Вопросы к экзамену по строительным материалам

1. Свойства, строения и состав строительных материалов
2. Физические свойства материалов: виды плотности, пустотность, пористость, удельная поверхность. Расчет и способы измерения.
3. Физические свойства материалов: водопроницаемость (обе формулировки), гигроскопичность, водопоглащение, влагоотдача.
4. Физические свойства материалов: воздухостойкость, морозостойкость, теплопроводность, термическое сопротивление, теплоемкость.
5. Физические свойства материалов: огнестойкость, огнеупорность, термическая стойкость, термическое сопротивление.
6. Физические свойства материалов: химическая стойкость, долговечность, старение.
7. Механические свойства: прочность, предел прочности, твердость. Способы измерения и расчеты.
8. Механические свойства: истираемость, износ, сопротивление удару, деформация, упругость, пластичность.
9. Понятие горной породы и минерала. Классификация горных пород.
10. Породообразующие минералы.
11. Изверженные горные породы, их свойства.
12. Осадочные горные породы, их свойства.
13. Метаморфические горные породы, их свойства.
14. Классификация каменных материалов. Виды и способы обработки годных пород.
15. Каменные изделия для фундаментов и облицовачные. Виды, свойства.
16. Виды каменных материалов, применяемых для мозаичных работ и высокодекоративной отделки.
17. Каменные изделия для дорожного строительства, виды и свойства.
18. Рыхлые каменные материалы. Виды и свойства.
19. Классификация керамических материалов.
20. Сырье для производства керамики. Его свойства.
21. Общая схема производства керамических материалов. Способы формования изделий: полусухой, пластический, мокрый.
22. Стеновые керамические материалы, кирпичи и камни специального назначения. Классификация, виды и свойства.
23. Изделия керамические для облицовки фасадов. Виды, свойства.
24. Изделия керамические для внутренней облицовки. Виды, свойства.
25. Керамическая черепица и трубы. Виды и свойства.
26. Изделия санитарно-технической керамики. Виды свойства. Фарфор, полуфарфор, фаянс.
27. Основы получения изделий из стекольных расплавов. Стадии силикатообразования.
28. Стекло. Виды и свойства.
29. Изделия из стекла: стеклопакеты, блоки, коврово-мозаичная плитка, трубы.
30. Минеральные вяжущие вещества: определение и классификация.

31. Гипсовые вяжущие: виды, способы производства свойства.
32. Ангидритовые вяжущие: виды, способы производства свойства.
33. Магнезиальные вяжущие: виды, способы производства свойства.
34. Известковые воздушные вяжущие: виды, способы производства свойства.
35. Кислотоупорный цемент, свойства.
36. Гидравлические вяжущие: гидравлическая известь, производство и свойства.
37. Портландцемент, способы производства, их преимущества и недостатки.
38. Портландцементный клинкер – минералогический состав. Процесс гидратации портландцемента.
39. Свойства общестроительного портландцемента. Старые и новые ГОСТ на технические условия.
40. Свойства общестроительного портландцемента. Старые и новые ГОСТ на методы их измерения.
41. Виды коррозии цементного камня.
42. Добавки для цементов. Классификация и виды.
43. Специальные виды цементов.
44. Цементы с активными минеральными добавками. Виды и свойства.
45. Гипсоцементнопуццолановые вяжущие. Производство и свойства.
46. Глиноземистый цемент. Сырье и способы производства.
47. Глиноземистый цемент. Свойства и области применения.
48. Цементы на основе глиноземистого цемента. Виды, свойства.
49. Бетоны. Виды классификации и основные требования к нему.
50. Бетоны. Требования к материалам для приготовления тяжелого бетона.
51. Добавки в бетоны. Их классификация.
52. Основные свойства бетонов и бетонной смеси.
53. Основная схема производства бетонных изделий. Способы уплотнения.
54. Виды тяжелых бетонов. Их основные свойства.
55. Легкие бетоны. Виды классификаций. Материалы, требования к ним.
56. Свойства легких бетонов.
57. Ячеистые бетоны. Виды классификаций. Материалы, требования к ним.
58. Виды и свойства ячеистых бетонов.
59. Изделия на основе извести: силикатный кирпич. Способы производства и свойства.
60. Ячеистые силикатные изделия. Виды, исходные материалы, производство, свойства.
61. Асбестоцементные изделия. Определение, классификация, материалы для производства, требования к ним.
62. Способы производства асбестоцементных изделий. Виды изделий и их свойства.
63. Черные и цветные металлы. Их строение и механические свойства.
64. Черные металлы и стали. Виды, способы производства, свойства.
65. Цветные металлы и стали. Виды, способы производства, свойства.
66. Способы производства металлических конструкций.
67. Стальная арматура. Определение, виды, способы армирования ЖБИ.
68. Строение дерева, свойства древесины.

69. Пороки древесины. Предохранение древесины от разрушения и возгорания. Хранение и сушка.
70. Лесоматериалы круглые и пиломатериалы, заготовки из древесины, столярные изделия.
71. Структура и свойства теплоизоляционных материалов. Классификация.
72. Минеральная и стекловаты. Получения, изделия на их основе, и свойства.
73. Битумы. Классификация, получение, свойства.
74. Дегти. Виды и свойства.
75. Пластмассы. Классификация, основные свойства.

1. Свойства, строения и состав строительных материалов

Свойства

Материалы и изделия должны обладать хорошими свойствами и качествами.

Свойство — характеристика материала, проявляющаяся в процессе его обработки, применении или эксплуатации.

Качество — совокупность свойств материала, обуславливающих его способность удовлетворять определённым требованиям в соответствии с его назначением.

Свойства строительных материалов и изделий классифицируют на четыре основные группы: физические, механические, химические, технологические и др.

К **химическим** относят способность материалов сопротивляться действию химически агрессивной среды, вызывающие в них обменные реакции приводящие к разрушению материалов, изменению своих первоначальных свойств: растворимость, коррозионная стойкость, стойкость против гниения, твердение.

Физические свойства: средняя, насыпная, истинная и относительная плотность; пористость, влажность, влагоотдача, теплопроводность.

Механические свойства: пределы прочности при сжатии, растяжении, изгибе, сдвиге, упругость, пластичность, жёсткость, твёрдость.

Технологические свойства: удобоукладываемость, теплоустойчивость, плавление, скорость затвердевания и высыхания.

Строение

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

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

Микроструктура строительных материалов может быть кристаллическая и аморфная. Эти формы нередко являются лишь различными состояниями одного и того же вещества, например кварц и различные формы кремнезема. Кристаллическая форма всегда устойчива. Чтобы вызвать химическое взаимодействие между кварцевым песком и известью в производстве силикатного кирпича, применяют автоклавную обработку сырца насыщенным водяным паром с температурой 175°С и давлением 0,8 МПа, в то же время трепел (амфорная форма диоксида кремнезема) с известью при затворении водой образует гидросиликат кальция при нормальной температуре 15...25°С. Амфорная форма вещества может перейти в более устойчивую кристаллическую.

Состав

Строительный материал характеризуется химическим, минеральным и фазовым составом.

Химический состав строительных материалов позволяет судить о ряде свойств материала: огнестойкости, биостойкости, механических и других технических характеристиках. Химический состав неорганических веществ (цемента, извести и др.) и каменных материалов удобно выражать количеством содержащихся в них оксидов (%). Основные и кислотные оксиды химически связаны между собой и образуют минералы, которые и определяют многие свойства материала.

Минеральный состав показывает, какие минералы и в каком количестве содержатся в вяжущем веществе или в каменном материале. Например, в портландцементе содержание трехкальциевого силиката ($3CaO*SiO_2$) составляет 45-60%, причем при большем его количестве ускоряется твердение, повышается прочность цементного камня.

Фазовый состав материала и фазовые переходы воды, находящиеся в его порах, оказывают влияние на все свойства и поведение материала при эксплуатации. В материале выделяют твердые вещества, образующие стенки пор, т.е. "каркас" материала, и поры, заполненные воздухом и водой. Если вода, являющаяся компонентом этой системы, замерзает, то образовавшийся в порах лед изменяет механические и тепломеханические свойства материала. Увеличение же объема замерзающей в порах воды вызывает внутренние напряжения, способные разрушить материал при повторных циклах замораживания и оттаивания.

По **физическому состоянию** все вещества, в том числе и все материалы используемые в строительстве (строительные материалы) подразделяют на твердые, жидкие, газообразные и плазму.
В штукатурных и малярных работах используют материалы, которые находятся в твердом или жидком состоянии.

Твердым телом называют всякое тело, имеющее определенную форму.
Так, к твердым телам относят металлы, камни, лед, воск, битум, стекло и др. Твердые тела могут находиться в кристаллическом (гранит, металлы, лед) и аморфном (воск, стекло, эбонит) состояниях.
Кристаллические тела имеют упорядоченное взаимное расположение образующих их частиц — атомов и молекул, а аморфные — хаотическое их расположение.
Кристаллические вещества обладают характерным свойством переходить из твердого состояния в жидкое при определенной, постоянной для данного вещества, температуре.
Эта температура, называемая температурой плавления, равна температуре отвердевания (каждое расплавленное вещество при охлаждении вновь отвердевает). **Аморфные вещества** не имеют четко выраженной температуры плавления и отвердевания, при нагревании они постепенно размягчаются и переходят в жидкое состояние.
Твердые материалы, используемые в штукатурных и малярных работах, бывают сыпучими и комовыми.
Жидкость — агрегатное состояние вещества, сочетающее в себе черты твердого состояния (сохранение объема, определенная прочность на разрыв) и газообразного (изменчивость формы).
В процессе работы штукатуры и маляры имеют дело не только с твердыми и жидкими веществами, но и с так называемыми коллоидно-дисперсными системами и растворами, различными смесями, составами.
Дисперсные системы — образования из двух или большего числа фаз (тел) с сильно развитой

поверхностью раздела между ними.
В дисперсных системах одна из фаз — дисперсная фаза — распределена в виде мелких частиц (кристалликов, капель, пузырьков) в другой фазе — дисперсионной среде — газе, жидкости или твердом теле.
Дисперсность — характеристика размеров твердых частиц и капель жидкости (чем мельче частицы, тем больше дисперсность).
На практике в качестве дисперсных систем, размер частиц которых более 0,1 мкм, используют суспензии, эмульсии, коллоиды.
Грубодисперсные системы (суспензии, эмульсии, порошки, пена) неустойчивы; чрезмерное измельчение порошков ведет к их слипанию (коагуляции).
Суспензия—система, в которой частицы твердой дисперсной фазы взвешены в жидкой дисперсионной среде.
К таким системам относятся готовые к применению краски, являющиеся суспензиями пигментов и наполнителей в связующих веществах и растворителях, шпатлевки, подмазочные пасты.

2. Физические свойства материалов: виды плотности, пустотность, пористость, удельная поверхность. Расчет и способы измерения.

Под истинной плотностью (кг/м^3) понимают массу единицы объема абсолютно плотного материала.

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

Сыпучие материалы (песок, щебень, цемент и др.) характеризуются насыпной плотностью — отношением массы зернистых и порошкообразных материалов ко всему занимаемому ими объему, включая и пространство между частицами. От плотности материала в значительной мере зависят его технические свойства, например прочность, теплопроводность. Этими данными пользуются при определении толщины ограждающих конструкций отапливаемых зданий, размера строительных конструкций, расчетах транспортных средств, подъемно-транспортного оборудования и др. Значения средней плотности строительных материалов находятся в широких пределах.

Плотность зависит от пористости и влажности материала. С увеличением влажности плотность материала увеличивается. Показатель плотности является характерным и для оценки экономичности.

Пористостью (%) материала называют степень заполнения его объема порами. Поры — это мелкие ячейки в материале, заполненные воздухом или водой. Поры бывают открытые и закрытые, мелкие и крупные. Мелкие поры, заполненные воздухом, придают строительным материалам теплоизоляционные свойства. По величине пористости можно приближенно судить о других важных свойствах материала: плотности, прочности, водопоглощении, долговечности и др. Для конструкций, от которых требуется высокая прочность или водонепроницаемость, применяют плотные материалы, а для стен зданий — материалы со значительной пористостью, обладающие хорошими теплоизоляционными свойствами.
Открытые поры сообщаются с окружающей средой и могут сообщаться между собой, они заполняются водой при погружении в ванну с водой. В материале обычно имеются открытые и закрытые поры. В звукопоглощающих материалах специально создаются открытая пористость и перфорация для большего поглощения звуковой энергии.

Закрытая пористость по размерам и распределению пор характеризуется: а) интегральной кривой распределения объема пор по их радиусам в единице объема и б) дифференциальной кривой распределения объема пор по их радиусам.

Пористость, полученная с помощью ртутного поромера, позволяет определить размер и объем пор каждой величины и оценить форму их. Ртуть не смачивает поры большинства строительных материалов и проникает в них при повышенном давлении. при нулевом давлении несмачивающая жидкость не будет проникать в поры.

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

Под **пористостью** горных пород понимается наличие в ней пор, каверн, трещин и других полостей, содержащих нефть, газ и воду. Различают полную и открытую пористость. Полная пористость определяется объёмом всех пор в породе, открытая — сообщающихся между собой. В нефтепромысловой практике в основном используется открытая пористость, так как она способствует извлечению нефти из недр. Она определяется как отношение объёма открытых (сообщающихся) пор к объёму образца породы

Удельная поверхность - усредненная характеристика размеров внутренних полостей (каналов, пор) пористого тела или частиц раздробленной фазы дисперсной систем ы.Удельную поверхность выражают отношением обшей поверхности пористого или диспергированного вданной среде тела к его объему или массе. Удельная поверхность пропорциональна д4исперсности и лиобратно пропорционально размеру частиц дисперсной фазы. От величины удельной поверхности зав исятпоглотительная способность адсорбентов, эффективность твердых катализаторов, свойства фильтру ющихматериалов.

3. Физические свойства материалов: водопроницаемость (обе формулировки), гигроскопичность, водопоглащение, влагоотдача.

Водонепроницаемость - это способность материалов не впитывать и не пропускать через себя воду до тех пор, пока гидростатическое давление не достигнет определенной величины.

Водонепроница́емость —характеристика материала, измеряемая в СИ в метрах или паскалях и показывающая, при достижении каких значений гидростатического давления этот материал теряет способность не впитывать и не пропускать через себя воду.

Пример бетон

Водонепроницаемость — способность бетона не пропускать воду под давлением, при этом давление повышают ступенями до достижения определенной величины.

Бетон является самым распространённым строительным материалом. Большинство сооружений, предполагающих контакт с водой, выполняют именно из бетона. Одно из важных свойств бетона является его водонепроницаемость.

Методы определения водонепроницаемости (ГОСТ 12730.5-84):

- определение водонепроницаемости по "мокрому пятну" (основан на измерении максимального давления при котором через образец не просачивается вода);
- определение водонепроницаемости по коэффициенту фильтрации (основан на определении коэффициента фильтрации при постоянном давлении по измеренному количеству фильтрата и времени фильтрации);
- ускоренный метод определения коэффициента фильтрации (фильтратометром);
- ускоренный метод определения водонепроницаемости бетона по его воздухопроницаемости.

В связи с тем, что обычные методы испытания занимают достаточно много времени (испытание бетона марки W8 "по мокрому пятну" длится около недели), на практике применяют ускоренные методы определения водонепроницаемости.

Марка бетона по водонепроницаемости

Для бетонов конструкций, к которым предъявляются требования ограничения проницаемости, устанавливают следующие марки по водонепроницаемости: **W2, W4, W6, W8, W10, W12, W14, W16, W18, W20** (ГОСТ 26633).

Марка бетона по водонепроницаемости **W** соответствует максимальному значению давления воды (МПа · 10^{-1}), выдерживаемому бетонным образцом-цилиндром высотой 150 мм в условиях стандартного испытания (например, бетон марки W4 при стандартном испытании не должен пропускать воду при давлении 0,4 МПа=4 атм).

Гигроскопи́чность - способность некоторых веществ поглощать водяные пары из воздуха.

Пример гигроскопического вещества биодизель, он поглощает воду приблизительно 1200 частей на миллион (PPM). Примерами также являются: мёд, этанол, метанол, глицерин, концентрированная серная кислота, концентрированный раствор гидроксида натрия, безводный хлорид кальция. Причём последнийнастолько гигроскопичен, что в конце концов распадается в воде, которую поглощает из - за присутствия водяных паров в атмосфере, гигроскопические материалы должны храниться в запечатанных контейнерах. Для хранения гигроскопичных веществ в лаборатории можно использовать эксикатор.

Водопоглоще́ние — способность материала или изделия впитывать и удерживать в порах и капиллярах воду.

Массовое водопоглощение численно выражается в процентах как отношение массы воды, поглощенной образцом при полном насыщении, к массе сухого образца.

Объемное водопоглощение выражается в процентах как отношение объема поглощенной образцом воды к его объему в водонасыщенном стоянии.

Как правило, водопоглощение ухудшает свойства материала, увеличивает теплопроводность и среднюю плотность, уменьшает прочность. Как исключение: прочность хлопчатобумажной ткани после увлажнения увеличивается.

Понятие водопоглощение широко используется при анализе качества строительных материалов, в частности, бетонов и утеплителей.

Влагоотдача — это способность материала терять находящуюся в его порах воду. Величину влагоотдачи определяют, измеряя (в процентах) количество воды, испарившейся из образца в течение суток при температуре воздуха 20 °C и его относительной влажности 60%. Вес испарившейся воды равен разнице между весом образца до начала опыта и весом образца после окончания опыта.

Например, древесина, у которой внутри длинные узкие каналы, очень гигроскопична, а бетон и отвердевшие цементные растворы, у которых замкнутые поры, малогигроскопичны.

4. Физические свойства материалов: воздухостойкость, морозостойкость, теплопроводность, термическое сопротивление, теплоемкость.

Воздухостойкость способность материала длительновыдерживать многократное систематическое увлажнение и высушивание без значительных деформаций ипотери механической прочности. Испытанию на воздухостойость должны подвергаться материалы,применяемые для цокольной части зданий, для устройства кровель, бетонов переменного уровнягидротехнических сооружений и др.

Морозостойкость — способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без видимых признаков разрушения и без значительного понижения прочности. Основная причина разрушения материала под действием низких температур — расширение воды, заполняющей поры материала, при замерзании. Морозостойкость

зависит главным образом от структуры материала: чем выше относительный объём пор, доступных для проникновения воды, тем ниже морозостойкость.

Теплопрово́дность — способность материальных тел к переносу энергии (теплообмену) от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела, осуществляемому хаотически движущимися частицами тела (атомами, молекулами, электронами и т. п.). Такой теплообмен может происходить в любых телах с неоднородным распределением температур, но механизм переноса теплоты будет зависеть от агрегатного состояния вещества.

Термическое сопротивление — тепловое сопротивление, способность тела (его поверхности или какого-либо слоя) препятствовать распространению теплового движения молекул.

Теплоёмкость тела - физическая величина, определяемая отношением бесконечно малого количества теплоты, полученного телом, к соответствующему приращению его температуры (способность тела сохранять теплоту).

4. Физические свойства материалов: воздухостойкость, морозостойкость, теплопроводность, термическое сопротивление, теплоемкость.

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

Многократное гигроскопическое увлажнение и высушивание вызывает в материале знакопеременные напряжения и со временем приводит к потере им несущей способности.

Морозостойкость — свойство материала, насыщенного водой, выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без значительных признаков разрушения и снижения прочности.

От морозостойкости в основном зависит долговечность материалов, применяемых в наружных зонах конструкций различных зданий и сооружений. Разрушение материала при таких циклических воздействиях связано с появлением в нем напряжений, вызванных как односторонним давлением растущих кристаллов льда в порах материала, так и всесторонним гидростатическим давлением воды, вызванным увеличением объема при образовании льда примерно на 9% (плотность воды равна 1, а льда — 0,917). При этом давление на стенки пор может достигать при некоторых условиях сотен МПа.

Очевидно, что при полном заполнении всех пор и капилляров пористого материала водой разрушение может наступить даже при однократном замораживании. Однако у многих пористых материалов вода не может заполнить весь объем доступных пор, поэтому образующийся при замерзании воды лед имеет свободное пространство для расширения. При насыщении пористого материала в воде в основном заполняются водой макрокапилляры, микрокапилляры при этом заполняются водой частично и служат резервными порами, куда отжимается вода в процессе замораживания.

При работе пористого материала в атмосферных условиях (наземные конструкции) водой заполняются в основном микрокапилляры за счет сорбции водяных паров из окружающего воздуха; крупные же поры и макрокапилляры являются резервными. Следовательно, морозостойкость пористых материалов определяется величиной и характером пористости, и условиями эксплуатации изготовленных из них конструкций. Она тем выше, чем меньше водопоглощение и больше прочность материала при растяжении. Учитывая неоднородность строения материала и неравномерность распределения в нем воды, удовлетворительную морозостойкость можно ожидать у пористых материалов, имеющих объемное водопоглощение не более 80 % объема пор. Разрушение материала наступает только после многократного попеременного замораживания и оттаивания.

Морозостойкость характеризуется числом циклов попеременного замораживания при —15, —17 °С и оттаивания в воде при температуре около 20 °С. Выбор температуры замораживания не выше —15, —17 СС вызван тем, что при более высокой температуре вода, находящаяся в мелких порах и капиллярах, не может вся замерзнуть. Число циклов (марка), которые должен выдерживать материал, зависит от условий его будущей службы в сооружении, климатических условий и указывается в СНиПах и ГОСТах на материалы.

Марка по морозостойкости (F10, F15, F25, F35, F50, F75, F100, F150, F200, F300 для каменных материалов) характеризуется числом циклов замораживания и оттаивания, которое выдержал материал, при допустимом снижении прочности или уменьшении массы образцов.

Материал считают выдержавшим испытание, если после заданного количества циклов замораживания и оттаивания потеря массы образцов в результате выкрашивания и расслаивания не превышает 5%, а прочность снижается не более чем на 15 % (для некоторых материалов на 25 %). Для определения морозостойкости иногда используют ускоренный метод, например с помощью сернокислого натрия. Кристаллизация этой соли из насыщенных паров при ее высыхании в порах образцов воспроизводит механическое действие замерзающей воды, но в более сильной степени, так как образующиеся кристаллы крупнее (значительное увеличение объема). Один цикл таких испытаний приравнивается 5…10 и даже 20 циклам прямых испытаний замораживанием. С некоторым приближением о морозостойкости можно косвенно судить по величине коэффициента размягчения. Большое понижение прочности вследствие размягчения материала (больше 10 %) указывает, что в материале есть глинистые или другие размокающие частицы, что отрицательно сказывается и на морозостойкости материала.

Теплопроводность — свойство стройматериала передавать теплоту через толщу от одной поверхности к другой.

Теплопроводность К [Вт/(м°С)] характеризуется количеством теплоты (Дж), проходящей через материал толщиной 1 м, площадью 1 м2 в течение 1 с, при разности температур на противоположных поверхностях материала 1 °С.*

Это свойство имеет важное значение для строительных материалов, применяемых при устройстве ограждающих конструкций (стен, покрытий и перекрытий), и материалов, предназначенных для тепловой изоляции. Теплопроводность материала зависит от его строения, химического состава, пористости и характера пор, а также влажности и температуры, при которой происходит передача теплоты.

*Теплопроводность характеризуют коэффициентом теплопроводности, указывающим, какое количество теплоты в Дж способен пропустить материал через 1 м^2 поверхности при толщине материала 1 м и разности температур на противоположных поверхностях 1 °С в течение 1 ч. Коэффициент теплопроводности, Вт/(м *°С), равен: для воздуха — 0,023; для воды — 0,59; для льда — 2,3; для керамического кирпича — 0,82. Воздушные поры в материале резко снижают его теплопроводность, а увлажнение водой сильно повышает ее, так как коэффициент теплопроводности воды в 25 раз выше, чем у воздуха.*

С ростом температуры теплопроводность большинства строительных материалов увеличивается, что объясняется повышением кинетической энергии молекул, слагающих вещество материала, и определяется по формуле

где и — теплопроводность соответственно при температурах t и 0 °С; — температурный коэффициент, показывающий величину приращения коэффициента теплопроводности материала при повышении температуры на 1 °С; t — температура материала, °С.

Термическое сопротивление - способность тела (его поверхности или какого-либо слоя) препятствовать распространению теплового движения молекул. Общеетермическое сопротивление - величина, обратная коэффициенту теплопередачи.

Теплоемкость — свойство материала аккумулировать теплоту при нагревании.

Материалы с, высокой теплоемкостью могут выделять больше теплоты при последующем охлаждении. Поэтому при использовании материалов с повышенной теплоемкостью для стен, пола, перегородок и других частей помещений температура в комнатах может сохраняться устойчивой длительное время. Теплоемкость оценивают коэффициентом теплоемкости (удельной теплоемкостью), т. е. количеством теплоты, необходимой для нагревания 1 кг материала на 1 °С.

Строительные материалы имеют коэффициент теплоемкости меньше, чем у воды, которая обладает наибольшей теплоемкостью [4,2 кДж/(кг°С)]. Например, коэффициент теплоемкости лесных материалов 2,39…2,72 кДж/(кг*°С), природных и искусственных каменных*

материалов — 0,75…0,92 кДж/(кг°С), стали — 0,48 кДж/(кг*°С). Поэтому с увлажнением материалов их теплоемкость возрастает, но вместе с тем возрастает и теплопроводность.*

Коэффициент теплоемкости материалов используют при расчетах теплоустойчивости ограждающих конструкций (стен, перекрытий), подогрева материала при зимних работах (бетонных, каменных и т. д.), а также при расчете печей. В некоторых случаях приходится рассчитывать размеры печи, используя удельную объемную теплоемкость, которая представляет собой количество тепла, необходимого для нагревания 1 м^3 материала на 1 °С.

5. Физические свойства материалов: огнестойкость, огнеупорность, термическая стойкость, термическое сопротивление.

Огнестойкость— свойство материала выдерживать без разрушения воздействие высоких температур, пламени и воды в условиях пожара.

Материал в таких условиях либо сгорает, либо растрескивается, сильно деформируется, разрушается от потери прочности. По огнестойкости различают материалы несгораемые, трудносгораемые и сгораемые.

Несгораемые материалы в условиях высоких температур не подвержены воспламенению, тлению или обугливанию — кирпич, бетон и др. Однако некоторые несгораемые материалы — мрамор, стекло, асбестоцемент — при резком нагревании разрушаются, а стальные конструкции сильно деформируются и теряют прочность.

Трудносгораемые материалы под воздействием огня или высокой температуры медленно воспламеняются, но после удаления источника огня их тление или горение прекращается. К таким материалам относятся фибролит, асфальтобетон, пропитанная антипиренами древесина.

Сгораемые материалы под воздействием огня или высокой температуры горят и продолжают гореть после удаления источника огня. Это — древесина, обои, битуминозные кровельные и полимерные материалы и др.

Предел огнестойкости — это промежуток времени (минуты или часы) от начала возгорания до возникновения в конструкции предельного состояния. Предельным состоянием считают потерю несущей способности, т. е. обрушение конструкции; возникновение в ней сквозных трещин, через которые на противоположную поверхность могут проникать продукты горения и пламя; недопустимый нагрев поверхности, противоположной действию огня, который может вызвать самопроизвольное возгорание других частей сооружения.

Огнеупорность — свойство материала выдерживать длительное воздействие высокой температуры (от 1580 °С и выше), не деформируясь и не размягчаясь.

Огнеупорные материалы (динас, шамот, хромомагнезит, корунд), применяемые для внутренней футеровки промышленных печей, не деформируются и не размягчаются при температуре 1580 °С и выше. Тугоплавкие материалы (тугоплавкий печной кирпич) выдерживают без оплавления и деформации температуру 1350...1580 °С, легкоплавкие (кирпич керамический строительный) — до 1350 °С.

Термическая стойкость — способность материала выдерживать чередование (циклы) резких тепловых изменений.

Это свойство в значительной степени зависит от однородности материала и коэффициента теплового расширения составляющих его веществ. Коэффициент линейного температурного расширения характеризует удлинение 1 м материала при нагревании его на 1 °С, коэффициент объемного расширения характеризует увеличение объема 1 м^3 материала при нагревании его на 1 °С.

