чем у битумов, вследствие большего содержания полярных групп в молекулах масел дегтя.

Дорожные каменноугольные дегти и другие дегтевые материалы (пек, антраценовое масло) применяются для изготовления дегтебетонов, а также для производства дегтевых кровельных и гидроизоляционных материалов.

Сланцевые дегти получают при нагревании горючих сланцев без доступа воздуха. В настоящее время эти дегти в виде вязких и жидких. По химическому составу и свойствам сланцевые дегти приближаются к битумным материалам и поэтому им присвоен не совсем точный термин «сланцевые битумы». Сланцевые битумы в большей степени по сравнению с нефтяными изменяют свои свойства при нагревании. Погодоустойчнвость таких битумов также меньше, чем у нефтяных. Сланцевые битумы используются обычно при тех же видах работ, как и нефтяные битумы.

1. **Виды битумов**

Нефтяные битумы представляют собой твердые, вязкопластичные или жидкие продукты переработки нефти. По химическому составу битумы - сложные смеси высокомолекулярных углеводородов и их неметаллических производных азота, кислорода и серы, полностью растворимые в сероуглероде. Для исследования битумов их разделяют на основные группы углеводородов (близкие по свойствам) - *масла, смолы, асфальтены, асфальтогеновые кислоты и их ангидриды.*

Масла - смесь циклических углеводородов (в основном нафтенового ряда) светло-желтой окраски с плотностью менее 1 и молекулярной массой 300...500; повышенное содержание масел в битумах придает им подвижность, текучесть. Количество масел в битумах колеблется в пределах 45...60%.

*Смолы* - вязкопластичные вещества темно-коричневого цвета с плотностью около 1 и молекулярной массой до 1000. Смолы имеют более сложный состав углеводородов, нежели масла. Они состоят в основном из кислородных гетероциклических соединений нейтрального характера и придают битумам большую тягучесть и эластичность. Содержание смол 15.,30%.

*Асфальтены* и их модификации (карбены и карбоиды) - твердые, неплавкие вещества с плотностью несколько больше 1 и молекулярной массой 1000...5000 и более. Эта группа углеводородов является существенной составной частью битумов. Повышенное содержание асфальтенов в битуме определяет его высокие вязкость и температурную устойчивость. Общее содержание асфальтенов в различных битумах составляет 5...30% и более.

*Карбены и карбоиды* встречаются в битумах сравнительно редко в малом количестве (1...2%) и способствуют повышению хрупкости битума.

*Асфальтовые кислоты и их ангидриды* - вещества коричневатого цвета смолистой консистенции с плотностью более 1. Они относятся к группе полинафтеновых кислот и могут быть не только вязкими, но и твердыми. Асфальтогеновые кислоты являются поверхностно-активной частью битума и способствуют повышению сцепления его с поверхностью минеральных заполнителей. Содержание их в нефтяных битумах составляет около 1 %.

*Важнейшими свойствами битумов, характеризующими их качество, являются вязкость, пластичность, температуры размягчения и хрупкости*.

Для дорожного строительства но ГОСТу предусмотрены пять марок от БНД (битум нефтяной дорожный)-200/300 до БНД-40/60, где цифры дроби указывают на допустимые для данной марки пределы изменения показателей пенетрации при 25°С, и четыре марки БН от 200/300 до БН-60/90.

Для строительных работ по ГОСТу предусмотрено три марки, обозначаемые «БН» — битум нефтяной: БН-50/50, БН-70/30 и БН-90/10, где цифры числителя дроби соответствуют показателю температуры размягчения по «К и Ш» (кольцо и шар), а знаменателя — указывают на средние значения пределов изменения пенетрации при 25°С.

Для кровельных работ по ГОСТу предусмотрены следующие марки: БНК (битум нефтяной кровельный)-45/180, БНК-90/40 и 90/30, а также БНК-45/190. В данном случае числитель дроби соответствует среднему значению показателей температуры размягчения по «К и Ш», а знаменатель — среднему значению показателей пенетрации на 25СС.