Чем меньше эти коэффициенты и выше однородность материала, тем выше и его термическая стойкость, т. е. большое количество циклов резких смен температуры он может выдержать. Так, каменные материалы из мономинеральных горных пород (мрамор) более термостойки, чем породы, сложенные из нескольких минералов (например, гранит). При жестком соединении материалов с различными коэффициентами линейного расширения в

конструкциях могут возникнуть большие напряжения и, как результат, — коробление и растрескивание материала. Во избежание этого конструкции большой протяженности разрезают деформационными швами.

Термическое сопротивление - способность тела (его поверхности или какого-либо слоя) препятствовать распространению теплового движения молекул. Общеетермическое сопротивление - величина, обратная коэффициенту теплопередачи

6. Физические свойства материалов: химическая стойкость, долговечность, старение.

Химическая стойкость — свойство материалов противостоять разрушающему действию химических реагентов — кислот, щелочей, растворенных в воде солей и газов. Она зависит от состава и структуры материалов. Так, мрамор, известняки, цементный камень в строительных растворах и бетонах, в химическом составе которых преобладает оксид кальция, легко разрушаются кислотами, но стойки к действию щелочей. Силикатные материалы, содержащие в основном диоксид кремния, стойки к действию кислот, но взаимодействуют при повышенной и нормальной температуре со щелочами.

Долговечность является весьма важным свойством строительных материалов. Под долговечностью понимают способность материалов сопротивляться всей сумме атмосферных воздействий в эксплуатационных условиях (изменение температур, влажности, влияние кислорода и других газов, находящихся в воздухе).

Процесс естественного изменения свойств материалов под действием атмосферных факторов называется **старением материалов**. Например, керамические материалы и естественные каменные материалы относятся к долговечным материалам, а древесина — в условиях повышенной влажности — к быстро стареющим.

7. Механические свойства: прочность, предел прочности, твердость. Способы измерения и расчеты.

Прочность - способность материала сопротивляться разрушению, а также необратимому изменению формы (пластической деформации) при действии внешних нагрузок.

Мерой прочности материала является предел прочности — наибольшее напряжение, соответствующее нарастающей нагрузке, при которой образец материала разрушается.

Пределом прочности называют напряжение, соответствующее нагрузке, вызывающей разрушение образца материала.

В зависимости от характера приложения нагрузки P и вида возникающих напряжений различают прочность на сжатие, растяжение, изгиб, скалывание (срез).

Физическая величина, которая характеризует интенсивность внутренних сил, приходящихся на единицу площади сечения, называется механическим напряжением.

Для экспериментального определения предела прочности материала используют образцы правильной геометрической формы — кубы, призмы, цилиндры, стержни, полоски. Размеры образцов, процедура испытания, вид и скорость нагружения, правила обработки результатов выдерживаются в строгом соответствии с требованиями стандарта. Чаще всего материалы испытывают сжимающей или растягивающей нагрузкой P.

Предел прочности при сжатии или растяжении R, Па, рассчитывают по формуле

$R=F_{разр}/A$

Где $F_{разр}$— разрушающая нагрузка, Н; А – площадь первоначального сечения образца в плоскости, перпендикулярной действию нагрузки, $м^2$.

Предел прочности при изгибе образца прямоугольного сечения и при одной сосредоточенной нагрузке в середине пролета определяют по выражению

$R_{изг}=3Fl/(2bh^2)$

где F— разрушающая нагрузка, Н; l— расстояние между опорами, м; b,h— ширина и высота поперечного сечения образца, м.

Различные материалы характеризуются разным пределом прочности при сжатии: от 0,05 (пенополистирол) до 1000 МПа и более (высокопрочная сталь). Часто одни и те же материалы имеют неодинаковый предел прочности, и в зависимости от этого их подразделяют на марки и сорта. Так, марки строительного раствора соответствуют пределу прочности (кгс/см) от 4 до 200, обычного бетона — от 100 до 600, керамического кирпича — от 75 до300.

Прочность материала зависит от его структуры, пористости, влажности, дефектов строения, температуры, состояния поверхности и других факторов.

Кроме прочности технической или реальной, определяемой с помощью условных приборов, существует прочность, рассчитываемая вычислением и поэтому называемая теоретической.

Следует отметить, что прочность в большей степени, чем другие свойства материала, проявляет чувствительность к явлениям и процессам формирования и изменения структуры, особенно кристаллической. Прочность материала является структурно-чувствительным свойством, поэтому ее можно изменять в необходимом направлении путем соответствующих корректив структуры на микро- или макроуровне; уменьшения дефектов; введения добавок, например кристаллических затравок; повышения дисперсности новообразований; оптимизации структуры, изменения пористости и размера пор и др.

Твердость - свойство материала сопротивляться проникновению в него более твердого тела.

Твердость ряда строительных материалов (бетона, древесины, металлов, строительного раствора) определяют специальным прибором, вдавливая в них закалённый стальной шарик, алмазный конус или пирамиду. В результате испытания вычисляют число твердости. Оно равно отношению силы вдавливания к площади поверхности отпечатка. Твердость минералов и однородных горных пород оценивают по шкале Мооса, содержащей десять минералов, расположенных по возрастающей твердости, начиная от талька (твердость 1) и кончая алмазом (твердость 10). Твердость исследуемого материала определяют, последовательно царапая его входящими в шкалу твердости минералами.

7. Механические свойства: прочность, предел прочности, твердость. Способы измерения и расчеты.

Ответ: *Прочность*- характеризует способность материала в определенных условиях и пределах, не разрушаясь, сопротивляться внутренним напряжениям и деформациям, возникающим под влиянием механических, тепловых и других напряжений.

Предел прочности — механическое напряжение {\displaystyle \sigma _{B}}, выше которого происходит разрушение материала. Иначе говоря, это пороговая величина, превышая которую механическое напряжение разрушит некое тело из конкретного материала. Следует различать статический и динамический пределы прочности. Также различают пределы прочности на сжатие и растяжение.

Твердость- выражает способность материала сопротивляться проникновению в него более твердых тел, например при испытании на склерометрах путем вдавливания стального шарика или стального конуса, царапании резцом, сверлении, ударе молотком, пулевом вы стреле и пр.

Инвариантный метод определения прочности. К этому методу относятся предельное напряжение сдвига *($P_к$),* структурная вязкость и другие, определяемые с помощью построения реологических кривых по данным измерений на вискозиметрах, пластометрах и других приборах. Принцип действия таких приборов основан на истечении массы через капилляр заданного диаметра или на погружении в вещество металлического конуса, шара или других тел. При испытаниях осуществляется чистый и однородный сдвиг частиц вещества относительно друг друга в плоскостных или цилиндрических (коаксиальных) приборах (вискозиметрах) и достаточно четко

устанавливается, что прочностные характеристики существенно зависят от продолжительности действия механического усилия, являются типичными кинетическими величинами.

Реальный метод определения прочности хрупких твердых тел исследовал Гриффите. Им предложена формула для расчета этой прочности материала, имеющего микротрещину:

где *g* и E — соответственно свободная поверхностная энергия образца и модуль упругости материала,*l*— длина поперечной микротрещины в образце, составляющая обычно к моменту разрушения образца несколько микрон или более; β — числовой коэффициент, зависящий от вязкости и характера материала: наличия кристаллической и аморфной фаз, их количественного соотношения, дефектов в кристаллической решетке (вакансий, дислокации), микропор в аморфной части структуры.

Простейший *метод оценки теоретической* прочности твердых тел был, в свое время, предложен Поляки. Так, если для разрыва стержня сечением 1 м^{2}потребовалось приложить напряжение сто, а атомные плоскости при этом удалились друг от друга на величину*a,* адекватную порядку параметра кристаллической решетки, то работа выразилась как$\sigma_0 \cdot a$. При разрыве образовались две новых поверхности площадью 2 м^2, а затраченная работа перешла в свободную поверхностную энергию. Последнюю можно обозначить какgи выразить в Дж/м^2. Следовательно,$\sigma_0 \cdot a = 2\%$. Отсюда искомая теоретическая прочность$\sigma_0 = 2g/a$.

8. Механические свойства: истираемость, износ, сопротивление удару, деформация, упругость, пластичность.

Об *износостойкости* материала судят по испытанию пробы определенной массы во вращающемся барабане с металлическими шарами или без шаров, в течение определенного периода времени или определенной частоты вращения. Чем больше измельчается проба, тем, следовательно, и больше ее износ (в %).

Деформационные свойства характеризуют способность материала к изменению формы или размеров без отклонений в величине его массы. Главнейшие виды деформаций — растяжение, сжатие, сдвиг, кручение и изгиб

Упругость - свойство материала восстанавливать свою первоначальную форму после снятия внешних нагрузок.

Пластичность – свойство материала сохранять деформированное состояние после снятия нагрузки, т.е. получать остаточные деформации без разрушения.

Истираемость — способность материала изменяться в объёме и массе под действием истирающих усилий. Истираемость зависит от твердости материала: чем выше твердость, тем меньше истираемость.

Износ — изменение размеров, формы, массы или состояния поверхности изделия или инструмента вследствие разрушения (*изнашивания*) поверхностного слоя изделия при трении.

Сопротивление удару — свойство материала сопротивляться разрушению под действием ударных нагрузок.

9. Понятие горной породы и минерала. Классификация горных пород.

Минералы - природные химические соединения или самородные элементы, которые являются продуктами физико-химических процессов, протекающих в земной коре или на ее поверхности.

Главными или породообразующими называют минералы, которые широко распространены в земной коре и являются обязательной составной частью горных пород. Содержание каждого из них должно составлять более 5% от общего объёма породы. *Второстепенные (акцессорные)* минералы встречаются в породах в небольших количествах.

Основная масса минералов находится *в твердом состоянии* (кальцит CaCO3), также они могут быть жидкими (вода H2O) и газообразными (углекислый газ CO2).
Горные породы - природные минеральные агрегаты, возникшие в глубине земной коры или на ее поверхности в результате различных геологических процессов.
По происхождению (генезису) различают породы магматические, осадочные и метаморфические.

Минеральный состав горных пород определяется содержанием главных породообразующих минералов. *Полиминеральные горные* породы состоят из нескольких минералов, например: гранит - из кварца, ортоклаза, роговой обманки, биотита. *Мономинеральные породы* - из одного минерала, например: мрамор - из кальцита. *Структура породы* определяется состоянием минерального вещества (кристаллическое, аморфное, обломочное), размером и формой ее минеральных зерен или обломков. *Текстура породы* обусловлена расположением в пространстве минералов, кристаллических зерен или обломков.
Магматические породы образуются в результате кристаллизации магмы при её остывании в недрах земной коры или на ее поверхности.
Интрузивные породы формируются внутри земной коры в условиях высокого давления и медленного равномерного остывания магмы.
Эффузивные породы образуются при излиянии магмы (лавы) на поверхность Земли при низких давлениях и температурах.
Метаморфические горные породы образуются в результате преобразования ранее существовавших осадочных и магматических горных пород под воздействием высоких температур и давлений.
Классификация осадочных пород по условиям образования: - обломочные; - химические (хемогенные); - органогенные; - вулканогенные (пирокластические).

10. Породообразующие минералы.

Главными или породообразующими называют минералы, которые широко распространены в земной коре и являются обязательной составной частью горных пород. Содержание каждого из них должно составлять более 5% от общего объёма породы.

Наибольшее значение имеют силикаты (75 % массы земной коры). Для каждой группы пород — магматических, метаморфических и осадочных — характерны свои ассоциации породообразующих минералов

- для магматических пород характерны: кварц, полевые шпаты, слюды и др.

- для осадочных пород характерны: кальцит, доломит, глинистые минералы и др.

- для метаморфических пород характерны: кварц, полевые шпаты, хлориты, пироксены, амфиболы, гранат, слюды и др.

Среди породообразующих выделяются первичные и вторичные. Первичные возникли при формировании пород, вторичные — позднее как продукты видоизменения первичных минералов.

11. Изверженные горные породы, их свойства.

Магматические породы состоят из 600 различных видов и разновидностей. Они образуются в результате застывания расплавленной магмы. Магма возникает в недрах земли и представляет сложный силикатный расплав, насыщенный различными газообразными веществами и парами воды.

Расплавленная магма, прорываясь по трещинам земной коры, в одних случаях застывает в ее недрах, что приводит к образованию глубинных пород (рисунок 2), в других случаях она достигает поверхности земли, разливаясь потоками лавы и дает начало излившимся (эффузивным) породам, которые являются аналогами глубинных (интрузивных).

Глубинные породы образуются в недрах земли. Условия остывания магмы в глубине и на поверхности земли резко различны. Глубинные магматические породы образуются в условиях высокого давления, медленного и равномерного остывания. В этом случае происходит полная раскристаллизация магмы и образуются плотные, массивные, полнокристаллические породы типа гранита, габбро, которые залегают крупными массивами. Образовавшиеся таким образом глубинные породы будут полностью закристаллизованы.

Излившиеся магматические породы формируются в виде лавовых потоков на поверхности земли. Это происходит при низком давлении и температуре, при быстрой отдаче тепла и газовых компонентов. При таких условиях кристаллизации возникают породы с обилием аморфного стекла, часто с большой пористостью. Например, базальт, пемза. Излившиеся породы, образовавшиеся в палеозойскую эру и раньше, называют древними, а в более позднее время — молодыми.

Классификация магматических пород, кроме деления их на глубинные и излившиеся, основана на содержании в них кремнезема, т. е. двуокиси кремния — Si02.

Разделение магматических. пород по содержанию Si02 имеет практическое значение: с уменьшением содержания Si02 в глубинных породах возрастает удельный вес, понижается температура плавления, породы лучше поддаются полировке, окраска изменяется от светлой до темной. Изменяется также и минеральный состав в сторону уменьшения количества кварца и увеличения пироксенов, окраска изменяется от светлой до темной.

В состав магматических пород входит большое число минералов. Основное место занимают полевые шпаты, амфиболы, пироксены, кварц и слюды. Это первичные минералы, образовавшиеся в процессе кристаллизации магмы. Кроме того, в магматических породах, особенно в наиболее древних, могут присутствовать вторичные минералы (карбонаты, глинистые минералы), которые возникли из первичных минералов в процессе выветривания. Их количество может служить показателем степени выветрелости пород. Выветрелость может быть очень значительной, например, вплоть до превращения гранита в «гнилой камень».

Строительные свойства невыветрелых магматических пород высокие. Это объясняется минеральным составом и жесткими кристаллизационными связями в структурах. Наибольшей прочностью отличаются мелкозернистые и равномерно зернистые структуры.

Магматические горные породы обладают высокой прочностью, от 120 до 500 МПа, а от зданий и сооружений передается нагрузка в пределах 0,2 МПа. Поэтому с точки зрения прочностных свойств магматические породы являются надежным основанием. Однако при оценке их строительных свойств необходимо учитывать следующие особенности. Это особенности характера залегания магматических горных пород. При недостаточном изучении мощности и распространения магматических горных пород, в качестве основания в действительности могут оказаться осадочные горные породы, например, в зоне покрова или в зоне жильных пород. В магматических породах могут быть каверны (пустоты), за

счет растворения и вымывания известковых пород, которые заключены в оболочке из магматических горных пород. Тогда здание окажется над пустотами. Кроме того, магматические горные породы могут быть пересечены системой трещин, которые нарушают их монолитность, снижая сопротивление пород сжатию и особенно сдвигу и обусловливая подвижку массивов и отдельных блоков. По трещинам может циркулировать вода, оказывая влияние на выщелачивание пород, за счет чего физико-механические свойства дополнительно ухудшаются.

Менее прочны крупнозернистые, порфировые и стекловатые породы. При оценке качества магматических пород следует отдавать предпочтение массивной текстуре. Полосчатое сложение облегчает разработку, но в целом снижает качество пород. Отдельность магматических пород имеет большое значение при разработке (от этого зависит выбор способов производства взрывных работ), в какой-то мере облегчает добычу, раскалывание и обработку пород. В то же время трещиноватость сокращает вид и количество получаемой каменной продукции.

Магматические породы являются наиболее надежным основанием сооружений. На оценку их надежности влияют степень выветрелости, наличие трещиноватости, форма залегания, структурнотекстурные особенности и другие характеристики.

В России магматические породы широко распространены в горных районах (Урал, Кавказ, Памир и др.), а также на Карелии, в Сибири и др.

13. Метаморфические горные породы. Их свойства

Метаморфические горные породы — горные породы, образованные в толще земной коры в результате метаморфизма, то есть изменения осадочных и магматических горных пород вследствие изменения физико-химических условий. Благодаря движениям земной коры, осадочные горные породы и магматические горные породы подвергаются воздействию высокой температуры, большого давления и различных газовых и водных растворов, при этом они начинают изменяться.

Химический состав метаморфических горных пород разнообразен и зависит в первую очередь от состава исходных. Однако состав может отличаться от состава исходных пород, так как в процессе метаморфизма происходят изменения под влиянием привносимых водными растворами веществ и метасоматических процессов.

Минеральный состав метаморфических пород также разнообразен, они могут состоять из одного минерала, например кварца (кварцит) или кальцита (мрамор), или из многих сложных силикатов. Главные породообразующие минералы представлены кварцем, полевыми шпатами, слюдами, пироксенами и амфиболами. Наряду с ними присутствуют типично метаморфические минералы: гранаты, андалузит, дистен, силлиманит, кордиерит, скаполит и некоторые другие. Характерны, особенно для слабометаморфизованных пород тальк, хлориты, актинолит, эпидот, цоизит, карбонаты.

Физико — химические условия образования метаморфических пород, определённые методами геобаротермометрии весьма высокие. Они колеблются от 100—300 °C до 1000—1500 °C и от первых десятков баров до 20—30 кбаров

14. Классификация каменных материалов

По **виду и степени обработки** различают *грубообработанные* материалы (бутовый камень, щебень, гравий, песок) и *профилированные* изделия (изделия и профилированные детали из природного камня; штучный камень и блоки правильной формы; плиты для наружной и внутренней облицовки зданий, полов; изделия для дорожного строительства и т.п.).

По **способу изготовления** природные каменные материалы и изделия можно разделить: на *пиленые*, полученные абразивной обработкой (стеновые камни и блоки, облицовочные плиты и плиты для пола), и колотые, полученные ударной обработкой (бортовые камни, камни тесаные, брусчатка, шашка для мощения и др.).

Виды и способы обработки горных пород

В зависимости от способа обработки горных пород различают следующие виды каменных материалов и изделий: добываемые выпиливанием из массива или путем выкалывания плиты и блоки для каменной кладки, облицовочные плиты, профильные детали и др. Некоторые материалы подвергаются обработке скалывающими инструментами, например бортовый камень, другие — грубоколотые, направляются непосредственно на строительные объекты без последующей механической обработки (брусчатка). Крупный рваный камень (бут) получают после взрывания пород в карьере или при шпуровой разделке крупных блоков; при последующем дроблении из него получают щебень, каменную крошку, песок, а при помоле — минеральный порошок. Из природных сортированных залежей добывается окатанный обломочный материал в виде валунов, булыжника, гальки, гравия. Из природного камня без изменения его состава получают также плавленые материалы (каменное литье)

15. Каменные изделия для фундаментов и облицовочные. Виды, свойства

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

Бутовый камень представляет собой штучный камень размером 150-500 мм и массой 20-40 кг. По форме его подразделяют на рваный, постелистый и плитняковый.

Камни стеновые из горных пород - материал в виде прямоугольного параллелепипеда размером 390х190х188, 490х240х188 и 390х190х288 мм. Изготавливают их из горных пород со средней плотностью до 2200 кг/м^3 в основном из известняков и туфов. Применяют для кладки стен, перегородок и других частей зданий и сооружений
Крупные стеновые блоки изготавливают выпиливанием из горных пород средней плотностью до 2200 кг/м^3. Это вулканические туфы, известняк, доломиты. Применяют их для кладки наружных стен. **Архитектурно-строительные изделия из природного камня** получают из блоков или непосредственным выпиливанием из горных пород. Предназначены для наружной и внутренней облицовки зданий и сооружений, устройства парапетов, ограждений лестниц. Изготавливают их из гранита, мрамора, плотного известняка, доломита, песчаника и других горных пород.

Лицевая поверхность стеновых камней и крупных стеновых блоков должна отвечать требованиям декоративности. Известняки и туфы, применяемые для изготовления стеновых камней, должны иметь плотность 900...2200 кг/м^3, предел прочности при сжатии 0,4...50 МПа, морозостойкость не ниже F15, коэффициент размягчения 0,6...0,7. Размеры стеновых камней 390Х190Х188 и 490Х240Х188 мм

16. Классификация каменных материалов. Виды и способы обработки годных пород.

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

Яшмы цветные и пестроцветные, зеленого и красного цветов, обладающие высокой твердостью и прочностью, представляют большой интерес. Встречается яшма на Урале, в Караганде, Крыму, Закарпатье и других местах.

Родонит (орлец) представляет собой мелкозернистую породу, обладающую широким диапазоном красных расцветок древовидного рисунка от бледно-розового до интенсивно красного. Орлец является полупрозрачным материалом. Благодаря значительным запасам этого камня в нашей стране его широко использовали при отделке станции «Маяковская» Московского метрополитена им. В. И. Ленина и других зданий.

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

Лазурит от бледно-голубого до ярко-синего цвета с вкраплениями золотистого обладает сравнительно небольшой твердостью. Янтарь желтый прозрачный имеет большую твердость. Известны случаи применения янтаря для отделки внутренних помещений дворцов.

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

Поделочные камни применяют не только для отделки интерьеров общественных зданий, но и в различных областях техники. Материалы и изделия для дорожного строительства - бортовые камни, брусчатку, колотый или булыжный камень, щебень, песок и минеральный порошок - получают из изверженных и осадочных горных пород.

19. Классификация керамических материалов

Керамическими называются искусственные каменные материалы и изделия, получаемые из глин и их смесей с минеральными добавками путем их формования, сушки, обжига.

В понятие керамические материалы и изделия входит широкий круг материалов с различными свойствами.

Их классифицируют по ряду признаков:

- по назначению керамические изделия подразделяют на следующие виды: стеновые (кирпич, керамические камни и панели из них), фасадные (лицевой кирпич, различные виды фасадных плиток, архитектурно-художественные детали), изделия для внутренней облицовки зданий (плитки для облицовки стен и для полов), кровельные(черепица), для полов, для перекрытий(пустотелые камни, балки и панели из пустотелых камней), дорожные(дорожный кирпич), санитарно-технические(умывальные столы, унитазы, ванны, канализационные и дренажные трубы), кислотоупорные, теплоизоляционные(ячеистая керамика, перлитокерамика, диатомитовые, легковесные шамотные изделия), огнеупорные и заполнители для бетонов(керамзит, аглопорит);
- по структуре различают керамические изделия с пористым и спекшимся (плотным) черепком. Пористыми считают изделия с водопоглощением по массе более 5%. К ним относятся изделия как грубой (керамические стеновые кирпич и камень, изделия для кровли и перекрытий, дренажные трубы), так и тонкой (облицовочные плитки, фаянсовые) керамики. К плотным относят изделия с водопоглощением по массе менее 5%. К ним принадлежат также изделия и грубой (клинкерный кирпич, крупноразмерные облицовочные плиты), и тонкой (фаянс, полуфарфор, фарфор) керамики;

• по температуре плавления керамические материалы и изделия подразделяются на легкоплавкие (с температурой плавления ниже 1350 °С), тугоплавкие (с температурой плавления 1350 °С-1580 °С), огнеупорные (1580 °С-2000 °С), высшей огнеупорности (более 2000 °С).

20. Сырье для производства керамики. Его свойства

Сырьем для керамических материалов служат различные глины.Глины — это осадочные горные породы, состоящие в основном из глинообразующих минералов и примесей, из одного или нескольких минералов. Глинообразующие минералы являются водными алюмосиликатами.

В зависимости от преобладающего содержания глинистых минералов глины называют каолинитовыми, монтмориллонитовыми, гидрослюдистыми (иллитовыми) и т.п. Глины белого цвета, состоящие преимущественно из каолинита, называют каолинами. Кроме глинообразующих минералов присутствуют примеси: кварцевый песок, карбонатные, железистые, органические, растворимые соли.

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

Свойства глин определяются соотношением, видом и дисперсностью глинистых минералов и примесей. Наиболее важными свойствами глин являются пластичность, воздушная усадка, огнеупорность, спекание и огневая усадка.

Пластичность глин — способность глиняного теста изменять форму без разрыва и нарушения сплошности под действием внешних усилий и сохранять приданную форму после прекращения их действия. 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 %.

21. Общая схема производства керамических материалов. Способы формования изделий: полусухой, пластический, мокрый

Основные этапы производства керамических изделий являются общими и состоят из следующих операций: добыча сырьевых материалов, подготовка массы, формование изделий, их сушка и обжиг.

Добыча глины осуществляется на карьерах открытым способом экскаваторами и транспортируется на предприятие керамических изделий рельсовым, автомобильным или другим видом транспорта.

Подготовка глин и формование изделий. Подготовку глин ведут сочетанием естественной и механической обработки. Естественная обработка - это вылеживание добытой глины в течение 1-2 лет при периодическом увлажнении атмосферными осадками или искусственном замачивании и периодическом замораживании и оттаивании.Механическая обработка глин производится с целью дальнейшего разрушения их природной структуры, удаления или измельчения крупных включений, удаления вредных примесей, измельчения глин и добавок и перемешивания всех компонентов до получения однородной и удобоформуемой массы с использованием специализированных машин.

При пластическом способе подготовки массы и формования исходные материалы при естественной влажности или предварительно высушенные смешивают с добавками воды до получения теста с влажностью от 18 до 28%. Этот способ производства керамических строительных материалов является наиболее распространенным. Он применяется в случаях использования среднепластичных и умеренно-пластичных, рыхлых и влажных глин с умеренным содержанием посторонних включений, хорошо размокающих и превращающихся в однородную массу.Формование при пластическом способе всегда производится на машине одного принципа действия - ленточном шнековом прессе с вакуумированием и подогревом или без них.Вакуумирование и подогрев массы при прессовании позволяет улучшить ее формовочные свойства, увеличить прочность обоженного изделия до 2-х раз. В корпусе пресса вращается шнек-вал с винтовыми лопастями. Глиняная масса перемещается с помощью шнека к сужающейся переходной головке, уплотняется и выдавливается через мундштук в виде непрерывного бруса или ленты, или трубы под давлением 1,6-7 МПа.Производительность современных ленточных прессов по производству кирпича достигает 10000 штук в час.

Полусухой способ производства строительных керамических изделий распространен меньше, чем способ пластического формования. Керамические изделия по этому способу формуют из шихты с влажностью 8-12% при давлениях 15-40 МПа. Недостаток способа в том, что его металлоемкость почти в 3 раза выше, чем пластического. Но вместе с тем он имеет и преимущества. Длительность производственного цикла сокращается почти в 2 раза; изделия имеют более правильную форму и более точные размеры; до 30% сокращается расход топлива; в производстве можно использовать малопластичные тощие глины с большим количеством добавок отходов производства - золы, шлаков и др. Сырьевая масса представляет собой порошок, который должен иметь около 50% частиц менее 1 мм и 50% размером 1-3 мм.Прессование изделий производится в прессформах на одно или несколько отдельных изделий на гидравлических или механических прессах.

Мокрый способ применяется, когда изделия изготавливаются из многокомпонентной массы, состоящей из неоднородных и трудноспекающихся глин и добавок, и когда требуется подготовить массу для изготовления керамических изделий сложной формы методом литья. Отливка изделий производится из массы с содержанием воды до 40%. Этим способом изготовляются санитарно-технические изделия, облицовочные плитки.

Сушка производится преимущественно искусственная в туннельных непрерывного действия или камерных периодического действия сушилах в течение от нескольких до 72-х часов в зависимости от свойств сырья и влажности сырца. Сушка производится при начальной температуре теплоносителя - отходящих газов от обжиговых печей или подогретого воздуха -120-150 °С.

.Обжиг можно разделить на три периода: прогрев сырца, собственно обжиг и регулируемое охлаждение. При нагреве сырца до 120 °С удаляется физически связанная вода и керамическая масса становится непластичной. Но если добавить воду, пластические свойства массы сохраняются. В температурном интервале от 450 °С до 600 °С происходит отделение химически связанной воды, разрушение глинистых минералов и глина переходит в аморфное состояние. При этом и при дальнейшем повышении температуры выгорают органические примеси и добавки, а керамическая масса безвозвратно теряет свои пластические свойства. При 800 °С начинается повышение прочности изделий, благодаря протеканию реакций в твердой фазе на границах поверхностей частиц компонентов.

В процессе нагрева до 1000 °С возможно образование новых кристаллических силикатов, например силлиманита, а при нагреве до 1200 °С и муллита. Одновременно с этим легкоплавкие соединения керамической массы и минералы плавни создают некоторое количество расплава, который обволакивает не расплавившиеся частицы, стягивает их, приводя к уплотнению и усадке массы в целом (огневая усадка). После остывания изделие приобретает камневидное состояние, водостойкость и прочность.

В зависимости от назначения обжиг изделий ведется до различной степени спекания. Спекшимся считается черепок с водопоглощением менее 5%. Большинство строительных изделий обжигается до получения черепка с неполным спеканием в определенном температурном интервале от температуры огнеупорности до начала спекания, называемым интервалом спекания.

Интервал спекания для легкоплавких глин составляет 50-100 °С, а огнеупорных до 400 °С. Чем шире интервал спекания, тем меньше опасность деформаций и растрескивания изделий при обжиге.

Интервал температур обжига лежит в пределах: от 900 °С до 1100 °С для кирпича, камня, керамзита; от 1100 °С до 1300 °С для клинкерного кирпича, плиток для полов, гончарных изделий, фаянса; от 1300 °С до 1450 °С для фарфоровых изделий; от 1300 °С до 1800 °С для огнеупорной керамики.

22. Стеновые керамические материалы, кирпичи и камни специального назначения. Классификация, виды и свойства.

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

Кирпич керамический лекальный применяют для кладки промышленных дымовых труб и футеровки труб в случаях нагрева кирпича дымовыми газами до температуры не более 700°С. Кирпич лекальный выпускают длиной 80...225 мм с радиусом кривизны 850... 1500 мм. По прочностным показателям лекальный кирпич подразделяют на три марки: Ml00, 125 и 150; водопоглощение его не менее 8%, морозостойкость не ниже F 15.

Кирпич для дорожных одежд (клинкер) представляет собой искусственный камень, получаемый из глины путем формования и последующего обжига до полного спекания, но без остекления поверхности. В качестве сырья применяют тугоплавкие глины с большим интервалом температур между началом спекания и началом деформации (примерно 1000°С). Дорожный кирпич выпускают размером 220Х100Х65 мм.

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

Стеновые керамические материалы. Наряду с кирпичом керамическим обыкновенным в группу стеновых керамических материалов входят различные виды более эффективных керамических материалов (кирпич пустотелый, пористо-пустотелый, легкий, пустотелые камни), а также крупноразмерные стеновые кирпичные блоки и панели заводского изготовления.По плотности и теплотехническим свойствам керамические кирпич и камни для стен делят на три группы: обыкновенный, условно-эффективный, эффективный.

Эффективные керамические изделия имеют меньшую среднюю плотность и более низкую теплопроводность, чем сплошной кирпич. Применение эффективных изделий дает возможность снизить толщину и массу ограждающих конструкций, расход керамических материалов и раствора для кладки и снизить стоимость строительства.

Стеновые керамические материалы характеризуются пористостью, которая контролируется водопоглощением (по ГОСТу не менее 6...8 %). Это требование стандарта означает, что керамический материал, имеющий водопоглощение меньше указанной величины, недостаточно порист и отличается повышенной теплопроводностью и будет плохо сцепляться со строительным раствором. Морозостойкость стеновых керамических материалов должна быть не менее 15 циклов, кроме кирпича строительного легкого, который должен выдерживать не менее 10 циклов.

22. Стеновые керамические материалы, кирпичи и камни специального назначения. Классификация, виды и свойства.

Наряду с кирпичом керамическим обыкновенным в группу стеновых керамических материалов входят различные виды более эффективных керамических материалов (**кирпич пустотелый, пористо-**

пустотелый, легкий, пустотелые камни), а также крупноразмерные стеновые кирпичные блоки и панели заводского изготовления.

По плотности и теплотехническим свойствам керамические кирпич и камни для стен делят на три группы.

Эффективные керамические изделия имеют меньшую среднюю плотность и более низкую теплопроводность, чем *сплошной* кирпич. Они обладают достаточной прочностью, а некоторые из них (камни) имеют большие размеры, чем *обыкновенный* кирпич. Применение эффективных изделий дает возможность снизить толщину и массу ограждающих конструкций, расход керамических материалов и раствора для кладки и снизить стоимость строительства. Например, применение высокопустотного керамического камня позволяет сократить толщину наружных стен с 64 до 38 см, т. е. на 40 %.

Но кирпич, в том числе и эффективный, и мелкие камни являются мелкоштучным материалом. Изготовление же из них стеновых панелей и крупных блоков в заводских условиях позволяет получать индустриальные изделия.

Стеновые керамические материалы характеризуются пористостью, которая контролируется водопоглощением (по ГОСТу не менее 6...8 % в зависимости от вида стенового керамического изделия и его марки). Это требование стандарта означает, что керамический материал, имеющий водопоглощение меньше указанной величины, недостаточно порист и отличается повышенной теплопроводностью и будет плохо сцепляться со строительным раствором. Морозостойкость стеновых керамических материалов должна быть не менее 15 циклов, кроме кирпича строительного легкого, который должен выдерживать не менее 10 циклов.

23. Изделия керамические для облицовки фасадов. Виды, свойства.

По назначению *плитки, плиты и фасадные камни* делятся на:

рядовые, с одной лицевой стороной, предназначенные для облицовки гладких частей стен;

угловые, с двумя лицевыми сторонами, расположенными под прямым углом, предназначенные для облицовки наружных углов и откосов, проемов, углов пилястр, а также для перевязки с рядовыми камнями;

перемычечные—для облицовки перемычек над оконными и дверными проемами.

По конструкции и форме тыльной стороны на:

плитки и плнты плоские с рифлением на тыльной стороне;

плитки и плиты с ребрами;

плиты коробчатые (с ребрами в виде коробчатой румпы);

камни и платы Г-образные, Т-образные и т. п.;

плиты опорные для прокладных рядов;

камни фасадные с продольными или поперечными пустотами

По характеру обработки поверхностей на:

терракотовые (без глазури);

майоликовые (глазурованные);

гладкие;

офактуренные;

рельефные.

Так, керамические изделия для облицовки фасадов зданий подвергаются воздействию атмосферных осадков и перепадов температуры. Значит, камни и плиты для внешней облицовки должны обладать высокой морозостойкостью. Другими словами, они должны выдерживать без видимого разрушения многократное замораживание и оттаивание в насыщенном водой состоянии. Другим необходимым качеством керамических изделий для наружной облицовки зданий является водонепроницаемость. Это нужно для того, чтобы не допускать проникания воды к основному материалу стен.

24. Изделия керамические для внутренней облицовки. Виды, свойства.

Изделия керамические для внутренней облицовки подразделяются па: глазурованные плитки для облицовки стен, мозаичные облицовочные плитки, детали встроенные, плитки для полов крупные и мозаичные, печные изразцы.

Технические условия: 1) водопоглощение плиток не должно превышать 16%; 2) плитки должны быть термически стойкими и при испытании на их глазурованной поверхности не должно появляться трещин, отколов глазури, посечек и цека (поверхностных волосяных трещин); 3) нелицевая сторона плиток должна иметь четкую рифленую поверхность с высотой рельефа не менее 0,3 мм; в зависимости от качества изготовления плитки подразделяют на три сорта. Плитки должны иметь правильную геометрическую фор^ му, четкие грани и углы. На лицевой поверхности не допускаются выпуклости, трещины, зазубрины.

Плитки для полов. Они водонепроницаемы, хорошо сопротивляются истиранию, легко моются, долговечны, однако имеют большую теплопроводность, низкую сопротивляемость удару и небольшие размеры, что повышает трудоемкость при устройстве полов.

25. Керамическая черепица и трубы. Виды и свойства.

Виды керамической черепицы

- Натуральная;
- Ангобированная;
- Глазурированная.

Свойства керамической черепицы

- Высокий уровень шумоизоляции;
- Длительный срок эксплуатации – до 100 лет;
- Легкость монтажа;
- Простота ремонта и технического обслуживания;
- Сравнительно не высокая стоимость.

Разновидности керамических труб

Виды керамических труб делятся в зависимости от места их использования. Помимо печных, существуют *дренажные керамические трубы*, а также варианты, которые могут использоваться в канализационных системах. *Керамические трубы для канализации* отличаются повышенной стойкостью к агрессивной среде, что позволяет производить замену элементов редко. Работать с материалом легко, ведь для изготовления канализационных труб используют специальную тугоплавкую глину, она дает минимальную усадку – до 8%.

Сфера применения *дренажных* труб – работы по осушению земель. Изделия различаются по толщине стенок, а также по диаметру. На строительном рынке сегодня можно найти абсолютно любые варианты, начиная с диаметра 23 миллиметра и заканчивая вариантами в 250 миллиметров. Специалисты изготавливают элементы в строгом соответствии со стандартными требованиями, ведь именно через трубы проходят откачиваемые массы или выводящийся на улицу дым.

Характеристики керамических труб

Как известно, керамический материал получают путем обжига глины, значит, ему не страшны высокие температуры. Добавленные в состав минеральные смеси помогают добиться более высокой прочности и надежности. *Керамическая труба для дымохода* выигрывает у металлических вариантов, благодаря невероятно долгому сроку эксплуатации и своей безопасности.

Керамические трубы – самый оптимальный вариант в отношении закупки деталей для строительства печей и каминов. Водонепроницаемые, прочные, гладкие трубы также легко устанавливаются, а значит, работа с ними доступна всем.

Устойчивость к деформации, невосприимчивость к перепаду температур, а также возможность использования в местах с открытым огнем – все это плюсы керамических труб. Материал не горит и не

может быть подвержен коррозии, а стоимость изделий значительно меньше, чем цена металлических труб.

Многие строители дополнительно отмечают экологическую безопасность, ведь глина абсолютно безвредна для человека и для природы, даже под действием высоких температур из нее не испаряются вредные вещества. Поэтому трубы керамические канализационные также набирают ряды приверженцев.

К бесспорным плюсам керамических изделий также относится их невосприимчивость активных сред. Даже самая надежная железная труба через год-два начинает терять ценные свойства. Однако есть один недостаток, избавиться от которого керамика просто не в силах – большой вес изделия. Именно из-за этого организовать транспортировку бывает несколько затруднительно.

25. Керамическая черепица и трубы. Виды и свойства

Керамическая черепица является относительно недорогой, с хорошими декоративными качествами, но кровля из нее имеет значительную массу (до 65 кг/м2).

Черепицу изготовляют из глины с добавками или без них. В строительной практике широко применяют черепицу четырех типов: штампованную, пазовую, плоскую ленточную и коньковую. В зависимости от назначения черепицу делят на: рядовую — для покрытия скатов кровли; коньковую — для покрытия коньков и ребер; разжелобочную — для покрытия разжелобков; концевую («половинки» и «косяки») — для замыкания рядов и черепицу специального назначения.

Технология изготовления черепиц в основном не отличается от технологии изготовления кирпича, но ввиду малой толщины черепицы глину перед формованием тщательно обрабатывают до получения однородной пластичной массы. Формуют черепицу на ленточных или револьверных прессах, после чего подают в сушило. Сушить черепицу нужно осторожно во избежание коробления, появления трещин и других деформаций. Обжигают черепицу до полного спекания черепка при температуре 950... 1000°С. Кровельная черепица должна быть хорошо обожженной, равномерно окрашенной, иметь ровную и гладкую поверхность (без трещин), быть достаточно прочной (разрушающая нагрузка на излом не менее 7 Н), водонепроницаемой и морозостойкой (не ниже F25). Хранят черепицу в деревянной таре, в закрытых помещениях, по сортам.

Трубы керамические канализационные изготовляют из тугоплавких или огнеупорных глин с отощающими добавками (тонкомолотым шамотом или кварцевым песком) или без них, цилиндрической формы с раструбом на одном конце.

Сырьевую массу обычно готовят пластическим способом по следующей схеме. Глину освобождают от крупных камней и подвергают грубому помолу. Измельченную глину подсушивают, измельчают в дезинтеграторах и просеивают. Наряду с подготовкой глиняного порошка параллельно идет приготовление из глины шамота. Отдозированную глину и шамот подают в смеситель, в котором массу перемешивают, увлажняют и направляют на изготовление валюшек. Выдержанные валюшки следуют в формовочное отделение. Формование труб производят на специальных трубных прессах, на которых одновременно с телом трубы формуют и раструб. Отформованные трубы сушат в искусственных сушильных установках. Высушенные и отделанные трубы покрывают снаружи и внутри глиняной глазурью, после чего обжигают. Обжиг канализационных труб производят в камерных или туннельных печах при температуре 1250...1300°С. Канализационные трубы в зависимости от показателей внешнего вида и водопоглощения бывают I и II сортов. Водопоглощение черепка для труб I сорта — не более 9%, для II сорта — не более 11 % по массе. Трубы должны выдерживать гидравлическое давление не менее 0,2 МПа и иметь кислотоустойчивость черепка не ниже 90%. Керамические канализационные трубы изготовляют диаметром 150...600 мм, длиной 800...1200 мм.

26. Изделия санитарно-технической керамики. Виды, свойства. Фарфор, полуфарфор, фаянс

Основным сырьем для производства санитарно-технических изделий является беложгущиеся огнеупорные глины, каолины, кварц и полевой шпат. Различают три группы санитарно-технической керамики: фаянс, полуфарфор и фарфор, отличающиеся степенью спекания и пористостью. Изделия из фаянса имеют пористый, а из фарфора плотный сильно спекшийся черепок, плотность полуфарфора занимает промежуточное положение. Различная степень спекания фаянса, фарфора и полуфарфора достигается при одних и тех же сырьевых материалах, но при различном соотношении последних в рабочей массе.

Сырьевые материалы, идущие на изготовление изделий санитарно-технической керамики, подвергают тщательной переработке: помолу, отмучиванию, просеиванию и другим операциям, обеспечивающим получение тонкоизмельченной сырьевой смеси, освобожденной от вредных примесей. Приготовленная смесь представляет сметанообразную массу — шликер. Формуют изделия преимущественно способом литья в гипсовых формах, которые впитывают избыток воды. Затем изделия вынимают из форм, подвяливают, оправляют (обрезают) и направляют в сушильные камеры. . Высушенные изделия покрывают сырым глазурным слоем и в капселях обжигают при температуре 1250...1300°С в периодических или непрерывнодействующих печах.

Из твердого фаянса изготовляют преимущественно унитазы, умывальники, смывные бачки, а также ванны. Фаянсовые изделия покрывают глазурью, так как в неглазурованном виде они пропускают воду. Черепок фарфоровых изделий непроницаем для воды и газов, обладает высокой механической прочностью и термической и химической стойкостью. Изделия санитарно-технической керамики белые, иногда светло-желтые, должны иметь правильную форму, ровную, гладкую и чистую поверхность без искривлений, равномерно покрытую глазурью; они должны быть хорошо обожжены.

Фарфор - плотный, спекшийся, непроницаемый для воды и газов, белый, прозрачный в тонком слое керамич. материал, получаемый обжигом смеси глины (каолина), кварца и полевого пшата. Из-за высокой стоимости фарфор не получил широкого распространения в строительстве; ограниченно используется в производстве изделий для декоративного оформления монументальных общественных сооружений и производства сан.-технических изделий. Фарфор в осн. применяется в произ-ве электротехнич. изделий. Широко в стр-ве распространен полуфарфор (ПФ), отличающийся от фарфора наличием открытых пор и водопоглощением в пределах 3—5%, и фаянс. Плотность фарфоровых изделий больше, чем у фаянсовых. Черепок у фарфора - спекшийся, у фаянса - пористый. Черепок фарфора в тонких слоях просвечивает, фаянс не просвечивает. Черенок фарфора белого цвета с голубым оттенком, у фаянса - белый с желтоватым, сероватым оттенком. При ударе о край фарфоровые изделия издают продолжительный высокий звук, фаянс - глухой, короткий. Термостойкость глазури фарфора выдерживает резкие колебания температур без растрескивания. Глазурь фаянса имеет более низкие пределы термостойкости.

27. Основы получения изделий из стекольных расплавов. Стадии силикатообразования

Современные промышленные стекла содержат не менее пяти компонентов, а специальные технические — более десяти.

Изменение химического состава стекольного расплава позволяет эффективно регулировать прочностные, теплофизические, диэлектрические, химические и другие свойства стекла. Разнообразие свойств стекол обусловливает и разнообразие используемого сырья. Все сырьевые материалы, применяемые для варки стекла, делят на главные и вспомогательные. Первые вводят в состав шихты необходимые для данного стекла основные и кислотные оксиды, вторые придают стекломассе специфические свойства, облегчают ее варку и выработку.

Главные стеклообразующие оксиды вводят в состав шихты со следующими видами сырья: $Si0_2$с кварцевыми песками или песчаниками; CaO иMgO— с известняками и доломитами; Al_20_3— с пигментом или полевым шпатом;Na_20 — с содой; Ca_20 — с паташом; B_20_3— с буром; P_2O — с суриком и т. д. Основное требование, предъявляемое ко всем видам сырья, — чистота и однородность по составу. Особенно жесткие требования предъявляют к чистоте кремнезёмсодержащего сырья, составляющего до 70% шихты.

К вспомогательным материалам относятся вещества, создающие восстановительную или окислительную среду в стекольной шихте и печной атмосфере, ускоряющей процессы стеклообразования и обесцвечивания стекломассы, и красители. В качестве восстановителя применяют антрацит и кокс, окислителей — нитраты натрия или калия, оксиды мышьяка и сурьмы. Ускоряют процесс стеклообразования добавкой сульфата натрия, кремнефтористого и фтористого натрия.

Красителями стекла являются соединения металлов растворимые в стекломассе или образующие в ней взвешенные микрочастицы металлов и их соединений.

Обязательным компонентом шихты является стекольный бой. Стекольную шихту готовят путем дозирования по заданному рецепту сырьевых материалов и тщательного их перемешивания. Смешение шихты производят в смесителях периодического действия: тарельчатых, барабанных, а также конусных.

Важнейшими стадиями процесса варки стекла являются силикатообразование, осветление, гомогенизация и студка стекломассы. Сущность каждой стадии сводится к следующему.

На первой стадии силикатообразования по мере нагревания шихты из нее испаряется влага, обезвоживаются гидраты, термически разлагаются некоторые соли (например, нитраты). При 300-400 °С в шихте начинается взаимодействие карбонатов и сульфатов с образованием двойных солей и легкоплавких эвтектик. При дальнейшем повышении температуры в реакции вступают песок и глиноземные материалы с образованием различных силикатов. Одновременно вследствие плавления некоторых солей и эвтектик в шихте появляется расплав, интенсифицирующий взаимодействие компонентов. Уже при температуре порядка 800°С взаимодействие компонентов шихты заканчивается, выделение газов прекращается. За счет жидкой фазы, образующейся при плавлении соды и эвтектических примесей, происходит спекание шихты. Однако значительная часть кремнезема (до 25%) остается в свободном состоянии. Для обычных натриево-кальциевых стекол стадия силикатообразования завершается при 800-900°С.

На второй стадии стеклообразования при повышенных температурах происходит плавлении массы, избыточные зерна кварца и возникшие ранее силикаты растворяются в расплаве. К концу второй стадии при температуре1100-1200°С шихта представлена прозрачной, но неодно-родной по составу стекломассой, пронизанной множествомгазовых пузырей.

На стадии осветления происходит удаление газов из расплава: крупные пузыри поднимаются на поверхность и лопаются, а мелкие растворяются в расплаве. Для обычных стекол осветление заканчивается при температуре 1400-1500 °С.

Структура стекломассы в процессе варки очень неоднородна. Для выравнивания ее химического состава, ликвидации свили и гетерогенных слоев стекломасса проходит стадию гомогенизации. В печах периодического действия она осуществляется перемешиванием стекломассы, в печах непрерывного действия — длительным выдерживанием ее в зоне высоких температур, а также бурлением стекломассы сжатым воздухом. Процессу гомогенизации способствует также перемешивание массы газовыми пузырями в процессе осветления. Осветление и гомогенизация — самые длительные стадии варки стекла.

Завершающая стадия процесса стекловарения — студка — заключается в повышении вязкости стекломассы до пределов, допускающих формирование изделий, за счет снижения температуры до 1000—1200 °С.

Для промышленных стекол, вырабатываемых механическими способами, стекломассу получают в непрерывно действующих стекловаренных ванных печах, а для некоторых специальных видов стекол в печах периодического действия (горшковых или ванных).

28. Стекло. Виды и свойства

К важнейшим свойствам стекла можно отнести плотность, прочность, твердость, хрупкость, теплопроводность, термическую устойчивость, оптические свойства.

Плотность — это отношение массы тела к его объему. Она зависит от химического состава стекла и бывает от 2,2 до 7,5 г/см3. С повышением температуры плотность стекла уменьшается.

Прочность — способность материала выдерживать нагрузку на сжатие, растяжение и т. д. Предел прочности на сжатие колеблется от 500 до 2000МШ, на растяжение от 35 до 100 МПа.

Твердость — способность стекла оказывать сопротивление проникновению в него более твердого материала. Твердость стекла по шкале Мооса равна 7. Некоторые виды стекол бывают твердостью 5—6 по шкале Мооса.

Теплопроводность — это способность материала, в данном случае стекла, проводить тепло без перемещения вещества этого материала. У стекла коэффициент теплопроводности равен 0,0017—0,032 кал/(см-с-град). У оконных стекол эта цифра равна 0,0023. Как видно, коэффициент теплопроводности стекла весьма незначителен.

Тепловое расширение — это увеличение линейных размеров тела при его нагревании. У стекла оно незначительное.

Термическая устойчивость — способность стекла выдерживать резкие изменения температуры не разрушаясь. Термостойкость оконных стекол равняется 80—90°С, кварцевое стекло выдерживает резкий перепад температур, который достигает до 1000°С.

Оптические свойства подразумевают светопрозрачность, светопоглощение, отражение и преломление света. Светопоглощение стеклом света невелико. В оконном стекле оно равняется примерно 88%.

Прозрачное стекло одинаково пропускает все цвета спектра. Различные царапины и загрязнения сильно снижают прозрачность.

Для строительства изготовляют следующие виды стекла: *листовое, оконное, армированное, узорчатое, штучное и др.*

Листовое стекло подразделяют по качеству поверхности на неполированное и полированное; по способу упрочнения — на обычное, отожженное, закаленное, упрочненное химическим или другим способом и, в частности, армированное стальной сеткой; по цвету — бесцветное и цветное, по профилю — плоское, волнистое, гнутое.

Стекло оконное применяется для заполнения световых проемов различных зданий и сооружений.

Стекло витринное неполированное и полированное применяется для остекления витрин, витражей (многоярусных витрин) в магазинах, выставочных залах, кафе, ресторанах, клубах, вокзалах, цехах фабрик, столовых.

Стекло листовое узорчатое применяется для декоративного остекления. Бывает бесцветное и цветное, окрашенное в массе или поверхностным нанесением пленок окислов разных металлов.

Стекло армированное листовое имеет заложенную внутрь стальную сетку. Различают матовое, рифленое и прозрачное армированное стекло. Применяют в жилых, гражданских и других зданиях для остекления фонарей, ограждения балконов, лестниц, лифтов и других частей зданий, подвергающихся различим вибрационным ударам и динамическим нагрузкам.

Стекло теплозащитное (теплопоглощающее) обладает пониженной пропускаемостью инфракрасных лучей. Применяется в районах с жарким климатом.

Стекло светорассеивающее применяется тогда, когда требуется пропускать рассеянный свет с полным или частичным отсутствием видимости.

Стекло цветное листовое окрашивается в массе в различные цвета. Бывает гладким, рифленым и узорчатым с одной или двух сторон.

Стекло плоское закаленное применяется для остекления дверей, потолков, т. е. там, где требуется повышенная механическая прочность и термическая стойкость.

Стекла рентгеновские защитные изготовляются прямоугольной и круглой формы. Прямоугольные выпускаются длиной от 146 до 600 мм, шириной от 134 до 500 мм, круглые — диаметром от 30 до 250 мм. Толщина прямоугольного и круглого стекла 10, 15, 20, 25 и 50 мм. Стекла изготовляются с полированными рабочими поверхностями и снятыми фасками, шлифованными боковыми гранями.

Стекло штучное.

1. Блоки стеклянные пустотелые применяют для заполнения световых проемов и устройства внутренних и наружных светопропускающих ограждений (перегородок, стенок). Бывают бесцветные и цветные. Изготовляют их путем прессования и сваривания двух полублоков квадратной формы размером 244Х244Х98 и 194Х98 мм соответственно массой 4; 3 и 2,8 кг. Наружные поверхности гладкие, внутренние рифленые (пять видов рифлений).
2. Линзы, призмы, плитки обладают высокой механической прочностью по сравнению со стеклянными блоками. Применяют для устройства верхнего света в стеклянных полах над подвалами, подземными дворами, в различных перекрытиях промышленных и сельскохозяйственных зданий, рынков, вокзалов, стадионов и т. д. Бывают размером 200Х200 и 250Х250 мм, толщиной 25; 50 и 100 мм.
3. Стеклопакеты.
4. Стевит представляет собой изделие, состоящее из двух листов стекла, между которыми заключена светорассеивающая прокладка из стекловолокнистого материала. Предварительно пакет склеивается герметикой, а затем обрамляется по периметру водостойкой эластичной лентой.
5. Стекло строительное профильное изготовляется в виде отдельных элементов. Может быть бесцветным и цветным, неармированным или армированным стальной сеткой, с гладкой, рифленой или узорчатой поверхностью. Применяется для устройства светопрозрачных ограждающих конструкций в зданиях и сооружениях различного назначения.
6. Профильное стекло.

28. Стекло. Виды и свойства.

Свойства:

Плотность	это отношение массы тела к его объему. Она зависит от химического состава стекла и бывает от 2,2 до 7,5 г/см3. В некоторой степени плотность стекла зависит от температуры, с повышением которой плотность стекла уменьшается.
Прочность	способность материала выдерживать нагрузку на сжатие, растяжение и т. д. Предел прочности на сжатие колеблется от 500 до 2000МШ, на растяжение от 35 до 100 МПа.
Твердость	способность стекла оказывать сопротивление проникновению в него более твердого материала. Твердость стекла по шкале Мооса равна 7. Некоторые виды стекол бывают твердостью 5—6 по шкале Мооса.
Теплопроводность	это способность материала, в данном случае стекла, проводить тепло без перемещения вещества этого материала. У стекла коэффициент теплопроводности равен 0,0017—0,032 кал/(см-с-град). У оконных стекол эта цифра равна 0,0023. Коэффициент теплопроводности стекла весьма незначителен.
Тепловое расширение	это увеличение линейных размеров тела при его нагревании. У стекла оно незначительное и равняется 88• 10~7.
Термическая устойчивость	способность стекла выдерживать резкие изменения температуры не разрушаясь. Термическая устойчивость играет большую роль в строительных работах, так как выстроенные различные сооружения могут иметь весьма большую разницу в температуре внутри и снаружи. Термостойкость оконных стекол равняется 80—90°С. Термостойкость стекла во многом зависит от его химического состава. Следует указать, что кварцевое стекло выдерживает резкий перепад температур, который достигает до 1000°С.
Оптические свойства	подразумевают светопрозрачность, светопоглощение, отражение и преломление света. Светопоглощение стеклом света невелико (88%). Для получения стекол с высокой степенью прозрачности необходимо сырьевые материалы до минимума очищать от нежелательных примесей, окрашивающих стекло. Прозрачное стекло одинаково пропускает все цвета спектра. Кроме того, надо знать, что чем лучше отполировано стекло, тем больше оно пропускает света, и наоборот. Различные царапины и загрязнения сильно снижают прозрачность.