Кроме твердых и вязкопластичных битумов указанных марок существуют жидкие битумы. Жидкие битумы при комнатной температуре имеют незначительную вязкость, т. е. жидкую консистенцию, и применяются в строительстве в холодном или слегка подогретом (до 50.. .60°С) состоянии.

1. **Изделия на основе органических вяжущих веществ**

Органические вяжущие вещества представляют собой природные или искусственные твердые, вязкопластичные или жидкие (при комнатной температуре) продукты, способные изменять свои физико-механические свойства в зависимости от температуры. По химическому составу это либо сложные смеси высокомолекулярных углеводородов и их неметаллических производных серы, азота, кислорода (битумы и дегти), либо карбоцепные и гетероцепные соединения, состоящие в основном из атомов углерода в сочетании с атомами водорода, азота, серы, кислорода и кремния (полимеры).

Органические вяжущие вещества разделяют на три основные группы: битумы природные и нефтяные; дегти каменноугольные, сланцевые, торфяные и древесные; полимеры полимеризационные и поликонденсационные.

В единой классификации строительных конгломератов органические вяжущие вещества располагаются в группе безобжиговых материалов и характеризуются следующими общими признаками:

1. Химический состав их представлен органическими соединениями и все они относятся к продуктам химической переработки природного или синтетического сырья, в основном нефти, каменного угля, горючих сланцев, торфа, древесины, природных газов, нефтегаза, мономеров и т. п.

2. Для получения матрицы (в конгломерате) требуется, чтобы вяжущие вещества обладали заданной консистенцией, обеспечивающей образование тонкой пленки на поверхности заполнителя или наполнителя, что достигают разными способами — нагреванием, растворением, эмульгированием и т. п.

3. Они имеют хорошую адгезию к заполнителям (наполнителям) и обладают способностью сцеплять их в монолит, образуя макро- и микроконгломераты, относящиеся, как и вяжущие, к группе безобжиговых материалов.

4. В той или иной мере они являются гидрофобными и придают водоотталкивающие свойства материалам.

5. Хорошо растворяются в органических растворителях — бензоле, бензине, керосине, толуоле и других, за некоторым исключением, когда только набухают.

6. Многие органические вяжущие вещества имеют склонность к изменению своих первоначальных свойств под воздействием кислорода воздуха, ультрафиолетовых лучей, повышения температуры, солнечной радиации и некоторых других факторов.

Практически все они способны гореть, некоторые из них токсичны.

При отверждении в присутствии минеральных заполнителей (наполнителей) органические вяжущие вещества образуют асфальтовые или полимерные конгломераты и подобно другим имеют заполняющую часть, вяжущее вещество, контактную зону и поры. При этом вяжущая часть в них может рассматриваться как своеобразный микроконгломерат, активно участвующий в формировании макроструктуры. Строительные материалы и изделия с конгломератным типом структуры в виде асфальто- и дегтебетонов и растворов, пластических масс и других при оптимальной структуре подчиняются основным законам общей теории ИСК.

1. **Асбоцемент. Изделия на его основе**

Асбестоцемент - цементный композиционный материал, упрочненный асбестовым волокном. Цементный камень хорошо сопротивляется сжимающим и плохо - растягивающим напряжениям. Введение 15% тонковолокнистого асбеста, обладающего высокой прочностью на растяжение, значительно повышает физико-механические свойства цементного камня. Асбестоцемент обладает высокой прочностью на растяжение, огнестойкостью, долговечностью, водонепроницаемостью, низкой теплопроводностью и электропроводностью.

Асбестоцементные изделия подразделяют на листы*, панели, плиты, трубы* и фасонные детали к ним.

*Асбестоцементные листы* в зависимости от назначения выпускают: *кровельные, стеновые, облицовочные, для элементов строительных конструкций, электротехнические*. По форме различают листы: *плоские* (прессованные и непрессованные), *профилированные* (волнистые, двоякой кривизны и фигурные).