Для строительства изготовляют следующие **виды стекла:**

1. листовое,

Листовое стекло подразделяют по качеству поверхности на неполированное и полированное; по способу упрочнения — на обычное, отожженное, закаленное, упрочненное химическим или другим способом и, в частности, армированное стальной сеткой; по цвету — бесцветное и цветное, по профилю — плоское, волнистое, гнутое.

Все требования к тому или другому виду стекла определяются соответствующими ГОСТами.

2. оконное,

Стекло оконное (ГОСТ 111—78) применяется для заполнения световых проемов различных зданий и сооружений.

Стекло витринное неполированное и полированное применяется для остекления витрин, витражей (многоярусных витрин) в магазинах, выставочных залах, кафе, ресторанах, клубах, вокзалах, цехах фабрик, столовых. Выпускается в виде листов. Светопропускаемость полированного стекла выше неполированного.

3. армированное,

Стекло армированное листовое (ГОСТ 7481—78) имеет заложенную внутрь стальную сетку. Различают матовое, рифленое и прозрачное армированное стекло. Применяют в жилых, гражданских и других зданиях для остекления фонарей, ограждения балконов, лестниц, лифтов и других частей зданий, подвергающихся различим и вибрационным ударам и динамическим нагрузкам.

4. узорчатое,

5. штучное

Блоки стеклянные пустотелые (ГОСТ 9272—75) применяют для заполнения световых проемов и устройства внутренних и наружных светопропускающих ограждений (перегородок, стенок). Бывают бесцветные и цветные. Изготовляют их путем прессования и сваривания двух полублоков квадратной формы. Наружные поверхности гладкие, внутренние рифленые (пять видов рифлений).

Линзы, призмы, плитки обладают высокой механической прочностью по сравнению со стеклянными блоками. Применяют для устройства верхнего света в стеклянных полах над подвалами, подземными дворами, в различных перекрытиях промышленных и сельскохозяйственных зданий, рынков, вокзалов, стадионов и т. д.

Стеклопакеты (2, а) — это изделия, состоящие из двух листов стекла или более, соединенных между собой по периметру таким образом, что между ними образуются герметически замкнутые камеры, заполненные обезвоженным воздухом. В зависимости от количества стекол и воздушных камер между ними стеклопакеты бывают одно-, двух- и трехкамерные с расстоянием между стеклами 15 и 20 мм.

Преимущества остекления стеклопакетами по сравнению с обычным остеклением заключаются в следующем: световая площадь проемов увеличивается на 25—30%; значительно снижаются теплопотери и звукопроводность; не запотевают, не замерзают и не загрязняются внутренние поверхности. Стеклопакеты монтируют в деревянные, металлические или пластмассовые переплеты.

Стекло теплозащитное (теплопоглощающее) обладает пониженнойпропускаемостью инфракрасных лучей. Эти свойства придаются стеклу путем покрытия его различными окислами металлов, которые одновременно окрашивают стекло в цвета от серо-голубого до сине-фиолетового, Применяется в районах с жарким климатом.

Стекло светорассеивающее применяется тогда, когда требуется пропускать рассеянный свет с полным или частичным отсутствием видимости. Оно бывает глушеное (цветное или молочно-белое) и матированное (бесцветное или цветное).

Стекло цветное листовое окрашивается в массе в различные цвета. Бывает гладким, рифленым и узорчатым с одной или двух сторон. Применяют для декоративного оформления детских учреждений, парков, павильонов, беседок.

Стекло плоское закаленное (ГОСТ 5727—75) применяется для остекления дверей, потолков, т. е. там, где требуется повышенная механическая прочность и термическая стойкость.

Стекла рентгеновские защитные- Стекла изготовляются с полированными рабочими поверхностями и снятыми фасками, шлифованными боковыми гранями.

29. Изделия из стекла: стеклопакеты, блоки, коврово-мозаичная плитка, трубы.

Стеклопакеты	представляют собой элементы из двух или трех плоских стекол (оконного, витринного и других видов), соединенных по периметру так, что между ними образуется герметически замкнутая воздушная полость шириной до 15…20 мм. Стеклопакеты не замерзают при температуре — 25°С (одинарный) и — 40 °С (двойной), не запотевают, выдерживают большую ветровую нагрузку, чем отдельные стекла той же толщины, и обладают достаточной звукоизолирующей способностью. Их использование вместо обычного двойного остекления упрощает и удешевляет процесс остекления зданий различного назначения и снижает расход древесины на изготовление оконных переплетов в 1,5…2 раза.
Стеклянные блоки	пустотелые изделия квадратной или прямоугольной формы размерами до 294х294х98 мм, состоящие из двух прессованных полублоков из обычной или цветной стекломассы и сваренных или склеенных друг с другом. Блоки имеют небольшую плотность — 800 кг/м3, относительно низкую теплопроводность—в среднем 0,46 Вт/(м°С), достаточное светопропускание —50…65 % и светорассеивание — до 25 %. Стеклоблоки применяют для сооружения светопрозрачных элементов стенперегородок, остекления лестничных клеток, лифтовых шахт и т.п. Использование стеклоблоков позволяет более чем в 2 раза снизить потери теплоты по сравнению с одинарным остеклением, улучшает звукоизоляцию.
Ковровая мозаика	это мелкие квадратные плитки (например, 20х20х4 мм) из непрозрачного прокатного стекла различных цветов с глянцевой или матовой поверхностью. Плитки по рисунку наклеивают на крафт-бумагу и в виде ковриков применяют для облицовки стеновых панелей и внутренней отделки стен и колонн.
Стеклянные трубы	различных диаметров (до 150 мм и более) хорошо сопротивляются коррозии, обладают достаточной механической прочностью, гигиеничны, прозрачны, имеют гладкую поверхность, вследствие чего их пропускная способность на 22 % выше, чем чугунных, и на 6,5 % — стальных труб равного диаметра. Недостатком стеклянных труб является малое сопротивление изгибу и удару и значительная хрупкость. Используются в химической пищевой, фармацевтической промышленности.

30. Минеральные вяжущие вещества: определение и классификация.

Вяжущие вещества — вещества, способные затвердевать в результате физико-химических процессов.

Неорганическими (минеральными) вяжущими веществами называют порошкообразные тонко измельченные вещества, которые при смешивании с водой (иногда с растворами солей) образуют пластическое тесто, которое в дальнейшем затвердевает и соединяет в монолит разрозненные сыпучие материалы.

Все минеральные вяжущие подразделяют на 4 группы:

1. Воздушные вяжущие вещества. Это вяжущие, которые после смешивания с водой затвердевают и длительно сохраняют свои свойства только на воздухе. Связано это с тем, что образующиеся новые гидратные соединения хорошо растворимы в воде. Воздушные вяжущие вещества необходимо использовать только в воздушных сухих условиях. Примеры: гипс, воздушная известь, магнезиальные вяжущие и др.

2. Гидравлические вяжущие вещества. Это вяжущие вещества, которые твердеют и длительно сохраняют свои свойства в воде. Они могут длительно эксплуатироваться в водной среде, потому что образуют гидратные соединения, которые устойчивы к водной среде. Примеры: романцемент, портландцемент и др.

3. Кислотостойкие вяжущие вещества. Это вяжущие вещества, которые могут длительно эксплуатироваться при воздействии кислот. Пример: кислотоупорные, кремнефтористые, кварцевые цементы и др.

4. Автоклавные вяжущие вещества. Это вяжущие вещества, которые затвердевают только при обработке в автоклавах, т.е. при температуре 170 - 300 °С и давлении от 8 до 16 атмосфер. Пример: все вяжущие полученные на основе извести и любого кремнеземистого или глиноземистого компонента.

31. Гипсовые вяжущие: виды, способы производства свойства.

Гипсовыми вяжущими веществами называют воздушные вяжущие материалы, получаемые из природного двуводного гипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), природного ангидрита ($CaSO_4$) и некоторых отходов промышленности, главной составной частью которых является сернокислый кальций.

Свойства гипсовых вяжущих веществ.Качество строительного гипса устанавливают на основании ГОСТ 125-79* «Вяжущие гипсовые. Технические условия» и данных, полученных в результате определения: тонкости помола, нормальной густоты гипсового теста, сроков схватывания, предела прочности при изгибе и сжатии образцов, изготовленных из гипсового теста нормальной густоты. Испытания проводят в соответствии с ГОСТ 23789-79* «Вяжущие гипсовые. Методы испытаний».

Производство гипсовых вяжущих веществ. *Производство низкообжиговых гипсовых вяжущих чаще всего осуществляют в варочных котлах с соблюдением следующей последовательности операций: дробление природного гипса, совмещение помола и сушки, тепловая обработка.*

По этой схеме гипсовый камень с помощью грейферного крана загружается в приемный бункер, после чего питателем подается в щековую дробилку, где он подвергается грубому измельчению-дроблению до кусков размером менее 40 мм. Затем раздробленный материал подается элеватором в расходный бункер, из которого материал при помощи питателя равномерно поступает в шахтную мельницу. В шахтной мельнице материал одновременно измельчается и подсушивается. Подогрев гипса облегчает размалывание и интенсифицирует последующий процесс обжига. Отработанные дымовые газы подают в шахтную мельницу по теплоизолированному газопроводу. Дымовые газы образуются в топке при сжигании твердого. Жидкого или газообразного топлива. Размолотый в порошок природный гипс, нагретый до температуры 70…90°С, уносится из шахтной печи и улавливается системой пылеулавливающих устройств (циклоны, рукавные фильтры), после чего порошок гипсового камня подается в гипсоварочный котел, где происходит обжиг (дегитратация) двуводного гипса.

Дегидратация двуводного гипса начинается при температуре 75…80°С, однако в условиях производства удаление химически связанной воды довольно интенсивно происходит при температуре от 110 до 180°С.

После окончания варки гипс через разгрузочное отверстие в нижней части котла поступает в бункер томления и выдерживается там в течение 20…40 минут. Здесь за счет теплоты выгружаемого материала в нем продолжается дегидратация оставшихся в большом количестве зерен двуводного гипса. Из бункера томления гипс направляется на склад готовой продукции.

Также имеет распространение совместный помол и обжиг гипсового камня в шаровых мельницах. В них гипсовый камень измельчается, мелкие частицы его подхватываются потоком поступающих в мельницу горячих дымовых газов с температурой 600…700°С. Находясь во взвешенном состоянии, частицы гипсового камня обезвоживаются до превращения в полуводный гипс и выносятся дымовыми газами из мельницы в пылеосадительные устройства. Основное преимущество данного способа по сравнению с производством гипса в варочных котлах – более высокая производительность за счет непрерывности процесса производства

31. Гипсовые вяжущие: виды, способы производства, свойства

Гипсовые вяжущие вещества изготовляются из природного гипсового камня - двуводного гипса $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ и ангидрита $CaSO_4$. Двуводный гипс является мягким минералом, его твердость по шкале Мооса равна 2. Плотность двуводного гипса 2,2…2,4, а ангидрита - 2,9…3,1 г/см3. Растворимость в воде двуводного гипса (в пересчете на CaS04) равна 2,05 г в 1 л воды при 20 0С; растворимость ангидрита - 1 г/л. Природный гипс (гипсовый камень) содержит некоторое количество примесей глины, песка, известняка, органических веществ и др. Цвет гипсового камня, не содержащего существенного количества примесей, приближается к белому. Примеси придают гипсу различные оттенки. Гипсовый камень широко распространен в природе, ангидрит встречается реже.

В зависимости от вида природного гипсового сырья (гипсовый камень или ангидрит) и температуры обжига получают различные гипсовые вяжущие вещества, значительно отличающиеся одно от другого по своим свойствам.

При обжиге природного гипсового камня при сравнительно небольшой температуре (до 160…170 0С) получаются так называемые низкообжиговые гипсовые вяжущие: строительный гипс, высокопрочный гипс, формовочный гипс.

При обжиге природного гипсового камня и ангидрита при температуре 800…1000^{0}С получаются высокообжиговые гипсовые вяжущие: высокообжиговый гипс, ангидритовое вяжущее.

Все гипсовые вяжущие по степени измельчения делятся на три вида: грубого, среднего и тонкого помола.

Все гипсовые вяжущие в зависимости от сроков схватывания подразделяются на три вида:

• быстротвердеющие,

• нормальнотвердеющие.

• медленнотвердеющие

Производство гипсовых вяжущих веществ. Технологический процесс производства гипсовых вяжущих состоит в измельчении гипсового камня (дроблении и помоле) и тепловой обработке (дегидратации). Степень измельчения гипсового камня перед тепловой обработкой определяется типом теплового аппарата. В запарочные аппараты материал подают кусками размером до 400 мм, во вращающиеся печи—10— 35 мм, а в варочные котлы — в виде порошка. Используемые технологические схемы получения гипсовых вяжущих отличаются одна от другой

видом и последовательностью основных операций. Наиболее распространенные технологические схемы условно можно представить следующим образом:

1. Дробление варка→помол→
2. Дробление вар→помол→сушка→ка
3. Дробление варка→сушка + помол→
4. Дробление пом→варка→помол→ол
5. Дробление помо→варка→сушка + помол→л
6. Дробление помол→обжиг→
7. Дробление обжиг + помол→
8. Дробление пом→запаривание→ол

Первые пять схем используют при производстве гипсовых вяжущих в гипсоварочных котлах, тепловая обработка материала в которых носит название варки. Наиболее простая схема 1, но ее применение возможно лишь при сухом сырье. Если влажность сырья превышает 1 %, то перед помолом его необходимо сушить (схема 2). Целесообразно совмещение этих двух операций в одном технологическом аппарате (схема 3). Для улучшения качества продукции желателен вторичный помол полуводного гипса, выходящего из варочных котлов (схемы 4 и 5). Схему 6 используют как при производстве высокообжиговых, так и низкообжиговых гипсовых вяжущих во вращающихся печах, а схему 7 — в аппаратах совмещенного помола и обжига. Схема 8 предназначена для получения гипса повышенной прочности на основе α-модификации полугидрата. Выбор технологической схемы и типа аппарата для тепловой обработки зависит от масштабов производства, свойств сырья, требуемого качества продукции и других факторов.

Свойства. Гипсовые вяжущие различают по тонкости помола. Существуют следующие индексы помола: I – грубый; II – средний; III – тонкий.

Водопотребность – это количество воды затворения, которое необходимо для получения теста нормальной густоты. Гипсовые вяжущие, состоящие из β-модификации полуводного гипса, имеют высокую водопотребность (обычно 50-70 %). Водопотребность гипсовых вяжущих, состоящих из α-модификации полуводного гипса–35-45 %. Поскольку α-модификация (высокопрочный гипс) требует меньше воды для затворения, чем β-модификация (строительный гипс), то пористость затвердевшего материала в первом случае меньше, а прочность больше, чем во втором. В остальном свойства этих вяжущих практически одинаковы.

Сроки схватывания. Различают три вида гипсовых вяжущих по срокам схватывания: А – быстротвердеющий – не ранее 2 и не позднее 15 мин; Б – нормальнотвердеющий – не ранее 6 и не позднее 30 мин; В – медленнотвердеющий – не ранее 20 мин, конец схватывания не нормируется.

Прочность. Определяется испытанием изготовленных из гипсового теста нормальной густоты образцов-балочек размером 4х4х16 см в возрасте 2-х часов на изгиб, а их половинок – на сжатие. В зависимости от предела прочности при сжатии и изгибе определяют марку гипсовых вяжущих: Г2, Г3, Г4, Г5, Г6, Г7, Г10, Г13, Г16, Г19, Г22, Г25 (цифра в обозначении марки показывает минимальную прочность на сжатие в МПа). При высыхании гипсовые изделия повышают прочность примерно в 2 раза.

Изделия из гипса не водостойки (коэффициент размягчения гипса колеблется в пределах 0,3-0,45 и зависит главным образом от его средней плотности).

32. Ангидритовые вяжущие: виды, способы производства, свойства

Ангидритовое вяжущее (ангидритовый цемент) получается путем обжига природного двуводного гипса при температуре 600…700 ^{0}С, который при этом полностью дегидратируется и

переходит в ангидрит CaS04 (нерастворимый, который сам по себе при затворении водой не схватывается и не твердеет).

Полученный продукт измельчают в тонкий порошок совместно с различными активизаторами твердения. В качестве активизаторов применяют гашеную или негашеную известь (2…5%), основной гранулированный доменный шлак (10…15%), обожженный при температуре 800…900 0С доломит (3…8%), растворимые сульфаты некоторых металлов: Na2S04 (6%), K2S04 (2%).

Количество воды, необходимое для теста нормальной густоты, составляет 30…35%. Ангидритовое вяжущее в противоположность строительному гипсу не является быстросхватывающимся вяжущим веществом: по стандарту начало его схватывания должно наступать не ранее 30 мин, а конец - не позднее 24 ч от начала затворения. При твердении объем ангидритового вяжущего практически не увеличивается. Прочность ангидритового вяжущего определяется при сжатии образцов, приготовленных из раствора состава 1:3 с нормальным песком, через 28 сут твердения. Предусмотрено 4 марки ангидритового вяжущего: 50, 100, 150 и 200 (кгс/см2).

Ангидритовое вяжущее можно изготовлять также из природного ангидрита, который без предварительного обжига размалывается с описанными выше добавками. Свойства этого вяжущего несколько хуже свойств ангидритового вяжущего, приготовленного из искусственно обожженного ангидрита. Ангидритовое вяжущее обладает большей водостойкостью, чем строительный гипс. Его применяют для устройства бесшовных полов и подготовки под линолеум, изготовления штукатурных и кладочных растворов, легких и тяжелых бетонов, а также для получения искусственного мрамора.

33. Магнезиальные вяжущие: виды, способы производства, свойства

Магнезиальные вяжущие вещества (каустический магнезит MgO и каустический доломит MgO+ CaCO3) — тонкодисперсные порошки, активной частью которых является оксид магния.

Получают магнезиальные вяжущие умеренным (до 700...800° С) обжигом магнезита (реже доломита). При этом карбонат магния диссоциирует с образованием оксида магния MgCO3→MgO+ CO2, а карбонат кальция CaCO3(в доломите) остается без изменения и является балластной частью вяжущего. Обожженный продукт размалывают.

При затворении водой оксид магния гидратируется очень медленно, проявляя слабые вяжущие свойства. Магнезиальные вяжущие принято затворять раствором хлорида или сульфата магния. В этом случае гидратация протекает значительно быстрее с образованием гидрата оксихлорида магния (3MgO•MgCl2• 6H2O), уплотняющего образующийся материал.

Сроки схватывания каустического магнезита зависят от температуры обжига и тонкости помола и обычно находятся в пределах: начало - не ранее 20 мин; конец - не позднее 6 ч.

Твердение начинается интенсивно, и через сутки вяжущее достигает прочности 10... 15 МПа; через 28 суток воздушного твердения прочность составляет 30...50 МПа. В жестких смесях прочность может достигать 100 МПа.

Магнезиальные вяжущие в XIX— начале XX в. применялись для устройства бесшовных монолитных, так называемых ксилолитовых полов. Ксилолит (от гр.xelon — древесина) — бетон на магнезиальном вяжущем с наполнителем из древесных опилок. Серьезных перспектив у магнезиальных вяжущих из-за дефицитности сырья (магнезиты необходимы для получения огнеупоров) нет, но в последнее время они вновь начали применяться в отеч. строительстве.

34. Известковые воздушные вяжущие: виды, способы производства, свойства

Воздушная известь – продукт умеренного обжига кальциево – магниевых карбонатных горных пород: мела, ракушечника, известняка, доломита, содержащих примеси глины не более 6%.

Производство: добыча сырья, дробление, классификация, обжиг, комовая известь, помол (для молотой негашеной извести) или гашение (для гашеной извести). Основной составляющей известняка является карбонат кальция CaCO3. Обжиг сырья: CaCO3 = CaO+CO2 при t=1000-1500 0C. Продукт обжига содержит кроме CaO также некоторое количество оксида магния: MgCO3=MgO+CO2. Чем выше содержание основных оксидов (CaO, MgO), тем пластичнее известковое тесто и тем выше ее сорт. Обжиг известняка производят в шахтных печах, в которых известняк поступает в виде кусков размеров 8-20см. При обжиге удаляется углекислый газ и получается негашеная известь в виде пористых кусков. Гашение воздушной извести заключается в гидратации оксида кальция CaO+H2O=Ca(OH)2 с выделением тепла 950кДж/кг, т. е. выделяют гашеную известь, известковое тесто (И:В=1:3), известковое молоко (И:В=1:5-10)) и негашеную известь(комовая, молотая).

Строительные растворы на воздушной извести имеют невысокую прочность (при сжатии для гашеной извести 0,4-1МПа; для негашеной извести до 5МПа), поэтому сорт устанавливают не по прочности, а по характеристикам ее состава. По виду содержащегося основного окисла воздушная известь подразделяется на: кальциевую(70-96% CaO и до 5% MgO); магнезиальную (MgO содержится в пределах - 5-20%); доломитовую (MgO содержится в пределах - 20-40%). По времени гашения подразделяют на три группы: быстрогасящаяся (время гашения не более 8 мин); среднегасящаяся(время гашения не более 25 мин); медленногасящаяся (время гашения не менее 25 мин.)

Строительную известь применяют для: приготовления строительных растворов; производства известково-пуццолановых вяжущих; производства термоизоляционных материалов; изготовления искусственных каменных материалов (силикатного кирпича, шлакобетонных блоков, газобетона); производства сухих строительных смесей. Преимущества применения молотой негашеной извести перед гашеной известью: для приготовления растворов и бетонов используется вся известь, включая отходы в виде непогасившихся зерен. При гидратном твердении молотой негашеной извести выделяется значительное количество тепла, что ускоряет процессы твердения извести. Молотая негашеная известь характеризуется меньшей водопотребностью, чем гашеная известь. Изделия на негашеной извести имеют повышенную плотность, прочность, водостойкость и долговечность по сравнению с полученными на гашеной извести. Недостатки: «пыление», вредность и др.

34. Известковые воздушные вяжущие: виды, способы производства свойства.

Воздушные вяжущие вещества способны в тестообразном состоянии твердеть и длительно сохранять свою прочность только на воздухе, вне контакта с водой. Их используют в условиях, не подвергающихся воздействию водной среды. К таким вяжущим веществам относятся: строительная воздушная известь, гашеная (пушонка) и молотая негашеная (кипелка) известь, гипсовые и магнезиальные вещества, а также растворимое или жидкое стекло, которое, как исключение из общего числа вяжущих, не относится к порошкообразным материалам.

Воздушная строительная известь — вяжущее, получаемое равномерным и умеренным (до спекания) обжигом горных пород, содержащих большее или меньшее количество углекислого кальция.

Среди таких пород — известняки, мел, доломитизированные известняки, имеющие весьма ограниченное содержание (до 6% по массе) глинистых примесей. Имеются в породах и другие примеси—углекислый магний, кварц, оксид железа. Для получения воздушной извести требуется поддерживать температуру обжига на уровне 900—1200°С, что зависит в основном от состава сырья. Обжиг проводится до полного удаления углекислого газа в соответствии с уравнением термической

диссоциации: $CaCO_3$ + 178 кДж = CaO + CO_2. Образуется белое огнестойкое вещество, техническое название которого — негашеная известь.

Сырье обжигают в печах различных конструкций: шахтных, вращающихся, циклонно-вихревых (во взвешенном состоянии), а также на движущихся агломерационных решетках. Распространен обжиг в шахтных печах, которые работают либо по пересыпному способу, либо с выносимыми топками (рис. 9.2). Они надежны в эксплуатации, позволяют использовать местные виды топлива и при меньшем его расходе на единицу готовой продукции. Загружаемый в шахтную печь известняк имеет обычно размеры 80—200 мм, а при обжиге во вращающейся печи используют дробленый известняк размером 5—20 и 20—40 мм. В процессе обжига сырья протекает декарбонизация. При выходе из печи размеры обожженной (комовой) извести сохраняются в основном прежними до погрузки в печь, но за счет потери CO_2 становятся высокопористыми и легкими. При дальнейшем измельчении комовой извести ее предварительно дробят до размера 15—20 мм. Далее — помол в шаровых одно- и многокамерных мельницах по замкнутому циклу с рассевом продукта в сепараторе. Получаемый продукт носит название молотой негашеной извести того же состава (оксида кальция).

Молотая негашеная известь получила применение в качестве вяжущего вещества в результате исследований И.В. Смирнова в конце XIX — начале XX вв. Однако работать с ней сложнее, чем с гашеной известью, но по качеству она выше, являясь более активной в формировании структур ИСК.

Гашение комовой извести с превращением ее в тончайший порошок — уникальный технологический прием химического диспергирования. Оно производится в специальных гидраторах периодического или непрерывного действия. В условиях стройплощадки гашение небольшого объема извести производят в творильных ящиках с сеткой для сцеживания разжиженного известкового теста (известкового молока) в гасильную яму, где оно выдерживается не менее двух недель. Опасно применять тесто, в котором имеется непогасившаяся известь.

Реакция гашения протекает с выделением большого количества теплоты: CaO + H_2O → $Ca(OH)_3$ + q, где q — количество теплоты, равное 1160 кДж (277 ккал) на 1 кг оксида кальция. Эта теплота вызывает вскипание воды, что послужило основанием именовать негашеную известь кипелкой. Погасившаяся известь превращается в тонкий рыхлый порошок со значительным увеличением в объеме (в 2,5—3 раза) — пушонку. При избытке воды (например, больше чем в среднем 1,5 л на 1 кг кипелки) известь переходит в известковое тесто; рабочее состояние — при 50% воды.

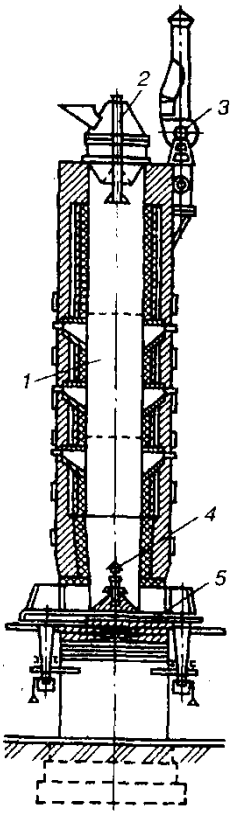


Рис. 9.2. Шахтная печь для обжига извести: *1* — шахта; *2* — загрузочный механизм; *3* — дымосос; *4* — гребень для подачи воздуха; 5 — разгрузочный механизм

Таким образом различают следующие виды воздушной извести: известь негашеная комовая, известь негашеная молотая, известь гашеная (пушонка), известковое тесто. Основным компонентом воздушной извести служит оксид кальция, которому практически всегда сопутствует оксид магния. По содержанию оксида магния (MgO) известь разделяют на маломагнезиальную (меньше 5%), магнезиальную (5—20%) и доломитовую (20—40%). Присутствие оксида магния, который находится обычно как бы в пережженном состоянии, замедляет скорость гашения извести. Различают известь быстрогасящуюся — при скорости ее гашения меньше 8 мин, сред-негасящуюся, если скорость не превышает 25 мин, и медленногася-щуюся — если скорость гашения составляет не менее 25 мин. За скорость гашения принимается время, прошедшее от момента приливания воды к извести до начала снижения максимальной температуры, что определяется в лаборатории завода.

В соответствии с ГОСТ 9179-77 строительная воздушная известь подразделяется на три сорта для негашеной извести, на два сорта для гашеной извести. Содержание активных CaO + MgO (в пересчете на сухое вещество) для негашеной извести без добавок должно быть соответственноы для 1, 2 и 3-го сортов 90, 80 и 70%; для негашеной извести с добавками для 1-го и 2-го сортов — 65 и 55%. Строго нормируется допустимое содержание непогасивших-ся частиц, (в %). Прочность извести стандартом не нормируется, так как она невелика; у пушонки через 28 суток 0,5—1,0 МПа, у молотой извести 1,0—6,0 МПа. Средняя плотность пушонки равна 400—450 кг/м^3.

Известь всех видов находит широкое применение в качестве вяжущего и водоудерживающего компонента в строительных растворах для кладки, штукатурки, а также в производстве строительных материалов как составная часть смешанных вяжущих веществ и изделий, например для изготовления силикатных материалов автоклавного твердения. Основное количество извести, как и гипсовых вяжущих веществ, используют в производстве штучных и крупногабаритных изделий, в керамической промышленности, стеклоделии, металлургической промышленности и других отраслях.

35. Кислотоупорный цемент, свойства.

Представляет собой кварцевый порошкообразный материал. Он изготовляется путем совместного помола или тщательного смешения раздельно измельченных: кварцевого песка и кремнефористого натрия в соотношении 10:1 (по массе). Затворяется на водном растворе жидкого стекла (силиката натрия) и после затвердения способен в строительных растворах или бетонах противостоять воздействию большинства минеральных и органических кислот.

Водный раствор стекла принимается с истинной плотностью (без воздушных компонентов) 1,345, что соответствует 37° по Боме (единица для измерения плотности жидкостей и крепости различных растворов). Содержание оксида кремния в кислотоупорном цементе превышает 92%. Тонкость его помола нормируется просеиванием на ряде стандартных сит. Обычно нормируются и требования к срокам схватывания цемента: начало для теста нормальной густоты должно наступать не ранее 20 мин, конец не позднее 8 ч от начала затворения.

Прочностная характеристика цемента выражается пределом прочности при растяжении стандартных образцов после твердения их в течение 30 суток.

При хранении на воздухе без кипячения или после кипячения в серной кислоте предел прочности должен быть не менее 2 Мпа.

Керосинопоглощение образцов в 10-дневном возрасте должно быть не более 15%. Прочность кислотоупорного бетона достигает 50-60 Мпа, но он теряет прочность в воде, а в едких щелочах разрушается. В бетонах используют кислотоупорныхе заполнители: кварцевый песок, андезит и т.д. Такие бетоны применяют на химических заводах для изготовления резервуаров, ванн и др. емкостей, а растворы – при футеровке кислотоупорными плитками различных конструкций.

36. Гидравлические вяжущие: гидравлическая известь, производство и свойства.

Неорганическими вяжущими веществами называются порошкообразные минеральные материалы, которые при смешивании с водой или водными растворами некоторых солей образуют пластическую массу (тесто), способную со временем твердеть до камневидного состояния. Большую группу неорганических вяжущих веществ составляют воздушные и гидравлические.

Гидравлические вяжущие вещества способны в тестообразном состоянии твердеть и длительное время сохранять прочность не только на воздухе, но и в воде, увеличивая с течением времени прочность отвердевшего теста (камня). Поэтому, в отличие от воздушных,- они могут применяться в наземных, подземных, гидротехнических и других сооружениях, подверженных воздействию водной среды. К таким вяжущим относятся портландцемент, глиноземистый цемент, пуццолановые и шлаковые смешанные цементы, ряд специальных цементов, а также гидравлическая известь. К ним примыкают еще и вяжущие вещества автоклавного твердения.

Гидравлическая известь — продукт умеренного обжига (не до спекания) мергелистых известняков, содержащих от 6 до 20% глинистых примесей. Обычный интервал температур обжига составляет 900—1100°С, что зависит от состава сырья. Продукт обжига содержит не только свободную известь, но и химические соединения с оксидами глины: силикаты $2CaO \cdot SiO_2$, алюминаты $2CaO \cdot Al_2O_3$, ферриты $2CaO \cdot Fe_2O_3$ кальция. Подобно воздушной извести этот продукт составляет комовую гидравлическую известь, которую подвергают помолу в мельницах с получением тонкомолотой негашеной извести. Реже используют другой вариант: комовую известь гасят, а непогасившиеся частицы (силикатов, алюминатов и ферритов) подвергают дополнительному измельчению с последующим смешением погасившейся и непогасившейся частей.

При взаимодействии с водой силикаты и алюминаты в извести остаются практически негидратированными. Только при гашении этой извести в тесто постепенно образуются гидросиликаты и гидроалюминаты кальция, что сопровождается набуханием этих соединений и переходом их в студнеобразное состояние. В зависимости от содержания в извести оксида кальция, по отношению к сумме диоксида кремния, полуторных оксидов алюминия и железа можно условно разделить на сильно гидравлическую и слабо гидравлическую. Отношение $m = \frac{\%CaO}{\%SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3}$ называется модулем основности и для сильногидравлической извести он равен 1,7—4,5, а для слабогидравлической — 4,5—9,0. Модуль основности характеризует способность извести к твердению в водной среде, а при m > 9,0 известь является типичным воздушным вяжущим веществом. Кроме того, модуль m косвенно отражает также и механическую прочность затвердевшего теста (или раствора). Следует отметить, что если для гашения извести воздушной в тесто требуется ввести 70—80% воды, то для гидравлической — около 20 %.

Гидравлическая известь не обладает высокой прочностью. При ее определении в образцах из раствора состава 1:3 (с нормальным песком) прочность при сжатии должна быть 2-5 МПа через 28 суток комбинированного хранения (7 суток во влажном воздухе и 21 сутки в воде).

В настоящее время гидравлическая известь имеет ограниченное применение — для строительных растворов и бетонов невысокой прочности, для кладки в сырых местах (подвалах, каналах), в малоэтажном строительстве и др. Совсем не изготовляется теперь роман-цемент — гидравлическое вяжущее вещество, получавшееся измельчением в тонкий порошок умеренно обожженных (не до спекания) известковых или магнезиальных мергелей при содержании в них глинистых примесей до 25—35%. Эту разновидность цемента полностью вытеснил портландцемент.

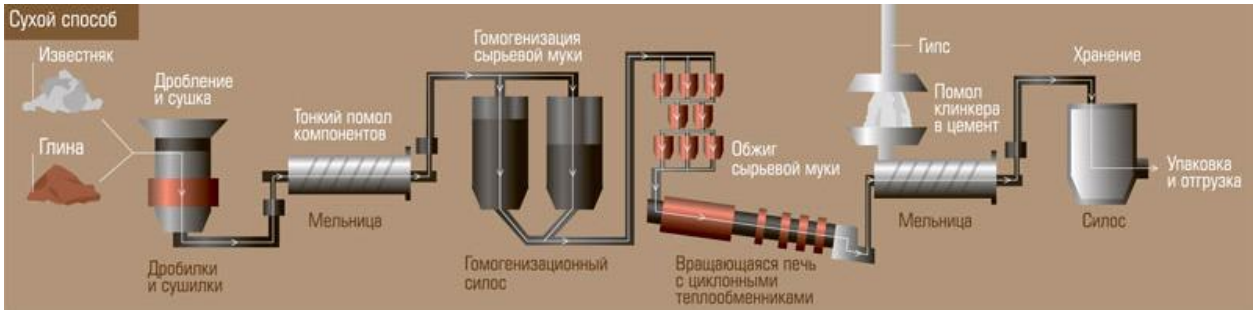
37. Портландцемент, способы производства, их преимущества и недостатки.

Портландцемент – это продукт тонкого измельчения клинкера, получаемого обжигом до спекания (частичного плавления сырьевой смеси, обеспечивающей преобладание в нем высокоосновных силикатов кальция) с добавлением гипса (не более 3,5 % в общей массе смеси для ускорения схватывания и отвердения), минеральных добавок и наполнителей, увеличивающих объем смеси, изменяющих скорость отвердения, влагопоглощения, цвет и другие характеристики.

Основные способы производства портландцемент:

- сухой,
- мокрый,
- комбинированный.

При сухом способе производства высокая твердость измельчаемых материалов требует предварительного их дробления, тонкое измельчение материалов может производиться при влажности не более 1%. Поскольку такое сырье в природе практически не встречается, поэтому обязательна операция сушка, обычно совмещаемая с размолом сырьевых компонентов. Главными достоинствами сухого способа производства портландцемента являются снижение расхода теплоты на обжиг в 1,5-2 раза по сравнению с мокрым способом, а также более высокие удельные съемы в печах сухого способа.



Мокрый способ производства используется, когда сырьевые материалы имеют высокую влажность, мягкую структуру и легко диспергируются водой. Размол твердого сырья в присутствии воды облегчается, и на измельчение расходуется меньше энергии. При мокром способе легче получить однородную сырьевую смесь, обусловливающую высокие качества клинкера.

Комбинированный способ производства позволяет использовать преимущества подготовки сырья по мокрому способу и обжига по сухому способу. При этом появляется дополнительная технологическая операция – фильтрация шлама и грануляция сырьевой смеси. Гранулированную смесь обжигают в шахтных печах или во вращающихся печах с конвейерными декарбонизаторами.

При оценке качества и выборе необходимого для конкретных целей цемента, кроме прочностных показателей принимают во внимание деформативные, усадочные, тепловыделение, коррозиестойкость, морозостойкость и стойкость к внешним условиям работы строительных конструкций и другие свойства.

Деформативная способность — удароустойчивость и пластичность — значительно выше у алюмоферритного цемента (20% C_4AF), практически лишенного трехкальциевого алюмината (C_3A было 1%). Алитоалюмоферритный цемент дает почти в 2 раза большую предельную растяжимость, чем алюминатный цемент.

Содержание C_3A сильно уменьшает деформативную способность цемента, увеличивает вероятность трещинообразования. C_3A является наиболее хрупким минералом, тогда как C_4AF — наименее хрупким. Среднее положение занимают C_3S и C_2S. Аналогичное положение занимают минералы и по свойству их твердости.

Наибольшую усадку дает C_3A, а затем C_2S. Алит C_3 S и алюмоферрит C_4AF оказывают наименьшее влияние на объемные деформации цемента.

Наибольшее количество теплоты выделяют C3S и C3A, третье место занимает C_4AF и последнее место — C_2S.

Среднее количество теплоты, выделяемое цементами в основном зависит от суммы C_3S и C_3A.

По этой причине для бетонных работ в осенне-зимний период желательно использовать цемент с повышенным содержанием алита C_3S и C_3A, то же — при необходимости сокращения сроков изготовления бетонных и железобетонных изделий, особенно тонкоребристого типа. При изготовлении массивных бетонных конструкций требуется цемент с возможно меньшей экзотермией, например, типа белитового C_2S.

Разрушение портландцемента при сульфатной агрессии связано с наличием в нем алюмината кальция C_3A. Следовательно, в этой среде у цемента должен быть повышенным силикатный модуль, уменьшенное содержание C_3A, например не более 5%. Против воздействия кислот неустойчивы ни силикаты, ни алюминаты, так как происходит их растворение.

Приходится учитывать также, что морозостойкость, выражаемая многократным замораживанием и оттаиванием бетона, насыщенного водой (например, в опорах мостов на уровне воды), понижается при увеличении содержания С3А в цементе.

Сроки схватывания — начало не ранее 45 мин, конец — не позднее 10 ч от начала затворения цемента водой в тесто нормальной густоты.

37. Портландцемент, способы производства, их преимущества и недостатки.

Портландцемент представляет собой продукт тонкого измельчения цементного клинкера, получаемого в результате обжига до спекания сырьевой смеси известняка и глины, обеспечивающей преобладание в цементе силикатов кальция. Это гидравлическое вяжущее вещество, твердеющее на воздухе и в воде.

В зависимости от метода приготовления сырьевой смеси различают мокрый и сухой способы производства портландцемента.

По мокрому способу сырьевые материалы, доставляемые из карьера на завод, подвергают предварительному измельчению до крупности частиц не более 5 мм: твердые породы (известняк) — в щековых или валковых дробилках, мягкие компоненты (мел, глину) — перемешиванием с водой в бассейнах-глино-болтушках. Болтушка представляет собой круглый железобетонный резервуар диаметром 5...10 м и высотой 2,5...3,5 м, футерованный чугунными плитами. Вокруг вертикальной оси в нем вращается крестовина с подвешенными к ней на цепях стальными граблями для измельчения кусков глины. Полученный глиняный шлам, или суспензия, выпускается через отверстие с сеткой и перекачивается в трубную мельницу, куда непрерывно подается дробленый известняк или меловой шлам.

Материал, подаваемый с одного конца мельницы, постепенно перемещается к другому и измельчается перекатывающимися стальными шарами истиранием или ударом. Тонкоизмельченный материал в виде сметанообразной массы, (шлама влажностью 35...45%) подается насосом в шламбассейны, представляющие собой железобетонные или стальные резервуары цилиндрической формы. В них окончательно корректируется химический состав шлама и создается некоторый запас последнего для обеспечения бесперебойной работы печи.

Обжиг сырьевой смеси производится в специальных вращающихся печах из листовой стали. Вращающиеся печи работают по принципу противотока. Сырьевая смесь подается в печь со стороны ее верхнего (холодного) конца, а топливно-воздушная смесь вдувается со стороны нижнего (горячего). Поток газа движется навстречу материалу и нагревает последний до требуемой температуры. Для обеспечения перемещения материала барабан печи установлен с наклоном 3...4 % и вращается со скоростью 1 об/мин. В нижней части печи, где происходит горение топлива, развивается высокая температура, обеспечивающая спекание цементного клинкера. Сырьевая смесь, поступающая в печь, медленно перемещаясь вдоль барабана, проходит шесть зон.

В зоне испарения (до 200 °С) испаряется свободная вода, происходит высушивание сырьевой смеси, подсушенный материал комкуется.

Дальнейшее высушивание смеси, выгорание органических примесей, начало дегидратации глины — удаления химически связанной воды, разрушение глинистых минералов происходит в

зоне подогрева (200...700 °С). В третьей зоне — зоне декарбонизации (700...1100 °С) —завершается процесс диссоциации карбонатных солей кальция и магния. Появляются значительные выделения свободного оксида кальция. Термическая диссоциация CaCOз — эндотермический процесс, поэтому потребление теплоты в третьей зоне печи наибольшее. В этой же зоне происходит распад дегидратированных глинистых минералов «а оксиды SiO2, A12Oз, Pe2Oз, которые вступают в химическое взаимодействие с CaO.

В зоне экзотермических реакций (1100...1300 °С) идет процесс образования основных клинкерных минералов (2CaO-SiO2, 3CaO-A12O3, 4CaO-A12O3-Pe2O3).

При температуре 1300...1450 °С в зоне спекания в образующейся жидкой фазе происходит образование главного минерала клинкера — алита (3CaO-SiO2).

В зоне охлаждения раскаленный клинкер охлаждается в колосниковых холодильниках до температуры 50...200 °С и в виде мелких камнеподобных зерен — гранул темно-серого или зеленовато-серого цвета — направляется на склад. На складе клинкер вылеживается две недели. При этом свободная известь гасится влагой, содержащейся в воздухе, по реакции: CaO-t-H2O->-Ca(OH) +Q-В процессе гашения извести выделяется большое количество теплоты и клинкер становится более рыхлым, что облегчает его помол. Измельчение клинкера (помол) производится в трубных многокамерных мельницах. Добавки измельчаются вместе с клинкером (совместный помол) или раздельно и затем смешиваются с клинкерным материалом. Готовый портландцемент пневматически транспортируется в силосы для охлаждения. Затем его расфасовывают (по 50 кг) в многослойные бумажные мешки, внутренний слой которых пропитан битумом, или загружают в специально оборудованные автомобильные (цементовозы), железнодорожные или водные транспортные средства. В настоящее время в мировой практике наметилась тенденция к переводу предприятий, работающих по мокрому способу производства цемента, на сухой с установкой мощных вращающихся печей.

Сухой способ производства цемента отличается тем, что сырьевые материалы влажностью менее 10 % после предварительного дробления сразу измельчаются в шаровых мельницах. Полученные порошкообразные компоненты тщательно смешиваются в смесителях и после корректирования и усреднения до заданного химического состава смесь подается во вращающуюся печь на обжиг.

Каждый из способов производства цемента имеет свои достоинства и недостатки. Так, при мокром способе в присутствии воды облегчается измельчение материалов, проще достигается однородность смеси, надежнее и удобнее транспортировка шлама, лучше санитарно-гигиенические условия труда. Но при этом расход теплоты на обжиг смеси на 30...40 % больше, чем при сухом способе, необходима большая рабочая вместимость печи, так как в ней происходит испарение воды из шлама.

Основным преимуществом сухого способа производства цемента является снижение расхода теплоты на обжиг клинкера (до 3,4...5 МДж/кг по сравнению с 5,8...6,7 МДж/кг при мокром способе). Однако усложняется процесс корректировки состава шихты, усложняется оборудование, повышается расход электроэнергии и т. п. При этом необходимо решать вопросы охраны окружающей среды. В целом по технико-экономическим показателям сухой способ значительно превосходит мокрый: капитальные затраты на сооружение завода на 5...10 % меньше, чем завода той же мощности, работающего по мокрому способу; за счет экономии топлива снижаются на 2,5...5 % годовые эксплуатационные затраты

38. Портландцементный клинкер – минералогический состав. Процесс гидратации портландцемента.

Применяемые для производства портландцементного клинкера сырьевые материалы обеспечивают преобладание в нем высокоосновных силикатов кальция. Помимо этого, при взаимодействии с оксидамиAl_2O_3иFe_2O_3образуются отдельные группы минералов. Каждый из клинкерных минералов имеет свои специфические свойства.

Трехкальциевый силикат (алит) характеризуется химической формулой $3CaO \cdot SiO_2$(сокращенная записьC_3S). Содержание его в портландцементе составляет 40…65 %. Являясь химически активным минералом, оказывает решающее влияние на скорость твердения цемента. Алит быстро набирает прочность, образуя довольно плотный продукт гидратации. При взаимодействии с водой выделяет большое количество тепла.

Двухкальциевый силикат (белит) имеет химическую формулу $2CaO \cdot SiO_2$(сокращенноC_2S). По химической активности заметно уступает алиту. Продукт твердения белита, затворенного водой, в ранние сроки твердения имеет невысокую прочность, при этом выделяется очень мало тепла. Однако, в дальнейшем, при благоприятных условиях, в течение нескольких лет способен увеличивать прочность. Белита в портландцементе может содержаться от 15 до 40 %.

Трехкальциевый алюминат как химическое соединение выражается формулой $3CaO \cdot Al_2O_3$(C_3A). Имеет наибольшую химическую активность среди основных минералов портландцементного клинкера. Процесс его гидратации завершается в первые сутки твердения, при этом выделяется наибольшее количество теплоты. Однако продукт твердения трехкальциевого алюмината имеет низкую долговечность. Содержание в портландцементе C_3A колеблется от 2 до 15 %.

Четырехкальциевый алюмоферрит (целит) принят в качестве клинкерного минерала как среднее значение содержащихся в портландцементном клинкере алюмоферритов кальция переменного состава. Химический состав выражается формулой $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$($C_4AF$). По химической активности занимает среднее положение между C_3A и алитом. Продукт гидратации имеет прочность, меньшую, чем у алита. В портландцементе C_4AFможет быть от 10 до 20 %.

В зависимости от минералогического состава различают следующие виды портландцемента:

– алитовый: содержание C_3Sболее 60 %, а соотношение$C_3S:C_2S$более 4;

– белитовый: содержание C_2Sпревышает 38 % при отношении$C_3S:C_2S$менее 1;

– алюминатный, содержащий C_3A больше 15 %;

– алюмоферритный (целитовый), в котором C_4AFсодержится более 18 %.

При смешении портландцемента с водой (процесс затворения), на начальной стадии протекают реакции гидратации. Гидратация цементов является частным случаем сольватации и представляет собой процесс взаимодействия веществ с водой, при котором молекулы воды, присоединяются к веществу, не разрушая кристаллическую структуру последних.

Гидратация вызвана в основном донорно - акцепторным, диполь - дипольным, ион - дипольным взаимодействием между частицами, а также образованием водородных связей. Образующиеся соединения определенного состава в этом случае называются кристаллогидратами.

Различают гидратацию твердых веществ с образованием гидратов, гидратацию оксидов, гидратацию электролитов в растворах, гидратацию молекул в растворах, а также гидратацию органических и высокомолекулярных соединений. В процессе гидратации происходит выделение тепла - теплота гидратации. Она вызвана смачиванием и протеканием самой реакции.

В составе кристаллогидратов молекулы воды входят в виде индивидуальных частиц и поэтому в химических формулах воду обычно пишут отдельно, например, , и т. д.

Известные кристаллогидраты подразделяются на кристаллогидраты определенного состава и неопределенного. В первых на одну молекулу вещества приходится определенное количество молекул воды, например, . Для вторых характерно неопределенное число молекул воды, приходящихся на одну молекулу вещества, изменяющихся в зависимости от температуры, давления водяных паров в пространстве, концентрации растворенного вещества и т. д. Вода, находящаяся в составе кристаллогидратов, называется кристаллизационной. Она располагается в определенном порядке. Вода, заполняющая пустоты и пространства кристалла и удерживаемая им электрическими силами называется цеолитной. Ее удаление сопровождается разрушением кристалла. Вода, пошедшая на образование гидрооксидов называется конституционной. При их образовании происходит разложение молекул воды.

Наиболее интенсивно реакции гидратации подвержены алюминаты и алюмоферриты кальция, благодаря более высокой константе скорости растворения по сравнению с алитом и белитом. Считают, что вначале идет растворение, затем раствор становится пересыщенным по отношению к конечному продукту и из него на поверхности зерен клинкера и в объеме раствора образуются иглообразные кристаллы гидроалюминатов и гидроферритов кальция различного состава. В общем, виде их состав можно обозначить xCaO·yAl2O3·mH2O и xCaO·yFe2O3·mH2O. Значения коэффициентов x, y, m меняются в различных соотношениях и зависят, главным образом, от термодинамических условий процессов гидратации. Аналогично протекают процессы гидратации алита и белита.

При гидратации алита протекает реакция, которая в общем виде может быть представлена следующим образом:

3CaO SiO2 + (3 ¸ x) H2O = (3¸x) Ca(OH)2 + x CaO·y SiO2·m H2O.

Гидратация белита протекает по аналогичной схеме с образованием гидросиликатов того же состава:

2 CaO SiO2 + (2 + x) H2O = (2¸x) Ca(OH)2 + x CaO·y SiO2· m H2O.

При нормальной температуре продуктом гидратации алита и белита является один и тот же гидросиликат, обозначаемый CSH(II) или C2SH2. Кроме гидросиликата в достаточно большом количестве образуется кристаллический Ca(OH)2, причем при гидратации алита его образуется значительно больше, чем при гидратации белита. При повышении температуры до 100-110°C образуется тот же гидросиликат CSH(II), но с более высоким содержанием оксида кальция. При 70-80°C основность (отношение числа молей CaO к SiO2) гидросиликатов достигает предельного значения, равного 2. Гидросиликат CSH(II) - первая гидросиликатная фаза, образующаяся при более высоких температурах. Затем он превращается в гидросиликат, обозначаемый C2SH(A), или a - гидрат C2S. Температурный интервал устойчивости этого гидросиликата - I25 -175 °C. При более высоких температурах он переходит в гидросиликат C2SH(C) (g - гидрат C2S). При температурах, выше 160 ° C может образовываться гидросиликат C3SH2. При температурах выше 125 °C также образуется гидросиликат C2SH(B), называемый гиллебрандитом. Размеры гидросиликатов, образующихся при повышенных температурах, более крупные, чем размеры кристаллов, образующихся при низких температурах.

Таким образом, при гидратации силикатных клинкерных минералов образуется, главным образом, высокоосновные гидросиликаты кальция, имеющие мольное отношение Cao/SiO2 более 1,5. Эти гидросиликаты обладают высокой растворимостью и константой скорости растворения, поэтому в плане обеспечения долговечности крепи скважины они не являются оптимальными.

При повышенных температурах растворимость кремнеземистых компонентов возрастает, а гидрооксида кальция уменьшается, и растворенный SiO2 связывает гидрооксид кальция с образованием, гидросиликатов пониженной основности. Уменьшение содержания свободного гидрооксида кальция в растворе со временем также способствует снижению основности продуктов твердения и повышению их долговечности и прочности. Поэтому для крепления интервалов с высокими температурами требуется введение в состав тампонажных портландцементов кремнеземсодержащих материалов: шлаков, золы, молотого песка и т. д.

В целом механизм гидратации разделен на пять отдельных стадий.

Стадия 1. При контакте C2S с водой происходит гидролиз сопровождающийся переходом O2- в OH-, **в** и Ca2+ в Ca2++ a q. Гидролиз происходит в основном на активных участках. В результате перехода в раствор Ca2+ на этих участках минерала образуется поверхностный слой продуктов реакции, представляющих собой группировки силикатных ионов **и** **,** связанных между собой водородными связями и несколькими ионами кальция. Образовавшийся аморфный слой имеет тенденцию к всасыванию воды и набуханию, подобно осмотическому процессу. Равновесие заряда поддерживается переходом ионов Ca2+ и OH - в раствор, компенсируя ионы H+, имеющиеся в растворе при гидролизе воды. Между подвижным ионом - Ca2+ и неподвижной поверхностью силикатные ионы образуют двойной электрический слой, обеспечивая хемосорбцию.

Стадия 2. Вследствие дальнейшего перехода в раствор ионов Ca2+ и OH-, образовавшийся на первой стадии поверхностный слой продолжает развиваться. Образующийся двойной электрический слой замедляет скорость его развития. Из находящихся в растворе групп атомов будут формироваться зародыши кристаллов Ca(OH)2 или C-S-H.

Стадия 3. По мере перехода ионов в раствор, содержание их становится достаточным для роста зародышей кристаллов. Первоначально рост отмечается при пересыщении раствора относительно гидрооксида кальция. Вследствие возникающих больших сопротивлений через слой новообразованного диоксида кремния на поверхности образуются слаборазвитые кристаллы C-S-H.

Стадия 4 и 5. На этих стадиях продолжается дальнейший рост иглообразных кристаллов C-S-H. При этом, образующиеся на ранее сформированных кристаллах C-S-H новые кристаллы будут отличаться по морфологии, поскольку содержание ионов в растворе меняется. Это и обуславливает наличие различных модификаций гидросиликатов.

39. Свойства общестроительного портландцемента. Старые и новые ГОСТ на технические условия.

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.

А. Необходимость перехода на новый ГОСТ 31108

- Глобализация экономик ведущих государств мира диктует необходимость устранения препятствий для свободного перемещения товаров и услуг между странами. В связи с этим ведется разработка единых стандартов, включающих требования к качеству продукции, её характеристикам и методам испытаний, что способствует развитию торговых операций и рациональному размещению промышленности. В идеале по требованиям Международного органа по стандартизации (ИСО) **«один стандарт, одно испытание, признаваемое повсюду».**

- В настоящее время Европейским Комитетом по стандартизации разработаны и приняты европейские стандарты по цементу **- EN 196, EN 197** регламентирующие единые для стран ЕС методы физико-механических испытаний цемента, классификацию, технические требования и методы установления соответствия качества цементов требованиям стандартов. Практически все импортные цементы отвечают европейскому стандарту EN 197-1 или ассоциированным с ним стандартам, использующим одинаковые методы испытаний, например Китайскому GB 175.

- Действующий на территории РФ **ГОСТ 10178** «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия» существенно отличается от установленных в EN стандартов, что затрудняет осуществление тесного сотрудничества с европейскими странами.

К настоящему времени разработаны и введены в действие следующие стандарты по общестроительным цементам, гармонизованные с EN:

- **ГОСТ 30744** «Цементы. Методы испытаний с использованием поли-фракционного песка».

- **ГОСТ 30515** «Цементы. Общие технические условия».

- **ГОСТ 31108** «Цементы общестроительные. Технические условия».

Применение данных стандартов, гармонизованных со стандартами EN, позволяет получить адекватную оценку качества цементов для сопоставимой оценки строительно-технических свойств цемента, производимого в РФ.

Б. Существующая ситуация с ГОСТами

- Новые гармонизированные с EN стандарты не отменяют, а действуют параллельно с ранее принятыми **ГОСТ 10178 и ГОСТ 310.1-6** и применяются во всех случаях, когда это технически и экономически целесообразно. Пере-численные выше стандарты включают требования к общестроительным цементам, к которым относятся портландцемент, портландцемент с минеральными добавками, шлакопортландцемент, пуццолановый и композиционный. Цементы с нормированными специальными свойствами производятся по другим нормативным документам.