Волнистые листы в зависимости от высоты волны могут быть низкого профиля - при высоте волны до 30 мм; среднего профиля - при высоте волны 31-42 мм; высокого профиля - от 43 мм и более.

Листы изготовляют естественного серого цвета и окрашенные или офактуренные, мелкоразмерные (длиной до 2000 мм) и крупноразмерные (длиной 2000 мм и более). Волнистые листы унифицированного профиля УВ имеют шестиволновый профиль. Ширина листа 1125 мм, длина 1750, 2000 или 2500 мм, толщина 6 и 7,5 мм. Обозначение УВ-7,5-1750 указывает на толщину и длину листа в мм. Высота волны: перекрываемой 45 мм, перекрывающей 54 мм.

*Листы и детали кровли* (коньковые, переходные, уголковые и др.) должны выдерживать следующее число циклов попеременного замораживания и оттаивания:

- листы УВ-6 и детали - 25 циклов,

- листы УВ-7,5 - 50 циклов.

 *Листы УВ* выпускают с государственным Знаком качества, высшего и первого сортов.

*Листы среднего* профиля имеют восьмиволновый и семиволновый профиль; высота волны 32-40 мм, ширина листов 980 или 1300 мм, длина 1750, 2000 и 2500 мм, толщина 5,8 и 6 мм. Применяются для устройства кровель жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий и стеновых ограждений производственных зданий.

*Листы обыкновенного* профиля ВО имеют шестиволновый профиль; высота волны 28 мм, ширина листов 686 мм, длина 1200 мм, толщина 5,5 мм. Предназначены для устройства кровель жилых и общественных зданий.

*Листы волнистые усиленного профиля*; кровельные ВУ-К и стеновые ВУ-С имеют шестиволновый профиль; высота волны 50 мм, ширина листов 1000 мм, длина 2800 мм, толщина 8 мм. Служат для устройства кровель и стеновых ограждений производственных зданий и сооружений.

*Асбестоцементные плоские* листы выпускают толщиной 4, 5, 6, 8, 10 и 12 мм, шириной 800, 1200, 1500 мм и длиной 200, 2500, 3200, 3600 мм.

*Панели и плиты* подразделяют по назначению на кровельные (покрытия, подвесные поголки), стеновые и перегородки. Их изготовляют преимущественно сборными (из отдельных элементов), реже цельноформованными.

По конструкции панели и плиты разделяют на *неутепленные, утепленные и акустические*.

Плиты, утепленные для покрытий промышленных зданий, изготовляют двух типов: рядовые АП (основные) и краевые АПК (доборные).

*Асбестоцементные трубы* выпускают следующего назначения: водопроводные (напорные и безнапорные), газопроводные, канализационные, вентиляционные, обсадные и муфты. Трубы имеют круглое либо прямоугольное поперечное сечение. Напорные водопроводные трубы по максимальному рабочему давлению подразделяют на классы:

до 0,6 МПа - класс ВТ6,

до 0,9 МПа - класс ВТ9,

до 1,2 МПа - класс ВТ12,

до 1,5 МПа - класс ВТ15,

до 1,8 МПа - класс ВТ18.

1. **Черные и цветные металлы, применяемые в строительстве**

*Металлами называют вещества, характерными свойствами которых являются высокая прочность, пластичность, тепло- и электропроводность, особый блеск, называемый металлическим.*

Металлургия различает руды *чёрных металлов* (на основе железа) и *цветных* (в их состав не входит железо, всего около 70 элементов). Исключением можно назвать около 16 элементов: так называемые *благородные* металлы (золото, серебро и др.), и некоторые другие (например, ртуть, медь).

*Черные металлы* представляют собой сплав железа с углеродом. Кроме того, в них могут содержаться в большем или меньшем количестве и другие химические элементы (кремний, марганец, сера, фосфор). С целью придать черным металлам специфические свойства в их состав вводят улучшающие или легирующие добавки (никель, хром, медь и др.). Черные металлы в зависимости от содержания углерода подразделяют на чугуны и стали.