В. Классификация и технические требования к цементам

В.1 Портландцемент – порошкообразное минеральное вяжущее вещество, которое обладает гидравлическими свойствами, способностью образовывать искусственный камень при твердении, как на воздухе, так и в воде.

Нормирования свойств цемента осуществляются:

- **ГОСТ 30515-97 «Общие технические условия»**

ГОСТ 31108-2003 (Новый гост)	**ГОСТ 10178**
«Цементы общестроительные. Технические условия»	**Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия**

В.2 Основные отличия ГОСТ 31108-2003 от ГОСТ 10178

- вместо марок введены классы прочности на сжатие, аналогичные установленным EN 197-1. Значения классов прочности имеют вероятностный характер и установлены с доверительной вероятностью 95 %;

- для цементов всех классов прочности, кроме требований к прочности в возрасте 28 сут, дополнительно установлены нормативы по прочности в возрасте двух суток, за исключением классов 22,5Н и 32,5Н, а для цементов классов 22,5Н и 32,5Н — в возрасте 7 сут;

- для всех классов прочности, кроме класса 22,5, введено разделение цементов по скорости твердения на нормальнотвердеющие и быстротвердеющие, что позволит минимизировать расход цемента в строительстве за счет его оптимального подбора по скорости твердения.

Стандарт предусматривает испытания цемента по ГОСТ 30744 с использованием полифракционного песка, который гармонизирован с европейскими стандартами EN 196-1 [3], EN 196-3 [4], EN 196-6 [5].

В.3 Состав цемента

Портландцементный клинкер – полиминеральный продукт, получаемый обжигом сырьевой смеси надлежащего состава и содержащий преимущественно высокоосновные силикаты кальция (трѐх- и двухкальциевые силикаты), а также алюминаты и алюмоферриты кальция.

- Клинкерные минералы

○ C_3S (алит) 55-65% от цемент

○ C_2S (белит) 15-25% от цемента

○ C_3A (алюминат) 8-12% от цемента

○ C_4AF (феррит) 6 - 9% от цемента

примеси в клинкере

- CaO (свободная известь) < 1- 1.5%

- Сульфаты щелочей

- MgO (периклаз) – если более 2%, входит в кристаллическую структуру клинкера

В.4 Наименования цемента

ГОСТ 31108-2003		**ГОСТ 10178-85**	
Тип цемента	**Наименование цемента**	**Тип цемента**	**Наименование цемента**
ЦЕМ I	**Портландцемент**	**ПЦ - Д0** **ПЦ – Д5**	**Портландцемент**
ЦЕМ II	**Портландцемент с минеральными добавками**	**ПЦ – Д20** **ШПЦ**	**Портландцемент** **Шлакопортланд цемент**
ЦЕМ III	**Шлакопортланд цемент**		
ЦЕМ IV	**Пуццолановый цемент**	**ШПЦ**	**Шлакопортланд цемент**
ЦЕМ V	**Композиционный цемент**		

В.4 Вещественный состав портландцемента (ГОСТ 31108-2003)

В.5 Физико-механические свойства цемента

ГОСТ 10178 - 85	**Предел прочности, МРа**	**ГОСТ 31108-2003**	**П**

Обозначение цемента	Марка цемента	Ранние прочности	Поздние сроки	Класс прочности цемента	days	У
ПЦ - Д0,	300	-	9,4	22,5 Н		1
	400	-	9,2	32,5 Н		6
ПЦ - Д5,	500	-	9	32,5 В	10,0	
	550	-	3,9	42,5 Н	10,0	
ПЦ - Д20				52,5 N	20,0	
			Все типы цемента			
ШПЦ	600	-	8,8	52,5 R	30,0	
ПЦ Д20 Б	400	24,5	9,2	32,5 Н	10,0	
	500	27,5	9	42,5 Б	20,0	
ШПЦ Д20 Б	400	21,5	9,2	32,5 Б	10,0	

Наименование показателя	ГОСТ 10178 - 85 Обозначение цемента	ГОСТ 31108 ТИП/ класс прочности цеме
1. Сроки схватывания	All	22,5 Н
		Н
		Б
Начало	≥ 45 мин	≥ 75 мин
Конец	≤ 10 час	-
	ПЦ 300 - Д5; Д20	22,5Н
	ПЦ 400 - D 0; D 5; D 20	Н;
	ПЦ 500 - D 0; D 5; D 20	Н
	≥ 1,0 ≤ 3,5 %	3,5
	ПЦ 400 - D20 - R	Н
	ПЦ 500 - D20 - R	
2. Содержание оксида серы (VI) SO3	ПЦ550 - D 0; D 5; D 20	
	ПЦ 600 - D 0; D 5; D 20	
	≥ 1,0 ≤ 4,0 %	3,5
	ШПЦ 300	
	ШПЦ 400; 400 - R	Н;
	ШПЦ 500	Н
	≥ 1,0 ≤ 4,0 %	3,5
3. Тонкости Помола	ГОСТ 10178 - 85 ВСЕ	ГОСТ 311 - Удельна
	Остаток на сите №008 ≤ 15%	–контро
	ВСЕ	ВСЕ
4. Равномерность изменение объёма,мм	Визуально при осмотре образцов-лепешек	Метод Л
	ВСЕ	ВСЕ
5. Содержание Хлорид-иона, Cl	ВСЕ	

6. Потеря масс при прокаливания,%	**нет**	**≤ 0,10 %**
	ВСЕ	**ЦЕМ I, Ц**
7. Нерастворимый остаток, %	**нет**	**≤ 5,0 %**
	ВСЕ	**ЦЕМ I, Ц**
	нет	**≤ 5,0 %**

Наиболее важным при переходе на новый стандарт является обеспечение выполнения нормативов по начальной (2, 7 сут.) прочности цемента, которые не нормируются в старом ГОСТ 10178. Между тем этот параметр качества очень важен для потребителя. При проектировании бетонов, наряду с марочной прочностью, как правило, задается и начальная прочность бетона

(70, 85 или 100% от марочной прочности). Во многих случаях именно обеспечение начальной прочности является фактором, определяющим удельный расход цемента в бетоне. Поэтому включенные в новый стандарт нормативы по 2-х суточной прочности (ГОСТ 31108) создают определенные конкурентные преимущества для предприятий, переходящих на ГОСТ 31108.

Г. Условное Обозначение цементов по ГОСТ 31108

- Наименования цемента по вещественному составу

- Сокращенного обозначения цемента, включающего обозначение типа и подтипа цемента и вида добавки;

- Класса прочности;

- Обозначения подкласса;

- Обозначения настоящего стандарта.

Портландцемент со шлаком (Ш) от 21 % до 35 %, класса прочности 32,5, нормальнотвердеющий:

Портландцемент со шлаком ЦЕМ II/В-Ш 32,5Н ГОСТ 31108—2003.

Портландцемент с известняком (И) от 6 % до 20 %, класса прочности 32,5, нормальнотвердеющий:

Портландцемент с известняком ЦЕМ II/А-И 32,5Н ГОСТ 31108-2003.

40. Свойства общестроительного портландцемента. Старые и новые ГОСТ на методы их измерения.

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.

ГОСТ 310.1-76

ЦЕМЕНТЫ. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Дата введения 01.01.78

1. Настоящий стандарт распространяется на все виды цемента и устанавливает общие положения при испытании цементов для определения показателей:

- тонкости помола цемента;

- нормальной густоты и сроков схватывания цементного теста;

- равномерности изменения объема цемента;

- предела прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек, изготовленных из цементного раствора.

2. Отбор проб - по СТ СЭВ 3477.

Пробу цемента, отобранную для испытаний, доставляют в лабораторию в плотно закрывающейся таре, защищающей цемент от увлажнения и загрязнения посторонними примесями.

В рабочем журнале записывают вид и состояние тары, в которой доставлена проба.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3. Пробы цемента до испытания хранят в сухом помещении.

4. Перед испытанием каждую пробу просеивают через сито с сеткой № 09 по ГОСТ 6613. Остаток на сите взвешивают и отбрасывают. Массу остатка в процентах, а также его характеристику (наличие комков, кусков дерева, металла и пр.) заносят в рабочий журнал. После просеивания пробу цемента перемешивают.

5. Испытания следует проводить в помещениях с температурой воздуха ( )°С и относительной влажностью не менее 50 %. Температура воздуха и влажность должны ежедневно отмечаться в рабочем журнале.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

6. Перед испытанием цемент, песок и воду выдерживают до принятия ими температуры помещения.

7. Для приготовления и хранения образцов применяют обычную питьевую воду.

Сосуд для отвешивания или отмеривания воды тарируют в смоченном состоянии.

8. Температура помещения влажного хранения образцов и воды в ваннах должна быть (20±2)°С и ежедневно отмечаться в рабочем журнале.

9. Цемент и песок отвешивают с точностью до 1 г, воду отвешивают или отмеривают с точностью до 0,5 г или 0,5 мл.

10. Применение алюминиевых и цинковых форм, чаши, лопаток и т. п. не допускается.

40. Свойства общестроительного портландцемента. Старые и новые ГОСТ на методы их измерения.

Свойства портландцемента. К основным свойствам портландцемента относятся истинная и насыпная плотности, тонкость помола, водопотребность, сроки схватывания, равномерность изменения объема, прочность, тепловыделение, удельная эффективная активность естественных радионуклидов.

Истинная плотность портландцемента составляет 3,1–3,2 г/см^3. Более экономичные цементы с пониженной плотностью. Они дают больший выход цементного теста.

Насыпная плотность в рыхлонасыпном состоянии равна 900–1100 кг/м^3, в уплотненном – 1400–1700 кг/м^3. Чем тоньше измельчен цемент, тем он имеет меньшую насыпную плотность. При расчете вместимости складов насыпную плотность принимают 1200 кг/м^3.

Тонкость помола характеризует степень измельчения цемента. Она определяется ситовым анализом. При просеивании пробы цемента через сито с сеткой 4900 отв/см^{2}должно проходить не менее 85 % массы просеянной пробы. Тонкость помола оценивается также удельной поверхностью, т.е. площадью всех зерен, содержащихся в 1 грамме цемента. Она составляет у большинства цементов 2500–3000 см^2/г и только у быстротвердеющих и высокопрочных 3500–4500 см^2/г. Чем тоньше помолот цемент, тем выше его активность. Условно считается, что повышение удельной поверхности цемента на 1000 см^2/г увеличивает его активность на 20–25 %. Однако измельчение цемента более 6000 см^2/г не целесообразно. Уменьшается морозостойкость цементного камня и может произойти снижение прочности из-за перекристаллизации гидратных новообразований.

Водопотребность портландцемента характеризуется водоцементным отношением (отношением массы воды к массе цемента), при котором достигается нормированная подвижность стандартного цементно-песчаного раствора, состоящего из цемента, песка и воды. Испытание выполняется по методике определения консистенции растворной смеси при помощи встряхивающего столика и формы – конуса при определении прочности цемента, которая должна составлять 106–115 мм.

Водопотребность портландцемента можно оценить по нормальной густоте цементного теста, при которой достигается нормированная консистенция цементного теста. Она характеризуется водоцементным отношением и в процентах составляет обычно 24–28 %.

Водопотребность портландцемента зависит от минералогического состава клинкера, тонкости помола, минеральных и химических добавок. Она выше у цементов с более высоким содержанием минерала C_3Aи меньше у цементов с повышенным содержанием минералаC_2S. Более тонко помолотый цемент имеет более высокую водопотребность. При введении активных минеральных добавок осадочного происхождения диатомита, трепела, опоки водопотребность цемента становится больше, при введении пластифицирующих добавок С-3, ЛСТ, ЛСТМ и др. – понижается. Цементы с меньшей водопотребностью образуют более плотный цементный камень. Уменьшается расход цемента на 1 $м^3$бетона. Их качество более высокое.

Схватыванием называют необратимую потерю подвижности цементным тестом в результате гидратации. Смесь цемента с водой загустевает и ее переработка затрудняется и становится даже невозможной.

Сроки схватывания характеризуются началом и концом схватывания. Они определяются на приборе Вика путем погружения иглы в тесто нормальной густоты. За начало схватывания принимают время от начала затворения цемента водой до момента, когда игла прибора не дойдет до дна пластинки на 2–4 мм. За конец схватывания принимается время от начала затворения до момента, когда игла опуститься в тесто на 1–2 мм.

Начало схватывания портландцемента должно наступать не ранее 45 мин, конец – не позже 10 ч. Этого времени достаточно, чтобы приготовить, транспортировать и уложить в конструкцию бетонные и растворные смеси.

На скорость схватывания портландцемента влияют минералогический состав клинкера, добавка двуводного гипса, химические добавки, степень обжига клинкера, водоцементное отношение, температура окружающей среды, время хранения на складах. Ускоряет схватывание минерал C_3A. Для замедления сроков схватывания к клинкеру при помоле добавляют двуводный гипс от 1.0 до 4.0 % в пересчете наSO_3. Образуется гидросульфоалюминат кальция ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot (31\text{-}32)H_2O$), который обволакивает зерна цемента тонкой пленкой и препятствует реакциям гидратации. Замедляют схватывание добавкиNa_3PO_4,$Na_2B_4O_7$, уксуснокислый кальций, сахар, ЛСТ. Ускоряют схватыванёие$CaCl_2$,$Ca(NO_3)_2$,Na_2SO_4,$Na_2O \cdot nSiO_2$.

Сильнообожженный клинкер схватывается медленней, а слабообожженный – быстрее по сравнению с нормальнообожженным.

При помоле клинкера с гипсом смесь может нагреться до температуры 140–160 ^oC, при которой образуется полуводный гипс, который быстро схватывается. Возникает ложное схватывания цемента. Бетонные и растворные смеси на таких цементах не жизнеспособны. При изготовлении цемента это явление устраняют охлаждением клинкера перед помолом, охлаждением мельницы в процессе помола. При приготовлении бетонных и растворных смесей после схватывания их интенсивно перемешивают с небольшим количеством дополнительно введенной воды.

Более быстро схватываются тонкомолотые цементы. С увеличением В/Ц скорость схватывания замедляется, с уменьшением – ускоряется. С повышением температуры схватывание происходит быстрее, с понижением – замедляется.

При хранении на цементы воздействуют пары воды и углекислый газ. На поверхности зерен образуются пленки гидратных веществ и карбоната кальция, которые препятствуют гидратации и замедляют сроки его схватывания.

Равномерное изменение объема – свойство цемента при твердении образовывать цементный камень, деформация которого не превышает допустимых значений. Она определяется кипячением в воде, а при содержании MgOболее 5 % – пропариванием в автоклаве образцов из цементного теста. Отсутствие на образцах радиальных, доходящих до краев трещин и искривлений, свидетельствует о равномерности изменения объема.

Неравномерность изменения объема цемента уменьшает прочность бетона и может привести к его разрушению. Она вызывается гидратацией $CaO_{своб}$при содержании более 1,5–2,0 %,$MgO_{своб}$в виде периклаза – более 5 %, при избыточном введении гипса. Это происходит из-за нарушения технологии производства и состава сырьевой смеси.

Гидратация $CaO_{своб}$и $MgO_{своб}$ начинается после гидратации основных клинкерных минералов и идет медленно с увеличением объема продуктов гидратации, которые вызывают растягивающие усилия в цементном камне.

При большом содержании в клинкере C_3A и избыточном введении гипса происходит образование повышенного количества гидросульфоалюмината, который тоже может вызвать неравномерность изменения объема.

Цементы, содержащие щелочные оксиды Na_2OиK_2Oболее 0,5–0,6 % на заполнителях с реакционноспособным кремнеземом (опал, халцедон и др.) при химическом взаимодействии образуют водные щелочные силикаты, которые вызывают набухание бетона и могут его разрушить.

Согласно ГОСТ 10178–85 общестроительные портландцементы подразделяют на марки 300, 400, 500, 550 и 600. Они устанавливаются по активности – фактическому пределу прочности стандартных образцов -- балочек в 28-суточном возрасте на изгиб и сжатие, которые должны быть не менее значений, приведенных в таблице 3.2.

Таблица 3.2 –**Марочная прочность общестроительных портландцементов**

Обозначение портландцемента	арка	Предел прочности , МПа (кгс/см^2)			
		при изгибе в возрасте, сут		при сжатии в возрасте, сут	
			8	3	28
ПЦ-Д0, ПЦ-Д5, ПЦ-Д20, ШПЦ	00		,4(45)	–	9,4(300)
	00		,4(55)	–	9,2(400)
	00		,9(60)	–	9,0(500)

	50 00		,1(62) ,4(65)		5 3,9(550) 5 8,8(600)
ПЦ-Д20-Б	00 00	,9(40) ,4(45)	,4(55) ,9(60)	2 4,5(250) 2 7,5(280)	3 9,2(400) 4 9,0(500)
ШПЦ-Б	00	,4(35)	,4(55)	2 1,5(220)	3 9,4(400)

Нарастание прочности для большинства цементов происходит по лагоритмической зависимости. Через трое суток она составляет 35, через 7 суток – 65, через 90 суток – 125, через 1 год – 150 % от марочной прочности. Твердение цемента продолжается годы и может превысить марочную в 2–3 раза.

На прочность портландцемента оказывает влияние минералогический состав портландцементного клинкера. Портландцементы с повышенным содержанием минерала C_3Sимеют наибольшую конечную прочность. Меньшая прочность – у портландцементов с высоким содержанием в клинкере минерала C_2S.

Активность портландцемента в раннем возрасте зависит от тонкости его помола. Размер зерен портландцемента составляет от 15 до 40 мкм. Глубина гидратации их через 6–12 мес. не превышает 10–15 мкм. Таким образом, до 20 % цемента не участвует в гидратации. Повышение тонкости помола с 3 до 4–4,5 тыс $см^2$/г увеличивает активность на 15–20 %.

Существенно влияет на активность цемента продолжительность хранения. Через 3 месяца хранения она снижается на 15–20 %, через 6 месяцев – на 20–30 %. Еще быстрее теряют активность тонкоизмельченные портландцементы. Это происходит в результате образования на поверхности зерен гидратных соединений и карбоната кальция.

Введение в портландцемент гидрофобных добавок повышает их устойчивость при хранении.

Медленней теряют активность портландцементы в мешках, обернутых термоусадочной полиэтиленовой пленкой.

Температура среды оказывает большое влияние на скорость твердения портландцемента. Повышение ее при достаточной влажности ускоряет интенсивность реакций между клинкерными минералами и водой. Наиболее быстро набирает прочность цементный камень при температуре 175–200 ^oC и выше и давлении 0,8–1,6 МПа в автоклаве.

На заводах сборного железобетона для ускорения твердения бетона применяют тепловую обработку изделий. Их чаще всего пропаривают в среде насыщенного водяного пара при температуре 60–85 ^oC.

Эффективность цементов при пропаривании определяется при испытании образцов, пропаренных при температуре 80 ^oC. Рост прочности зависит от минералогического состава клинкера и вещественного состава портландцемента.

По эффективности пропаривания портландцементы подразделяются на группы со значениями, приведенными в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – **Распределение цементов по эффективности пропаривания**

Группы по эффективности пропаривания	ид ента	Предел прочности при сжатии после пропаривания, МПа(кгс/см^2), для цемента марок				оэффи- иент асхода цемента
		00	00	00	50-600	
1	Ц ПЦ	олее 23 230) Более 21 210)	олее 27 270) Более 25 250)	олее 32 320) Более 30 300)	олее 38 380)	,93
2	Ц ПЦ	т 20 до 23 (от 200 до 230) т 18 до 21 От 180 до 210)	т 24 до 27 От 240 до 270) т 22 до 25 От 220 до 250)	т 28 до 32 От 280 до 320) т 26 до 30 От 260 до 300)	т 33 до 38 От 330 до 380)	,0
3	Ц ПЦ	енее 20 200) енее 18	енее 24 240) енее 22	енее 28 280) енее 24	енее 33 330)	,07

		180)	220)	240)		

При температуре от 0 до 8 ^{o}C твердение портландцемента замедляется, а ниже 0^{o}C, при замерзании воды, вообще прекращается.

Применение добавок солей – нитрита натрия $NaNO_2$, поташа KCO_3и др., понижающих температуру замерзания воды, обеспечивает твердение цемента в растворах и бетонах при отрицательных температурах.

Добавки хлорида кальция $CaCl_2$, сульфата натрия Na_2SO_4 и др. применяются как ускорители твердения при обычных температурах.

Тепловыделение цемента является результатом экзотермических реакций между клинкерными минералами и водой. Оно зависит от минералогического состава клинкера, тонкости помола, вещественного состава цемента и составляет: через 3 суток – 113–376, 7 суток – 130–418, 28 суток – 176–553, и через три месяца – 192–570 Дж/г цемента. Наибольшее количество тепла выделяют цементы с повышенным содержанием в клинкере минералов C_3SiC_3A, меньшее при более высоком количествеC_2SiC_4AF. Тепловыделение имеет большое практическое значение. При бетонировании массивных конструкций рекомендуются цементы с меньшим тепловыделением. Бетонирование зимой требует применения цементов с высоким тепловыделением.

Удельная эффективность естественных радионуклидов (Аэфф) не должна превышать 370 Бк/кг.

Портландцемент(без минеральных добавок) – гидравлическое вяжущее вещество, получаемое помолом клинкера и двуводного гипса. Гипса вводится от 1,0 до 4,0 % в пересчете на ангидрид серной кислоты (SO_3).

Выпускают его марок 400, 500, 550 и 600 (ПЦ 400-ДО, ПЦ 500-ДО, ПЦ 550-ДО, ПЦ 600-ДО) со значениями пределов прочности на изгиб и сжатие, приведенными в таблице 3.2.

Портландцемент без минеральных добавок применяется для бетонов, эксплуатируемых внутри здания при любой относительной влажности воздуха, на открытом воздухе – при воздействии атмосферных факторов. Допускается для бетонов подземных сооружений, гидротехнических сооружений подводной, надводной и внутренней зон.

Для бетона железобетонных шпал, мостовых конструкций, стоек контактной сети железнодорожных путей и освещения, опор высоковольтных линий, бетона дорожных и аэродромных покрытий, напорных и безнапорных труб, гидротехнических сооружений зоны переменного уровня воды следует применять портландцемент нормированного минералогического состава с содержанием в клинкере трехкальциевого алюмината (C_3A) не более 8 % без минеральных добавок марок 400 и 500 (ПЦ 400-ДО-Н, ПЦ 500-ДО-Н).

Начало схватывания портландцемента для дорожных и аэродромных покрытий должно наступать не ранее 2 ч, для труб – не ранее 2 ч 15 мин.

Портландцемент с добавками(с активными минеральными добавками не более 20 %) получают помолом клинкера, двуводного гипса и активных минеральных добавок. Добавок разрешается вводить до 20 %. Количество и виды добавок приведены в таблице 3.4.

*Таблица 3.4***– Содержание и виды активных минеральных добавок**

Обозначение цемента	Содержание добавки, %, по массе			
	всего	в том числе		
		доменные гранулированные и электротермофосфорные шлаки	осадочного происхождения, кроме глиежа	прочие активные, включая глиеж
ПЦ-Д5	до 5	До 5	До 5	До 5
ПЦ-Д20, ПЦ-Д20-Б	в. 5 до 20	До 20	До 10	До 20

До 5 % активных минеральных добавок от массы цемента можно заменять добавками, ускоряющими твердение или повышающими прочность цемента без ухудшения его строительно-технических свойств: крентами, обожженными алунитами и каолинами, сульфоалюминатными и сульфоферритными продуктами.

Выпускают его марок 400, 500, 550 и 600, допускается марка 300 со значениями пределов прочности на изгиб и сжатие, приведенными в таблице 3.2.

Этот цемент имеет, в основном, такие же свойства, что и чистоклинкерный портландцемент. Добавки несколько повышают его водостойкость, сульфатостойкость. Морозостойкость же уменьшается. Замена клинкера более дешевыми минеральными добавками уменьшает его стоимость. Он применяется в строительстве вместо портландцемента. ПЦ 400-Д20-Н и ПЦ 500-Д-20-Н с содержанием в клинкере минерала C_3A до 8 % и с добавкой гранулированного шлака до 15 % можно применять для бетона дорожных и аэродромных покрытий.

Разновидностями портландцемента с минеральными добавками являются быстротвердеющий и сульфатостойкий портландцементы.

Шлакопортландцемент – гидравлическое вяжущее вещество, получаемое помолом портландцементного клинкера, гипса и гранулированных доменного или электротермофосфорного шлака. Шлаки вводятся от 20 до 80 %. До 10 % их может заменяться активной минеральной добавкой.

Истинная плотность шлакопортландцемента составляет 2,8–3 г/см^3, насыпная в рыхлонасыпанном – 900–1200, а в уплотненном – 1400–1700 кг/м^3.

Водопотребность и сроки схватывания шлакопортландцемента примерно такие же, как у портландцемента.

По прочности шлакопортландцемент выпускают марок 300, 400 и 500 со значениями пределов прочности на изгиб и сжатие, приведенными в таблице 3.2. Он характеризуется замедленной скоростью твердения в начальный период. В дальнейшем она нарастает и к 6–12 месяцам прочность шлакопортландцемента сравнивается с портландцементом и даже ее превышает. Термообработка при температуре 80–95°С активизирует твердение шлакопортландцемента. Поэтому его рекомендуют применять при заводском изготовлении изделий.

Тепловыделение шлакопортландцемента при твердении в течение первых 1–3 суток на 15–30 % меньше, чем у портландцемента. Он медленно набирает прочность при пониженных положительных температурах. Поэтому он эффективен в массивных конструкциях и нежелателен при зимнем бетонировании.

Жаростойкость шлакопортландцемента из-за пониженного содержания в цементном камне гидроксида кальция выше, чем у портландцемента, и составляет 600–800°С, поэтому его рекомендуют для жаростойких бетонов.

Морозостойкость шлакопортландцемента ниже, чем у портландцемента. Бетоны на этом цементе выдерживают 50–100 циклов испытаний.

Небольшое количество в цементном камне гидроксида кальция повышает стойкость его в мягких водах. Снижение гидроксида кальция в жидкой фазе твердеющего цемента препятствует образованию эттрингита $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot (31\text{-}32) \cdot H_2O$. Поэтому он имеет повышенную стойкость в сульфатных водах.

Шлакопортландцемент – одно из самых распространенных вяжущих. Применение шлака, который не следует обжигать, делает его стоимость на 15–20 % ниже стоимости портландцемента.

Разновидностями шлакопортландцемента являются быстротвердеющий и сульфатостойкий шлакопортландцементы.

Переход на новые стандарты цемента. Различия нового ГОСТ 31108-2003 и ГОСТ 10178

Необходимость перехода на новый ГОСТ 31108

- Глобализация экономик ведущих государств мира диктует необходимость устранения препятствий для свободного перемещения товаров и услуг между странами. В связи с этим ведется разработка единых стандартов, включающих требования к качеству продукции, её характеристикам и методам испытаний, что способствует развитию торговых операций и рациональному размещению промышленности. В идеале по требованиям Международного органа по стандартизации (ИСО) **«один стандарт, одно испытание, признаваемое повсюду».**
- В настоящее время Европейским Комитетом по стандартизации разработаны и приняты европейские стандарты по цементу - **EN 196, EN 197** регламентирующие единые для стран ЕС методы физико-механических испытаний цемента, классификацию, технические требования и методы установления соответствия качества цементов требованиям стандартов. Практически все импортные цементы отвечают европейскому стандарту EN 197-1 или ассоциированным с ним стандартам, использующим одинаковые методы испытаний, например Китайскому GB 175.
- Действующий на территории РФ **ГОСТ 10178** «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия» существенно отличается от установленных в EN стандартов, что затрудняет осуществление тесного сотрудничества с европейскими странами.

- Новые гармонизированные с EN стандарты не отменяют, а действуют параллельно с ранее принятыми **ГОСТ 10178 и ГОСТ 310.1-6** и применяются во всех случаях, когда это технически и экономически целесообразно. Пере-численные выше стандарты включают требования к общестроительным цементам, к которым относятся портландцемент, портландцемент с минеральными добавками, шлакопортландцемент, пуццолановый и композиционный. Цементы с нормированными специальными свойствами производятся по другим нормативным документам.

Основные отличия ГОСТ 31108-2003 от ГОСТ 10178

- вместо марок введены классы прочности на сжатие, аналогичные установленным EN 197-1. Значения классов прочности имеют вероятностный характер и установлены с доверительной вероятностью 95 %;
- для цементов всех классов прочности, кроме требований к прочности в возрасте 28 сут, дополнительно установлены нормативы по прочности в возрасте двух суток, за исключением классов 22,5Н и 32,5Н, а для цементов классов 22,5Н и 32,5Н — в возрасте 7 сут;
- для всех классов прочности, кроме класса 22,5, введено разделение цементов по скорости твердения на нормальнотвердеющие и быстротвердеющие, что позволит минимизировать расход цемента в строительстве за счет его оптимального подбора по скорости твердения.

Стандарт предусматривает испытания цемента по ГОСТ 30744 с использованием полифракционного песка, который гармонизирован с европейскими стандартами EN 196-1 [3], EN 196-3 [4], EN 196-6 [5].

41. Виды коррозии цементного камня.

Коррозия цементного камня. Виды коррозии

Различают физическую, химическую, электрохимическую и биологическую коррозии.

Физическая коррозия Это выветривание, растворение, разрушение вследствие температурных колебаний характерных для всех видов горных пород.

Химическая коррозия Агрессивными по отношению к цементному камню являются все кислоты и многие соли. Этот вид коррозии имеет место чаще всего, а разрушение происходит наиболее интенсивно. Самым уязвимым веществом в цементном камне является известь. Однако связывание извести (скажем за счет SiO_2) еще не исключает коррозии, поскольку она может восстанавливаться за счет отступления от гидратов кальция.

Коррозия выщелачивания Кристаллогидраты (гидросиликаты, алюминаты и ферриты кальция), образующиеся при взаимодействии с водой клинкерных минералов и составляющие вместе с наполнителями цементный камень, имеют значительную равновесную растворимость в воде. Это значит, что они остаются устойчивыми при контакте с водами, только в том случае, если в воде имеется достаточная концентрация $Ca(OH)_2$. Если концентрация в воде $Ca(OH)_2$ ниже равновесной, то у гидрата будут отщепляться молекулы извести и концентрация будет восстанавливаться до равновесной.

ПРИЧИНЫ :В условиях эксплуатации на цементный камень действуют: природные воды (речные и морские) под давлением или просто омывающие сооружения; промышленные и бытовые воды (стоки); периодически и многократно повторяющиеся теплосмены (сезонные и дневные колебания температур); процессы увлажнения и высыхания (колебания атмосферной влажности, специфические условия службы). Кроме того, влияют механические воздействия — удары волн, выветривание, истирание, а также биологические—вредные воздействия бактерий. Все это внешние причины коррозии и разрушения цементного камня.

К разрушению цементного камня (бетона) приводят и внутренние факторы —его высокая водопроницаемость, взаимодействие щелочей цемента с кремнеземом заполнителя, изменение объема из-за различия температурного расширения цемента и заполнителя.

Среди внешних факторов, обусловливающих коррозию цементного камня, можно выделить физические и химические факторы. Физические факторы коррозии охватывают температурные (попеременное замерзание и оттаивание, нагрев и охлаждение) и влажностные

колебания среды, ведущие к появлению деформаций материала и его разрушению. К внешним факторам следует отнести и разрушение изделия за счет подсоса и кристаллизации солей в порах и капиллярах бетонного тела — так называемая солевая коррозия.

Как можно защитить бетон?

Защита строительных конструкций от биоповреждений предполагает проведение следующих мероприятий:

1. Эксплуатационно-профилактические:

- усиление вентиляции в целях понижения влажности воздуха и концентрации газов, способствующих развитию опасных микроорганизмов;- герметизация с той же целью технологического оборудования;- периодическая очистка и дезинфекция поверхности конструкций;- нейтрализация агрессивных сред.

2. Конструктивные:

- придание поверхности конструкций формы, исключающей накопление на ней органических веществ, могущих служить пищей для микроорганизмов;

- устройство уклонов полов и отводящих лотков для сточных жидкостей.

3. Строительно-технологические:- нанесение на бетонную поверхность лакокрасочных материалов;- облицовка различными плитами;- понижение проницаемости бетона;

- применение материалов, стойких к действию продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, преимущественно к кислотам.

Методы защиты цементного камня от коррозии разнообразны, но всё они могут быть сведены в следующие группы:- выбор надлежащего цемента;- изготовление особо плотного бетона;- применение защитных покрытий и облицовок, практически исключающих воздействие агрессивной среды на бетон.

42. Добавки для цементов. Классификация и виды.

Добавки для цементов

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

1) компоненты вещественного состава (активные минеральные добавки), изменяющие наименование цементов и обладающие гидравлическими свойствами;

2) наполнители, улучшающие зерновой состав цемента и структуру цементного камня, не обладающие или частично обладающие гидравлическими свойствами;

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

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

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

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

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

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

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

Гидрофобный портландцемент отличается от обыкновенного наличием различных поверхностно-активных гидрофобизующих добавок: мылонафта, асидола, асидол-мылонафта, олеиновой кислоты или окислительного петролатума, нафтеновой кислоты и ее солей, синтетических жирных кислот и их кубовых остатков, кремнийорганических полимеров и др. Эти вещества вводят в количестве 0,1–0,2 % от массы цемента в расчете на сухое вещество добавки. Гидрофобизующие добавки образуют на зернах цемента тонкие (мономолекулярные) пленки, уменьшающие способность цемента смачиваться водой. Такой цемент, находясь во влажных условиях, сохраняет активность и не комкуется. В то же время в процессе перемешивания бетонной смеси адсорбционные пленки сдираются с поверхности цементных зерен и не препятствуют нормальному твердению цемента.

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

КЛАССИФИКАЦИЯ:

1. По назначению цементы подразделяют на:

- общестроительные;

- специальные.

2. По виду клинкера цементы подразделяют:

- на основе портландцементного клинкера;

- на основе глиноземистого (высокоглиноземистого) клинкера;

- на основе сульфоалюминатного или сульфоферритного клинкера.

3. По вещественному составу цементы подразделяют на типы, в зависимости от вида и содержания минеральных добавок. Вид и содержание минеральных добавок регламентируют в нормативных документах на цемент конкретного вида и обозначают в маркировке: бездобавочный портландцемент ПЦ500 Д0; портландцемент с активными минеральными добавками ПЦ500 Д20; шлакопортландцемент ШПЦ-400; Пуццолановый портландцемент ППЦ-400; расширяющийся портландцемент РПЦ-500 и т.д.

4. По прочности на сжатие цементы подразделяют на классы: 22,5; 32,5; 42,5; 52,5; на цементы конкретных видов могут быть:

- установлены дополнительные классы прочности;

- с учетом их назначения классы прочности не устанавливают.

5. По скорости твердения общестроительные цементы подразделяют на:

- нормальнотвердеющие — с нормированием прочности в возрасте 28 сут;

- быстротвердеющие — с нормированием прочности в возрасте 2 (3)сут, повышенной по сравнению с нормальнотвердеющими, и 28 сут.

6. По срокам схватывания цементы подразделяют на:

- медленносхватывающиеся с нормируемым сроком начала схватывания более 2 ч;

- нормальносхватывающиеся — с нормируемым сроком начала схватывания от 45 мин до 2 ч;

- быстросхватывающиеся с нормируемым сроком начала схватывания менее 45 мин.

7. Нормирование специальных свойств

– Цементы, к которым не предъявляют специальных требований

–Цементы, к которым предъявляют специальные требования:

- По сульфатостойкости

- По объемным деформациям при твердении - безусадочные с величиной расширения в 3-х суточном возрасте не более 0.1%, расширяющиеся – деформация в 3-х суточном возрасте более 0.1%, самонапрягающиеся (нормируется энергия самонапряжения)

- По тепловыделению - низкотермичные с тепловыделением за 3-е суток не более 230 Дж/г, за 7 суток – не более 270 Дж/г, умеренноэкзотермичные с тепловыделением за 7 суток не более 315 Дж/г

- По декоративным свойствам – белый9 степень белизны не менее 68%) и цветной ПЦ (в соответствии с эталоном)

43. Специальные виды цементов.

Специальные виды цемента

Быстротвердеющий портландцемент (БТЦ)хар-ется более интенс. нараст. прочн. в первые 3 сут твердения. Прим-ют при изгот. сборн. высокопр., обычных и предварит. напряженных ж/б изделий и констр-й. Их примен. сокращ. длит-ть тепловлажн. обработки, ускоряет оборачиваемость мет. форм. Кроме того, его следует исп-ть при ремонтных и восстан-х работах, где треб. быстрое нарастание прочн-ти бетона и р-ра.

Гидрофобный портландцемент (ГПЦ)получают введением при помоле портландцементного клинкера гидрофобизирующей добавки (поверхностно-активные орган. вещ-ва: мылонафт, асидол, синтет. жирные к-ты и др) в кол-ве 0,1—0,3 % по массе цемента. При длит. хранении сохран-т сыпучесть и не теряет активности. Применяют в гидротехн., дор. и аэродромном строит-ве, а также при перевозке бет. и раств. смесей на большие расстояния.

Сульфатостойкий портландцемент (СПЦ) характеризуется повышенной сульфато-, морозо- и водостойкостью, пониженным тепловыделением в процессе схватывания и твердения, а также замедленной интенсивностью твердения в начальные сроки. Применяют для изгот. бет. и ж/б констр-й наружн. зон гидротехн. массивных сооруж., раб-щих. в условиях многократного замораж. и оттаивания в пресной или слабоминерализованной воде.

Шлакопортландцемент получают совместным измельчением портландцементного клинкера и доменного гранулированного шлака с добавлением небольшого количества гипса. Выпускают марок 300, 400 и 500. Он сероватого цвета с голубоватым оттенком, содержит большое кол-во мет. частиц. Плотн-ть в рыхл. сост. 1000-1300, в уплотн.—1400-1800 кг/м^3; норм. густота цем. теста 26-30 %; Тепловыделение при твердении не большое. Обладает большой жаро-, водо- и сульфатостойкостью. Применяют для изгот. сборн. ж/б изд.и констр., тверде-х в пропарочных камерах. Исп-ют в констр-ях горяч. цехов и в гидротехн. сооруж-ях, подверг-ся сульфатной агрессии. Строит. кладочные и штукат. р-ры. Не рекоменд-ся поперем. замораж. и оттаивание или увлаж-е и высуш-е.

Белый и цветные портландцементыизготовл. из сырьевых мат-лов, характер-ся малым содерж. окраш-щих оксидов (железа, марганца, хрома), из чистых, известняков, мраморов и белых каолиновых глин.

Белый - марки 400 и 500, по степени белизны три сорта: БЦ-1, 2 и 3.

Цветн. получ. помолом клинкера белого портландцем. со свето- и щелочестойкими пигментами (суриком, охрой, ультрамарином и др).

Используют при арх.-отдел. работах, для получ. фактурного слоя стен. панелей, а также для изгот. искусств. мрамора и облицов. плиток.

44) . Цементы с активными минеральными добавками. Виды и свойства

Ответ: ***Пуццолановый портландцемент***-относится к сульфато-стойким видам цемента. Его получают путем совместного помола портландцементного клинкера нормированного состава (C_3A < 8 %, $A1_20_3$< 5%, MgO< 5 %) и 20...40% пуццоланы. При помоле добавляют гипс для регулирования сроков схватывания. При твердении ППЦ вначале образуются те же продукты, что и при гидратации ПЦ. Вслед за этим аморфный кремнезем пуццоланы, реагируя с образовавшимися $Ca(OH)_2$ и 3CaO ■ $A1_20_3$ • $6H_20$, переводит их в малорастворимые низкоосновныегидросиликаты и гидроалюминаты кальция (реакции пуццоланизации)

Ca(OH)2 + Si02 + H20 = CaO • Si02 • H20

3CaO • A1203 • 6H20 + Si02 = «CaO • A1203 • xH20 + + mCaOSi02j>H20

Поскольку в составе продуктов гидратации ППЦ отсутствуют растворимый Ca(OH)2 и высокоактивный C3AH6, он более стоек, чем ПЦ, к выщелачиванию и сульфатной коррозии. По сравнению с ПЦ он медленнее твердеет, выделяет меньше теплоты и имеет меньшую прочность, характеризуемую марками 300 и 400, что объясняется замещением части клинкера менее активной пуццоланой. ППЦ имеет высокую водопотребность — 30...40% (ПЦ — только 24...28%). Морозостойкость и воздухостойкость бетонов на ППЦ низка, однако водонепроницаемость их выше, чем бетонов на ПЦ, так как гидравлическая добавка под влиянием известковой воды сильно набухает. ППЦ дешевле, чем ПЦ, и его выгодно применять в подводных и подземных частях конструкций, во внутренних зонах бетона гидротехнических сооружений. Вследствие пониженной морозо- и воздухостойкости его не используют в атмосферных условиях и в зоне переменного уровня воды.

Шлакопортландцемент (ШПЦ)получают путем совместного помола портландцементного клинкера и гранулированного доменного шлака (от 20 до 80 %) с добавлением гипса. Допускается замена части шлака (до 10% от массы цемента) пуццоланой. При гидратации клинкерной части ШПЦ образуются те же кристаллогидраты, что и при твердении ПЦ. Под воздействием насыщенного раствора извести стекловидная фаза доменного шлака активизируется и вступает в процессы гидратации и гидролиза с образованием гидроалюминатов и гидросиликатов кальция. В ШПЦ гипс не только замедляет схватывание, но и выступает в начальный период наряду с Ca(OH)2 в роли активизатора твердения шлака. В дальнейшем и гипс, и известь непосредственно реагируют со шлаковыми составляющими, образуя типичные для ШПЦ продукты: гидрогеленит и гидрогранаты. При твердении ШПЦ образуются гидросиликаты меньшей основности, чем при твердении ПЦ. Преимущества ШПЦ перед ПЦ заключаются, во-первых, в более высокой водостойкости в пресных и сульфатных водах, что обусловлено низким содержанием в цементном камне Ca(OH)2 и меньшей основностью силикатов; во-вторых, в более низкой (на 30...40%) стоимости. Тепловыделение ШПЦ меньше тепловыделения ПЦ, что для массивных конструкций является крайне желательным. Высокая адгезия к стальной арматуре и способность при пропаривании набирать прочность быстрее ПЦ позволяют применять шлакопортландцемент на заводах железобетонных изделий. К недостаткам ШПЦ можно отнести пониженную по сравнению с ПЦ активность, в результате чего бетоны на этом цементе твердеют медленнее и имеют более низкие характеристики прочности, морозостойкости, водонепроницаемости. Марки ШПЦ по прочности: 300, 400, 500. По прочности и морозостойкости ШПЦ превосходит ППЦ, но уступает ему по водонепроницаемости. Во-допотребность ШПЦ (20...25 %) немного меньше, чем у портландцемента.

45) Гипсоцементнопуццолановые вяжущие. Производство и свойства.

Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие - ГЦПВ - получают из смеси сухого гипсового вяжущего, портландцемента и активных минеральных добавок. Применяют ГЦПВ для изготовления строительных изделий автоклавной обработкой; допускается применение для отделки стен и потолков под мелкозернистую фактуру "шагрень".Как известно, смеси гипсовых вяжущих веществ с портландцементом при твердении характеризуются неустойчивостью. При затворении водой они

вначале интенсивно твердеют, но через 1—3 мес, а иногда и позднее возникают деформации, обусловливающие обычно не только падение прочности, но даже разрушение системы. Такое поведение смесей гипсовых вяжущих с портландцементом при твердении — следствие образования трехсульфатной формы гидросульфоалюмината кальция из высокооснбвных алюминатов кальция, содержащихся в портландцементе, и сульфата кальция.

46) Глиноземистый цемент. Сырье и способы производства.

Ответ Глиноземистый цемент – это гидравлическая быстродействующая смесь, которая отличается способностью быстрого затвердевания в воздушной и водной среде.Сырьем для глиноземистого цемента служат, как уже было сказано, бокситы и чистые известняки. Бокситы — горная порода, состоящая из гидратов глинозема (А1203 * лН20) и примесей (в основном Fe203, Si02, CaO и др.)Производство глиноземистого цемента более энергоемко, чем производство портландцемента. Клинкер глиноземистого цемента получают либо плавлением в электрических или доменных печах (при 1500…1600 °С), либо спеканием (при 1200…1300 °С). Размол клинкера затруднен из-за его высокой твердости. В целом из-за того, что производство глиноземистого цемента очень энергоемко, а сырье (бокситы) — дефицитно, его стоимость в 8… 10 раз выше, чем стоимость портландцемента.

52 Основные свойства бетонов и бетонной смеси.

Бетонная смесьпредставляет собой сложную многокомпонентную систему, состоящую из частичек вяжущего и новообразований, которые возникают при взаимодействии вяжущего с водой, зерен заполнителя, воды, вводимых в ряде случаев специальных добавок, а также вовлеченного воздуха. Из-за проявления сил взаимодействия между перечисленными компонентами эта система приобретает связность и может рассматриваться как единое тело с определенными физическими свойствами

Основными эксплуатационными свойствами бетона, обеспечивающим долговечность его службы, являются:

- прочность,

- деформативность,

- проницаемость,

- морозостойкость,

- стойкость к химической и другим видам коррозии.

53 Основная схема производства бетонных изделий. Способы уплотнения

Стендовый способ производства БИ характерен тем, что изделие в процессе производства (от начала его формования до момента распалубливания) остается неподвижным, а оборудование (например, бетоноукладчик, вибратор) передвигается от одного изготовляемого изделия к другому. Изделия формуют на открытой бетонной площадке-стенде или непосредственно в пропарочных напольных или ямных камерах

При формовании железобетонных изделий и конструкций применяют различные способы уплотнения бетонной смеси: прессование—воздействие на бетонную смесь значительных давлений; центрифугирование— воздействие на бетонную смесь центробежной силы приПроизводстве трубчатых изделий; вакуумирование — отсос из бетонной смеси избыточной воды и воздуха; вибрирование - воздействие на бетонную смесь колебательных движений

Стендовый способ позволяет изготовлять крупногабаритные конструкции и быстро организовывать производство бетонных изделий. Однако он требует больших производственных площадей при малой механизации процессов производства, что приводит к большим затратам труда.

Поточно-агрегатный способ производства БИ, применяемый на крупных полигонах, характерен тем, что изделия в процессе изготовления перемещаются одно за другим через ряд постов, оборудованных различными агрегатами или устройствами. Длительность пребывания изделий на отдельных постах различная: от нескольких минут при вибрировании изделий на виброплощадке до нескольких часов в пропарочной камере.

На первом посту устанавливают форму, смазывают ее, затем укладывают арматуру и закладные части. На втором форму заполняют бетонной смесью, уплотняют ее и заглаживают поверхность изделия. На третьем производят тепловлажностную обработку изделий или выдерживают их на открытых площадках без обогрева, на четвертом распалубливают и осматривают изделия. Если изделие изготовляют с немедленным распалубливанием, то четвертый пост не нужен. От одного поста к другому изделие перемещают передвижными кранами или на тележках

54. Виды тяжелых бетонов. Их основные свойства.

В строительных работах широко применяется тяжелый бетон плотностью от 1800 до 2500 кг/м3. Главными составляющими, отвечающими за его вес, являются песок и крупные заполнители. Чаще всего при его производстве используются такие горные породы как гравийный щебень, диабаз, известняк, доломит и гранит.

Тяжелые бетоны существуют в массе вариаций, каждый из них предназначен для применения в определенных условиях, будь то климатические зоны или определенные особенности условий эксплуатации возводимой конструкции. Существуют следующие виды тяжелых бетонов:

Высокопрочный бетон создается на основе высокомарочных цементов, щебня высокой прочности и промытого песка. При укладке смеси и формировании изделий применяют интенсивное уплотнение двойным вибрированием или вибрированием с пригрузом.

Для создания такого бетона используют разные методы повышения качества смеси и активности цемента (виброактивация и домол, использование суперпластификаторов, виброперемешивание) и используют достаточно большое количество вяжущего с малой водопотребностью. Такие смеси получают методом совместного помола суперпластификаторов и высокомарочных цементов.

В процессе бетонирования монолитных сооружений целесообразно применение цементов с низким содержанием алита и целлита (трехкальциевого силиката и трехкальциевого алюмината). Предпочтительно использование белитовых вяжущих.

В качестве крупного заполнителя целесообразно использовать щебень из прочных и твердых горных пород. Песок для создания такого бетона должен обладать пустотностью не выше 40%.

Бетон для сборных железобетонных конструкций предназначенный для производства готовых ЖБИ и ЖБК должен иметь ускоренные темпы затвердевания. Для этого используется тепловая обработка, а сопутствующее увеличение прочности состава при этом определяется его активностью и минералогическим составом вяжущего. Имеет значение также режим тепловой обработки, состав и консистенция смеси и некоторые иные факторы.

Бетон с тонкомолотыми добавками благодаря использованию тонкомолотых наполнителей-добавок может быть необходимым в тех случаях, когда условием прочности допускается большее количество В/Ц, чем требуют условия долговечности бетона, а также в случае, когда физическая прочность материала может быть обеспечена при меньшем расходе вяжущего, чем необходимо по условиям плотности.

Быстротвердеющий бетон отличается высокой прочностью на ранних стадиях твердения, что чаще всего достигается за счет использования в качестве вяжущего быстротвердеющего цемента, а также и различными методами стимуляции твердения (хлористый водород, хлористый кальций, глиноземистый цемент), домалыванием цемента с добавлением гипса (сухим или мокрым методом, доля гипса – 2-5% от общей массы) либо с использованием специальных комплексных добавок. Для получения быстротвердеющего бетона высокого качества применяют алюминатный цемент М500.

Бетон на мелком песке - это особые виды смесей. Мелкие пески характеризуются большей удельной поверхностью и повышенной пустотностью по сравнению с крупными и средними песками. Также они имеют худший зерновой состав, что понижает подвижность бетонной смеси и уменьшает прочность бетона. Для компенсации этого эффекта и получения равноподвижных и равнопрочных бетонов необходимо увеличивать расход цемента. Замена мелким песком крупного оказывает влияние на осадку конуса и на удобоукладываемость смеси. При этом мелкий песок в малой степени раздвигает зерна заполнителя и имеет лучшую способность к удержанию влаги, что приводит к уменьшению оптимального соотношения песка в растворе, и, соответственно, меньше влияет на потребность смеси во влаге.

Гидротехнический бетон применяется при заливке конструкций, работающих в достаточно сложных условиях. Одни постоянно находятся в воде (подводные), другие расположены над водой, подвергаясь ее воздействию лишь эпизодически (надводные). Также различают и дополнительные подвиды, такие как: немассивный и массивный. Также подразделяются бетонные смеси, предназначенные для изготовления безнапорных или напорных конструкций. Классификация по напорно-безнапорным свойствам напрямую связана с коэффициентом водонепроницаемости бетона.

Бетон для гидротехнических сооружений должен быть рассчитан на долгий срок эксплуатации в условиях постоянного или эпизодического омывания водой. В зависимости от предполагаемых условий к такому составу предъявляются не только требования прочности, но также морозостойкости и водонепроницаемости. Конкретные условия могут варьироваться в зависимости от типа и условий работы конструкции.

Бетонные смеси для дорожных и аэродромных покрытий обязаны обеспечить устойчивость к воздействию колоссальных нагрузок от воздействия самолетов, тяжёлой техники и т.д. Для дорожных плит, из которых создаются покрытия аэродромов и дорог, основным расчетным напряжением является сопротивление на изгиб. При расчете состава таких смесей требуется установить пропорции, при которых нужная прочность на растяжение будет сочетаться с достаточной прочностью на сжатие. Зачастую дополнительным требованием является морозоустойчивость конструкции. В качестве покрытий для аэродромов и дорог используют асфальтобетон, который производится на основе битумов и фракционных тонкодисперсных минеральных порошков.

Литой бетон Такие бетоны изготавливаются при большом расходе воды. Данный процесс требует особых мер по предупреждению расслаивания смеси. Для его предотвращения применяют меры, повышающие водоудерживающие свойства смеси: используют водоудерживающие добавки или суперпластификаторы, используют цементы с высокой способностью к водоудержанию,

увеличивают содержание в смеси песка. В качестве связующего обычно используют быстротвердеющий цемент и обычный портландцемент.

Бетонная смесь с поверхностно - активными добавками Сегодня достаточно широко распространено применениеповерхностно-активных добавок при изготовлении бетонных растворов. Такие добавки призваны улучшить его свойства при одновременной экономии цемента. Подразделяются добавки на гидрофобизирующие (вызывают вовлечение в смесь пузырьков воздуха, что повышает морозостойкость состава) и пластифицирующие с пептизирующим действием (способствуют диспергированию теста и улучшают его текучесть). Свойства

Морозостойкость бетона - свойство бетона сохранять прочность при многократном замораживании и оттаивании в насыщенном водой состо-янии. По наибольшему числу циклов замораживания и оттаивания, при котором прочность бетона при сжатии снижается не более, чем 15% и по-теря в массе не более-5%, устанавливают его марку по морозостойкости. В соответствии со СНиП П-21-75 для тяжелых бетонов предусматривают-ся следующие марки по морозостойкости : F-50, F-75, F-100, F-150, F-200, F-300, F-400, F-500. Морозостойкость-одно из главных требований, предъявляемых к бетону гидротехнических сооружений, бетону для строительства дорог, мостов и т.д.. На морозостойкость бетона значительное влияние оказывают поверхност-но-активные и воздухо-вовлекающие вещества (добавки).

Усадка и набухание бетона (цементного камня), т.е. уменьшение или увеличения его объема, обуславливается видом цемента и его количеством в бетоне , условиями и временем твердения. При твердении бетона в воде в начале объем его несколько увеличивается. Наибольшая усадка бетона наблюдается в начальный период, когда особенно интенсивно обезвожи-вается цементное тесто вследствии гидратации цемента и испарении влаги. В массивных сооружениях усадка бетона может привести к появлению трещин. Расширение бетона происходит при значительных тепловыделе-ниях цемента при его твердении, величина которого может превзойти величину усадки.

Ползучесть бетона обуславливается ползучестью цементного камня, что приводит к деформациям бетона. Заполнители уменьшают деформацию ползучести бетона и тем в большей степени, чем выше их расход на 1куб. м. бетона.

55. Легкие бетоны. Виды классификаций. Материалы, требования к ним.

Согласно существующей у специалистов бетонных заводов классификации к **легким бетонам** относят бетоны, чья **плотность**составляет **менее 1800 кг/куб.м.** Такое значение плотности обычно достигается за счет применения более легких заполнителей или за счет поризации вяжущего вещества.

Применение легких бетонов в строительстве весьма выгодно. Они позволяют **повысить теплотехнические и акустические характеристики** сооружения, а также **уменьшают вес** возводимой постройки, что особенно важно при строительстве многоэтажных зданий и строительстве в областях с повышенной сейсмической активностью. Кроме того, использование легких бетонов в значительной мере **снижает стоимость строительства** (на 10-20%) и **трудовые затраты** (на 50%), и в общей сложности**повышает эффективность производства** примерно на 20%.

По назначению легкие бетоны можно подразделить на:

- **конструкционные** (назначение — возведение стен перекрытий и других несущих конструкций, средняя плотность 1600-1800 кг/куб.м);

• **теплоизоляционные** (используются в качестве утеплителя и звукоизолятора, средняя плотность — менее 500 кг/куб.м);

• **конструкционно** - теплоизоляционные (выполняют обе названные выше функции, средняя плотность регулируется с помощью подбора заполнителя).

По структуре различают легкие бетоны:

• поризованные;

• крупнопористые;

• ячеистые.

Поризованные бетоны

Применение: применяются редко в связи со сложностью изготовления даже на самых современных бетонных заводах.

Изготовление: главной особенностью изготовления пористых бетонов является использование поризующего вещества - пенообразователя. Пенообразователь воздействует на цемент, образуются замкнутые поры, заполняющиеся воздухом.