*Чугун* - железоуглеродистый сплав с содержанием углерода 2-4,3%. В зависимости от назначения различают чугуны литейные, чугуны передельные и чугуны специальные. Литейные чугуны применяют для отливки различных строительных деталей; предельные — используют для производства стали; специальные чугуны — в качестве добавок при производстве стали и чугунного литья специального назначения.

*Сталь* - ковкий железоуглеродистый сплав с содержанием углерода до 2%. В зависимости от способа получения стали разделяют на мартеновские, конвертерные и электростали. По химическому составу в зависимости от входящих в сплав химических элементов стали бывают углеродистые и легированные. К углеродистым сталям относят сплавы железа с углеродом и примесями марганца, кремния, серы и фосфора. Углеродистую сталь, полученную различными способами, по характеру застывания принято разделять на спокойную, полуспокойную и кипящую. Легированными называют стали, в состав которых входят легирующие добавки (никель, хром, вольфрам, молибден, медь, алюминий и др.).

По назначению стали могут быть конструкционные, применяемые для изготовления различных строительных конструкций и деталей машин, специальные, характеризующиеся высокой жаро- и износостойкостью, а также коррозионной стойкостью, и инструментальные.

*Цветные металлы* в чистом виде весьма редко используют в строительстве. Значительно чаще находят применение сплавы цветных металлов, которые по истинной плотности разделяют на легкие и тяжелые.

*Легкие сплавы* получают на основе алюминия или магния. Наиболее распространенными легкими сплавами являются алюминиево-марганцевые, алюминиево-кремнеземистые, алюминиево-магниевые и сплавы дюралюминия. Их используют для несущих (фермы и др.) и ограждающих (оконные переплеты и др.) конструкций зданий и сооружений.

*Тяжелые сплавы* получают на основе меди, олова, цинка, свинца. Среди тяжелых сплавов в строительстве применяют бронзу (сплав меди с оловом или сплав меди с алюминием, железом и марганцем) и латунь (сплав меди с цинком). Из этих сплавов изготовляют архитектурные детали и санитарно-техническую арматуру.

1. **Виды изделий из стали**

*Маркировка сталей*

По стандарту марку *углеродистой стали* обыкновенного качества обозначают буквами Ст и цифрами от 0 до 7. Качественные углеродистые стали маркируют двузначными цифрами, которые показывают содержание углерода в сотых долях процента (0,8; 25 и т. д.). В обозначение марок кипящей стали добавляют «кп», полуспокойной - «пс», спокойной - «сп», например СтЗсп, СтЗпс, Ст2кп.

В отличие от маркировки углеродистых сталей буквы в марке *низколегированных сталей* показывают наличие в стали легирующих примесей, а цифры - их среднее содержание в процентах; предшествующие буквам цифры показывают содержание углерода в сотых долях процента.

Для маркировки стали каждому легирующему элементу присвоена определенная буква: кремний - С, марганец - Г, хром - X, никель - Н, молибден - М, вольфрам - В, алюминий - Ю, медь -Д, кобальт - К. Первые цифры марки обозначают среднее содержание углерода (в сотых долях процента для инструментальных и нержавеющих сталей); затем буквой указан легирующий элемент и последующими цифрами - его среднее содержание.

*Углеродистые стали*.

Сталь углеродистая обыкновенного качества - сплав железа с углеродом. В ее составе также присутствуют в небольшом количестве примеси: кремний, марганец, фосфор и сера, каждая из которых оказывает определенное влияние на механические свойства стали. В сталях обыкновенного качества, применяемых в строительстве, углерода содержится 0,06-0,62%. Стали с низким содержанием углерода характеризуются высокой пластичностью и ударной вязкостью. Повышенное содержание углерода придает стали хрупкость и твердость.

Сталь углеродистую обыкновенного качества подразделяют на три группы:

А - поставляемую по механическим свойствам и применяемую в основном тогда, когда изделия из нее подвергают горячей обработке (сварка, ковка и др.), которая может изменить регламентируемые механические свойства (СтО, Ст1 и др.);

Б - поставляемую по химическому составу и применяемую для деталей, подвергаемых такой обработке, при которой механические свойства меняются, а их уровень, кроме условий обработки, определяется химическим составом (БСтО, БСт1 и др.);

В - поставляемую по механическим свойствам и химическому составу для деталей, подвергаемых сварке (ВСт1, ВСт2 и др.).

Сталь углеродистая качественная конструкционная по видам обработки при поставке делится на: горячекатаную и кованую, калиброванную, круглую со специальной отделкой поверхности - серебрянку.

Наиболее широко в строительстве используют сталь марки СтЗ, которая идет на изготовление *металлических конструкций гражданских и промышленных зданий и сооружений, опор линии электропередач, резервуаров и трубопроводов, а также арматуры железобетона*.

*Легированные стали.*

Низколегированные стали наиболее часто применяют в строительстве. Содержание углерода в низколегированных сталях не должно превышать 0,2%, при большем количестве понижаются пластичность и коррозионная стойкость, а также ухудшается свариваемость стали.

 Легирующие добавки влияют на свойства стали следующим образом: *марганец увеличивает прочность, твердость и сопротивление стали* износу; *кремний и хром повышают прочность и жаростойкость*; *медь - стойкость стали к атмосферной коррозии; никель способствует улучшению вязкости без снижения прочности*. Низколегированные стали имеют более высокие механические свойства, чем малоуглеродистые. Стали, содержащие никель, хром и медь, высокопластичны, хорошо свариваются, их с успехом используют для сварных и клепаных конструкций промышленных и гражданских зданий, пролетных строений мостов, нефтерезервуаров, труб и т. д.

Легированную сталь по степени легирования разделяют на:

-низколегированную (легирующих элементов до 2,5%);

-среднелегированную (от 2,5 до 10%);

-высоколегированную (от 10 до 50%).

В зависимости от основных легирующих элементов различают 14 групп сталей.

К высоколегированным относят:

I) коррозионностойкие (нержавеющие) стали и сплавы, обладающие

стойкостью против электрохимической и химической коррозии;

межкристаллитной коррозии, коррозии под напряжением и др.;

II) жаростойкие (окалиностойкие) стали и сплавы, обладающие

стойкостью против химического разрушения в газовых средах при

температуре выше 50°С, работающие в ненагруженном и

слабонагруженном состоянии;

III) жаропрочные стали и сплавы, работающие в нагруженном состоянии при высоких температурах в течение определенного времени и обладающие при этом достаточной жаростойкостью.

1. **Виды изделий из цветных металлов**

строительный материал гипсовый вяжущий

В чистом виде в строительстве алюминий применяется для отливки деталей, изготовления порошков (алюминиевые краски и газообразователи при изготовлении ячеистых бетонов), фольги, электропроводов. *Из алюминиевой фольги делают высокоэффективный утеплитель (альфоль), используют ее в качестве отражателя тепловых лучей, а также декоративного материала. Путем анодного оксидирования из алюминиевых сплавов получают архитектурные детали различной расцветки.*

Сплав, состоящий из меди и цинка, называют *латунью*. Латунь обладает высокими механическими и антикоррозийными свойствами и поддается горячей и холодной обработке. Иногда к сплаву латуни добавляют свинец, олово, алюминий, кремний и др. Применяют ее в виде листов, прутьев, проволоки, труб. Латунь в строительстве применяют также в виде специальных изделий, сочетающих антикоррозийные и художественные качества (для архитектурной отделки интерьеров - базы колонн, различные погонажные изделия).

*Применяется в строительстве для специальных труб, антикоррозийных покрытий, звуко- и гидроизоляции и как составная часть некоторых легких сплавов. Свинец добывают из сульфидных руд.*

Сплавы, состоящие из свинца, олова, сурьмы, меди, применяют в качестве антифрикционных (анти - против, фриктио - трение) или подшипниковых. Такие сплавы носят название баббитов.

В последнее время некоторые цветные металлы с успехом заменяют стеклом, пластмассами, химически обработанной древесиной и др.