Достоинства: хорошие теплоизоляционные свойства.

Крупнопористые бетоны (беспесчаные)

Применение: в качестве материала для стен отапливаемых сооружений высотой до 4 этажей.

Изготовление: в основе — портландцемент и крупные пористые заполнители разного вида.

55. Легкие бетоны. Виды классификаций. Материалы, требования к ним.

Легкий бетон — эффективный материал, который имеет большую перспективу. Легкие бетоны находят в строительстве возрастающее применение. Конструкции из легких бетонов позволяют улучшить теплотехнические и акустические свойства зданий, значительно снизить их массу, успешно решить проблему объемного и многоэтажного строительства, а также строительства в сейсмических районах страны. Применение легких бетонов позволяет уменьшить стоимость строительства на 10...20%, снизить трудовые затраты на стройках до 50%, увеличить производительность труда на 20%. Развитие производства бетонов с применением пористых заполнителей характерно как для нашей страны, так и зарубежного строительства. Но в нашей стране наиболее широко используемым заполнителем является керамзит, а также аглопорит, перлит и др. За рубежом более типичным легким заполнителем является термозит (шлаковая пемза).

Легкие бетоны классифицируют в зависимости от структуры, вида вяжущего и пористости заполнителей, области применения.

По структуре легкие бетоны в соответствии с ГОСТ 25192 могут быть:

- плотные;
- поризованные;
- крупнопористые

Особой разновидностью легких бетонов являются ячеистые бетоны, имеющие равномерно распределенные поры в ниде сферических ячеек, диаметр которых составляет обычно 1-3 мм.

Наименования легких бетонов должны соответствовать ГОСТ 25192 с указанием вида крупного пористого заполнителя. При необходимости в наименование включается вид мелкого заполнителя, если он отличается от крупного, и структура.

Для поризованных легких бетонов вместо структуры в наименовании бетона допускается указывать вид порообразователя.

В зависимости от применяемого крупного пористого заполнителя устанавливают следующие виды легких бетонов:

- **керамзитобетон** (бетон на керамзитовом гравии);
- **шунгизитобетон** (бетон на шунгизитовом гравии);
- **аглопоритобетон** (бетон на аглопоритовом щебне);
- **шлакопемзобетон** (бетон на шлакопемзовых щебне и гравии);
- **перлитобетон** (бетон на вспученном перлитовом щебне);
- бетон на щебне из **пористых горных пород**;
- **термолитобетон** (бетон на термолитовом щебне или гравии);
- **вермикулитобетон** (бетон на вспученном вермикулите);
- **шлакобетон** (бетон на золошлаковых смесях тепловых электростанций (ТЭС) или на пористом топливном шлаке);
- бетон на **аглопоритовом гравии**;
- бетон на **зольном гравии**;
- **азеритобетон** (бетон на азеритовом гравии).

Могут устанавливаться другие виды легких бетонов на крупных пористых заполнителях, на которые имеются стандарты или технические условия.

Легкие бетоны производят, как на минеральных, таки органических вяжущих материалах. Из минеральных вяжущих широко применяют цементы, вяжущие автоклавного твердения (на их основе изготавливают силикатные бетоны), гипсовые вяжущие.

Заполнители легких бетонов, так же как и вяжущие, могут иметь· минеральное или органическое происхождение. В строительной практике более распространены легкие бетоны с применением природных или искусственных пор истых минеральных заполнителей.

Разновидностями легких бетонов на природных заполнителях являются пемзобетон, туфобетоны, опокобетоны и др., на искусственных пористых заполнителях - керамзитобетоны, аглопоритобетоны, шлакопемзобетоны, золобетоны и др.

Для производства легких бетонов возможно применение одновременно различных видов пористых заполнителей. Так, получают, например, керамзитоперлитобетон, керамзитовермикулитобетон и др. (В названии бетона сначала отражается вид крупного заполнителя, а затем мелкого.)

Разновидностями легких бетонов на органических заполнителях являются арболит, опилкобетоны, изготавливаемые с применением продуктов переработки древесины и другого растительного сырья, бетон на пенополистирольных заполнителях и др.

По назначению легкие бетоны подразделяются на:

- **конструкционные**, в том числе конструкционно-теплоизоляционные, к которым дополнительно предъявляются требования по теплопроводности;
- **специальные** (теплоизоляционные, жаростойкие по ГОСТ 20910, химически стойкие по ГОСТ 25246 и др.).

Теплоизоляционные, основное назначение которых обеспечивать необходимое термическое сопротивление ограждающей конструкции; объемный вес их менее 500 кг/м3 коэффициент теплопроводности до 0,2 ккал/м *ч * рад.

Конструктивные, предназначенные воспринимать значительные нагрузки в зданиях и сооружениях; объемный вес их 1400-1800 кг/м3, марка по прочности не менее 50, морозостойкость не ниже Мрз 15.

Конструктивно-теплоизоляционные, в которых совмещаются свойства предыдущих видов легких бетонов; объемный вес их 500-1400 кг/м3 коэффициент теплопроводности не более 0,55 ккал/м • ч • град, марка по прочности не менее 35.

Из легких бетонов изготавливают разнообразные конструкции. Из конструкционно-теплоизоляционного бетона делают панели и блоки стен зданий, плиты совмещенных кровель и другие конструкции. Стеновые панели выпускают с наружными (фасадными) поверхностями, не требующими дополнительной отделки в построечных условиях. Отделку панелей плитками, декоративным бетоном, окраской производят непосредственно на заводе. Из конструкционного легкого бетона изготавливают несущие конструкции: плиты перекрытий и покрытий, другие элементы жилых и общественных зданий.

Используют легкобетонные конструкции и изделия в различных областях строительства: для мостовых конструкций в транспортном строительстве, в элеваторостроении и элементах животноводческих помещений, для дренажных труб в водохозяйственном строительстве, для ряда конструкций промышленных зданий.

56. Свойства легких бетонов.

Легкие бетоны отличаются от тяжелых наличием в зернах заполнителя пор разной величины. Прочность пористых заполнителей обычно ниже прочности цементного камня. Вместе с тем благодаря пористой структуре пористые заполнители лучше сцепляются с цементным камнем. Обычно поры в пористых заполнителях имеют диаметр 0,1-1 мм. В них проникает влага и цементное тесто, что способствует сцеплению заполнителей с цементным камнем. Особенно повышенной адгезией по отношению к цементному камню обладают пористые заполнители с развитой открытой пористостью.

Для легких бетонов характерны процессы самовакуумирования.

В результате отсасывания воды из цементного теста зернами пористого заполнителя в последних защемляется определенное количество воздуха. Объем отсасываемой воды оказывается больше объема, вытесненного из заполнителей воздуха. Пузырьки защемленного в капиллярах воздуха в результате всестороннего сжатия имеют повышенное давление, отчего развивается градиент, способствующий уплотнению бетона, повышению сил сцепления в контактной зоне и прочности бетона.

Вследствие большей близости значений пористости и прочности заполнителей и цементного камня и их деформативных свойств, напряжения, вызываемые внешними механическими воздействиями в легких бетонах, часто распределяются более равномерно, чем в тяжелых. Большая однородность легких бетонов достигается, если нет четко выраженной границы между раствором и зернами крупного заполнителя. Это характерно, например, для аглопорито- и шлакопемзобетонов. В отличие от них для керамзитобетона характерны три зоны с различной пористостью: цементный камень, поверхностная оболочка и ядро заполнителя. По мере повышения однородности легких бетонов при прочих равных условиях возрастает прочность и улучшаются деформативных свойства.

Плотность является важнейшим показателем качества легких бетонов. Различают плотность в сухом состоянии и при различной влажности. Первый показатель является стандартным и для данного вида легкого бетона величиной постоянной, второй зависит от условий приготовления и эксплуатации бетона.

Значение плотности легкого бетона связано с основными показателями его качества: прочностью, теплопроводностью, проницаемостью и др.

По этому показателю легкие бетоны подразделяют на марки: Д200; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 900; 1000; 1100; 1200; 1300; 1400; 1500; 1600; 1700; 1800; 1900 и 2000.

Прочность легких бетонов, как и обычных, зависит от активности цемента, водоцементного отношения, условий и длительности, твердения, прочности заполнителей и некоторых других факторов.

Введение в бетон пористых заполнителей приводит к снижению его прочности и тем в большей степени, чем больше содержание заполнителя и меньше его плотность. Кривые зависимости прочности легких бетонов от цементно-водного отношения располагаются ниже кривых для обычного бетона (рис. 3)

В отличие от тяжелых бетонов, прочность которых пропорциональна прочности растворной части, у легких бетонов соответствующая зависимость имеет криволинейный характер с двумя участками. На первом участке повышение прочности раствора, например, за счет уменьшения В/Ц приводит к прямолинейному росту прочности бетона, на втором дальнейшее повышение прочности раствора не приводит уже к заметному росту прочности бетона. Таким образом, на определенном пористом заполнитель при неизменном его содержании в бетоне можно приготовить легкий бетон лишь с определенной предельной прочностью. Для получения легкого бетона разных марок следует выбирать прочность заполнителя такой, чтобы обеспечить рациональное использование цемента, т. е. получать бетоны, соответствующие первому участку кривой. Лишь в случае предъявления к бетону особых требований по плотности рационально применение составов, соответствующих второму участку кривой. Критерием эффективности пористого заполнителя в бетоне является расход цемента, необходимый для получения требуемой прочности. Чем меньше прочность заполнителя и больше его пустотность, тем в большей мере ощущается повышение количества цемента для достижения бетоном максимальной прочности.

Существенное влияние на прочность легких бетонов оказывает содержание в нем крупного пористого заполнителя. Влияние концентрации заполнителя зависит от соотношения его прочности и прочности раствора. Обычно, при достаточно высокой прочности раствора в конструктивных легких бетонах увеличение концентрации заполнителя приводит к уменьшению прочности бетона. При малом различии в прочности раствора и бетона, например в конструктивно-теплоизоляционных легких бетонах, максимальная прочность достигается при определенной оптимальной концентрации заполнителя.

Для плотных легких бетонов, изготовленных с применением пористого песка, характерна более значительная прочность при осевом растяжении, чем для обычных тяжелых бетонов. Для конструктивно-теплоизоляционных легких бетонов отношение прочности при растяжении к прочности при сжатии колеблется в пределах 0,12-0,17, для конструктивных 0,06-0,1.

Основным показателем прочности легкого бетона является класс бетона установленный по прочности его на сжатие: В2; 2,5; 3,5; 5; 7,5; 10; 12,5; 17,5; 20; 22,5; 25; 30; 40; для теплоизоляционных бетонов, кроме того, предусмотрены классы В0,35; 0,75 и 1.

Эффективность легкого бетона в значительной мере определяется величиной коэффициента конструктивного качества, представляющего отношение предела прочности к плотности. Для легких бетонов на различных пор истых заполнителях этот показатель колеблется в пределах от 0,025 до 0,26. По мере повышения прочности и с переходом к конструктивным бетонам различие в величине коэффициента конструктивного качества постепенно уменьшается.

Особенности деформативных свойств легких бетонов обусловлены их относительно низким модулем упругости. При равных напряжениях деформации конструкций из легких бетонов могут превышать деформации тех же конструкций из тяжелого бетона в 1,5-2 раза. Предельная сжимаемость и растяжимость легких плотных бетонов примерно в 1,5-2 раза больше, чем у тяжелых равнопрочных бетонов. Более высокие деформативные свойства легких бетонов обусловливают повышенную трещиностойкость конструкций на их основе. В легких бетонах пористые заполнители вследствие большей деформативности в меньшей мере уменьшают усадку цементного камня, поэтому полная усадка легких бетонов обычно на 15-25% больше, чем тяжелых, и достигает 1,5 мм/м. Применение плотных песков позволяет снизить усадку до 40 %.

Водонепроницаемость легких бетонов не снижается с применением пористых заполнителей низкой скорости фильтрации воды через легкие бетоны способствует высокая плотность их контактной зоны, наличие уплотненной оболочки цементного камня вокруг зерен заполнителя. При создании необходимой плотной структуры легкие бетоны, так же как и тяжелые, надежно защищают от коррозии арматуру. Если бетон имеет недостаточную плотность, то арматуру необходимо покрывать защитными покрытиями: цементнобитумными, цементно-казеиновыми и др.

Морозостойкость легких бетонов при правильно подобранном составе не ниже морозостойкости тяжелых.

57. Ячеистые бетоны. Виды классификаций. Материалы, требования к ним.

Ячеистый бетон — это особо легкий бетон с большим количеством (до 85% от общего объема бетона) мелких и средних воздушных ячеек размером до 1...1,5 мм. Пористость ячеистым бетонам придается:

а) механическим путем, когда тесто, состоящее из вяжущего и воды, часто с добавкой мелкого песка, смешивают с отдельно приготовленной пеной; при отвердении получается пористый материал, называемый пенобетоном;

б) химическим путем, когда в вяжущее вводят специальные газообразующие добавки; в результате в тесте вяжущего вещества происходит реакция газообразования, оно вспучивается и становится пористым. Затвердевший материал называют газобетоном.

Ячеистые бетоны по плотности и назначению делят на теплоизоляционные с плотностью 300... 600 кг/м3 и прочностью 0,4... ...1,2 МПа и конструктивные с плотностью 600... 1200 кг/м3 (чаще всего около 800 кг/м3) и прочностью 2,5 ... 15 МПа.

Уже давно широко развивается производство изделий из автоклавных ячеистых бетонов, т. е. твердеющих в автоклавах при пропаривании под давлением 0,8...1 МПа. Автоклавные ячеистые бетоны изготовляют из следующих смесей: а) цемента с кварцевым песком, при этом часть песка обычно размалывают: б) молотой негашеной извести с кварцевым частично измельченным песком; такие ячеистые бетоны называют пеносиликатами или газосиликатами; в) цемента, извести и песка в различных соотношениях. Песок в этих изделиях может быть заменен золой. Тогда получают пенозолобетон или газозолобетон. Портландцемент применяют алитовый (C3S>50%), низко- и среднеалюминатный (C3A= 5...8%) с началом схватывания не позднее чем через 2 ч.

Для ячеистых бетонов неавтоклавного твердения применяют цементы не менее М400. При этих условиях достигается в короткий срок необходимая устойчивость ячеистой массы до ее тепло-влажностной обработки. Применять пуццолановый портландцемент и шлакопортландцемент, отличающиеся замедленными сроками схватывания, без опытной проверки не рекомендуется. Они могут явиться также причиной повышенной усадки ячеистой массы после заполнения формы.

Для автоклавного ячеистого бетона наиболее целесообразно использовать портландцемент совместно с известью-кипелкой (смешанное вяжущее) в отношении 1: 1 по массе. Для приготовления автоклавных ячеистых бетонов применяют известь с содержанием активной CaO не менее 70%, MgO не более 5%, высокоэкзотермическую с температурой гашения около 85°С. Тонкость помола молотой извести-кипелки должна быть не ниже 3500... ... 4000 см2/г.

В качестве кремнеземистого компонента рекомендуется применять тонкомолотые кварцевые пески, содержащие не менее 90% кремнезема, не более 5% глины и 0,5% слюды. Песок в зависимости от плотности ячеистого бетона должен иметь удельную поверхность 1200... 2000 см2/г.

Зола-унос, применяемая вместо молотого песка, отличается неоднородностью химико-минералогического состава. Зола характеризуется высокой пористостью и дисперсностью. Эти особенности свойств золы способствуют повышенной влагоемкости и замедленной водоотдаче бетона, его пониженной трещиностойкости. К преимуществам золы по сравнению с песком можно отнести

возможность применения ее в отдельных случаях без предварительного размола. Это позволяет получать изделия меньшей плотности, чем с кварцевым песком. Зола-унос должна содержать кремнезема не менее 40%; потеря в массе при прокаливании в золах, получаемых при сжигании : антрацита и каменного угля, не должна превышать 8%, а для остальных зол — 5%; удельная поверхность — 2000...3000 см2/г. Другие кремнеземистые алюмосиликатные и кальциево-алюмосиликатные компоненты (трепел, трассы, опока и др.), характеризующиеся повышенной водопотребностью, для таких бетонов почти не используют.

Для образования ячеистой структуры бетона применяют пенообразователи и газообразователи. В качестве пенообразователей используют несколько видов поверхностно-активных веществ, способствующих получению устойчивых пен.

Клееканифольный пенообразователь приготовляют из мездрового или костного клея, канифоли и водного раствора едкого натра. Этот пенообразователь при длительном взбивании эмульсии дает большой объем устойчивой пены. Он несовместим с ускорителями твердения цемента кислотного характера, так как они вызывают свертывание клея. Хранят его не более 20 суток в условиях низкой положительной температуры.

Смолосапониновый пенообразователь приготовляют из мыльного корня и воды. Введение в него жидкого стекла в качестве стабилизатора увеличивает стойкость пены. Этот пенообразователь сохраняет свои свойства при нормальной температуре и влажности воздуха около 1 мес.

Алюмосульфонафтеновый пенообразователь получают из керосинового контакта, сернокислого глинозема и едкого натра. Он сохраняет свои свойства при положительной температуре до 6 мес.

Пенообразователь ГК готовят из гидролизованной боенской крови марки ПО-6 и сернокислого железа. Его можно применять с ускорителями твердения. Этот пенообразователь сохраняет свои свойства при нормальной температуре до 6 мес.

Расход пенообразователя для получения пены составляет:

клееканифольного — 8... 12%;

смолосапонинового — 12... 16;

алюмосульфонафтенового—16... 20 и пенообразователя ГК — 4...6% от количества воды. Смесь из двух пенообразователей (например, ГК и эмульсии мыльного корня в соотношении 1 : 1) позволяет получить более устойчивую пену, но это несколько усложняет технологию.

В качестве газообразователя в производстве газобетона и газосиликата применяют алюминиевую пудру, которую выпускают четырех марок. Для производства газобетона используют пудру марки ПАК-3 или ПАК-4 с содержанием активного алюминия 82% и тонкостью помола 5000... 6000 см2/г. Расход алюминиевой пудры зависит от плотности получаемого газобетона и составляет 0,25... 0,6 кг/м3.

При производстве алюминиевой пудры для защиты ее от окисления вводят парафин, который обволакивает тонкой пленкой каждую частицу алюминия, придавая ему гидрофобность. Такая пленка препятствует осаждению пудры в воде и образованию водой суспензии. Поэтому алюминиевую пудру (слой толщиной 4 см) предварительно в течение 4 ... 6 ч прокаливают в электрических печах при температуре 200 ... 220°С.

Применяют также способ приготовления суспензии с растворами поверхностно-активных веществ (канифольного мыла, мылонафта сульфанола, СДБ и др.), которые придают чешуйкам пудры гидро-фильность. Обработка пудры растворами СДБ или смолосапонино-вого пенообразователя замедляет газообразование, уменьшает количество выделяемого газа, приводит к меньшим дефектам структуры бетона. Расход поверхностно-активной добавки (в пересчете на сухое вещество) составляет около 5% от массы пудры.

Для замедления скорости гашения молотой извести-кипелки добавляют двуводный гипс. Он должен иметь тонкость помола, характеризуемую остатком на сите № 02 не более 3%. Допускается применять полуводный гипс вместе с добавкой поташа. Использование для этой цели других добавок (кератинового замедлителя, животного клея, поверхностно-активных добавок), менее эффективно.

При определении состава ячеистого бетона необходимо обеспечить заданную плотность и его наибольшую прочность при минимальных расходах порообразователя и вяжущего вещества. При этом структура ячеистого бетона должна характеризоваться равномерно распределенными мелкими порами правильной шаровидной формы.

Плотность ячеистого бетона и его пористость зависят главным образом от расхода пороообразователя и степени использования его порообразующей способности. Некоторое влияние на них оказывают температура смеси и количество воды, принятое для затворения смеси, т. е. водотвердое отношение В/Т (отношение объема воды к массе вяжущего вещества и кремнеземистой добавки). Увеличение В/Т повышает текучесть смеси, а следовательно, улучшает условия образования пористой структуры, если обеспечивается достаточная пластичная прочность смеси к концу процесса газообразования. На рисунке приведена зависимость прочности ячеистого бетона от его плотности. Прочность ячеистого бетона зависит также от характера его пористости, размеров и структуры пор и прочности межпоровых оболочек. С увеличением В/Т до оптимального значения, обеспечивающего наилучшие условия формирования структуры смеси, прочность ячеистого бетона повышается. Прочность оболочек, в свою очередь, зависит от оптимального соотношения основного вяжущего и кремнеземистого компонента, В/Т, а также условий тепловлажностной обработки. Из этого следует, что применение, смесей с минимальным значением В/Т при условии образования высококачественной структуры (например, вибровспучиванием) позволяет получить ячеистый бетон более высокой прочности.

58. Виды и свойства ячеистых бетонов.

Существует множество разновидностей ячеистого бетона, которые классифицируют по следующим признакам.

1. **По функциональному назначению.** Выделяют четыре вида ячеистого бетона: теплоизоляционный — средняя плотность до 500 кг/м3 (/706m=82... 92%); теплоизоляционно-конст-рукционный— средняя плотность 500... 900 кг/м3 (Л0бщ=82... ...66%j); конструкционный бетон для конструкционных элементов жилых н селі, скохозяйстпенных зданий — средняя плотность 1000... ...1400 кг/м3 (/7общ=62... 47%); жаростойкий (бетон для теплоизоляции и ограждающих конструкций промышленных печей) — средняя плотность от 800 до 1200 кг/м3 и температура применения до 800°С.

2. **По способу порообразования.** Принципиально различают три способа создания пористой структуры ячеистых бетонов: газообразование (газобетоны, газосиликаты и т. д.); пенооб - разование (пенобетоны, пеносиликаты и т. д.); аэрирование (аэрированный ячеистый бетон, аэрированный ячеистый силикат и т. д.).

Кроме того, известны и применяют разновидности этих способов и их совокупные комбинации. К таким способам относят вспучивание газообразованием в вакууме (небольшое разрежение), аэрирование массы под давлением (барботирование ее сжатым воздухом) с последующим снижением давления до атмосферного (баротермальный способ) и др.

3. **По виду вяжущего вещества.** В технологии ячеистых бетонов в качестве вяжущего используют в основном цементы (газобетон, пенобетон) и известь (газосиликат, пеносиликат) и реже — гипс. Применение автоклавной обработки открыло широкие возможности для применения в качестве компонентов вяжущего материалов, проявляющих в условиях гидротермальной обработки (давление 0,8... 1,2 МПа) эффект гидратационного твердения. К этим материалам относят отходы промышленности и некоторые горные породы (в основном природные и искусственные стекла), содержащие оксиды кальция, магния, алюминия, железа и кремния. Наиболее широко нз этой группы материалов применяют металлургические шлаки, отходы глиноземного производства, стеклобой, перлиты.

4. **По виду кремнеземистого компонента.** Наиболее широко при производстве ячеистых бетонов применяют кварцевый песок, при этом предпочтение отдается пескам, содержащим не менее 90% кремнезема. Применяют также в качестве кремнеземистого компонента золу-унос от сжигания бурых и каменных углей, кислые металлургические шлаки, отходы глиноземного производства и др. Вид кремнеземистого компонента входит составной частью в название ячеистого бетона, например, газозолобе - тон, газозолосиликат и т. п.

5. **По способу твердения.** Ячеистые бетоны делят на два класса: неавтоклавные (безавтоклавные), тепловлажностную обработку которых производят пропариванием, электропрогревом или другими методами нагрева при нормальном давлении, и автоклавные, которые твердеют при повышенных давлениях и температуре. Способ твердения отражается в названии ячеистого бетона, например пропаренный газобетон, автоклавный газосиликат и т. п.

Физико-механические свойства ячеистого бетона определяются главным образом объемом ячеистой пористости и характеристиками пористой структуры.

Средняя плотность ячеистого бетона определяется средней плотностью твердой фазы (межпоровых перегородок) и общим объемом ячеистых пор, образовавшихся в результате воздухово-влеченння и искусственной поризации массы. В свою очередь, средняя плотность материала межпоровых перегородок (силикатного камня) меняется в зависимости от применяемых сырьевых материалов (от вида кремнеземистого компонента и вяжущего), количества воды затворения, способа поризации ячеистобетоиной массы, гранулометрии кремнеземистого компонента, определяющей плотность его укладки. Например, для ячеистых бетонов на золе средняя плотность силикатного камня составляет 2000... 2100 кг/м3, а на кварцевом песке — 2600 ...2650 кг/м3.

Специфика пористой структуры предопределяет анизотропию основных свойств ячеистого бетона. Его прочность при приложении сжимающей нагрузки перпендикулярно направлению вспу-чивания, как правило, на 15... 20% выше, чем при приложении нагрузки параллельно направлению вспучивания. Это объясняется деформацией пор, происходящей вследствие осадки свежевспучен - ной ячеистой массы и также давления верхних слоев массы на нижние. В результате поры деформируются, приобретая овальную форму с максимальным размером по горизонтали. Поэтому испытания'' образцов ячеистого бетона производят в положении, соответствующем работе изделия в конструкции.

Автоклавные ячеистые бетоны характеризуются большей (в 1,5... 1,8 раза) прочностью, чем неавтоклавные.

Прочность ячеистых бетонов в значительной степени зависит от их влажности. Прочность при сжатии в сухом состоянии па 20... 40% выше водонасыщенного материала. При этом наибольшее снижение прочности наблюдается при увлажнении ячеистого бетона до 7... 12%), что соответствует величине сорбционного увлажнения соответственно ячеистых бетонов на кварцевом песке и золе-уносе.

В зависимости от применяемой технологии (литьевой или комплексной вибрационной)влажность ячеистого бетона после тепловлажностной обработки колеблется в пределах от 15 до 35% по массе. Через 1,5... 2 года эксплуатации в нормальных условиях в ячеистых бетонах устанавливается равновесная влажность, равная 6...9% для бетонов на кварцевом песке и 10... 15%—на золе-уносе.

Влажность ячеистых бетонов существенно влияет на их теплопроводность. На каждый процент влажности прирост теплопроводности составляет от 7 до 8,5%. Решающим фактором снижения теплопроводности является повышение общей пористости. Так, при снижении средней плотности ячеистого бетона на 100 кг/м3 теплопроводность уменьшается на 20%.

Морозостойкость ячеистых бетонов, как правило, превышает 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Весьма существенное влияние на морозостойкость ячеистых бетонов оказывают структура цементного камня и вид применяемого вяжущего. Так, в частности, ячеистые бетоны на цементе и кварцевом песке характеризуются более высокой морозостойкостью, чем га-зосиликаты и газозолобетон. Применение оптимальных составов сырьевой шихты на грубомолотых песках и комплексной вибрационной технологии позволяет получать ячеистые бетоны, выдер-живающие до 100 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

58. Виды и свойства ячеистых бетонов

Ячеистые бетоны - это искусственные каменные материалы, состоящие из затвердевшего вяжущего вещества (или смеси вяжущего и заполнителя) с равномерно распределёнными в нем воздушными порами (ячейками).

Ячеистый бетон классифицируется, в первую очередь, ***по способу получения пористой структуры*** на *газобетоны* и *пенобетоны*. Получение пористой структуры возможно также путем испарения значительного количества вовлеченной воды.

По виду вяжущего ячеистый бетон может быть получен следующих номенклатур:

- на основе цемента - пенобетон и газобетон;
- на основе известкового вяжущего - пеносиликат и газосиликат;
- на основе магнезиального вяжущего - пеномагнезит и газомагнезит;
- на основе гипсового вяжущего - пеногипс и газогипс.

Иногда в состав ячеистого бетона вводят крупный заполнитель в виде шлаковой пемзы, перлита, вермикулита, керамзита или других вспученных материалов. Такие бетоны принято называть *ячеистолегкими*.

По способу твердения ячеистый бетон подразделяют на *естественного* и *искусственного твердения*. Ячеистые бетоны естественного твердения набирают прочность при хранении в обычных атмосферных условиях, а искусственного – при их обработке в условиях повышенных температур под воздействием водяного пара. Обработка называется автоклавной при давлении пара более 1 атм и температуре выше 100 °С и неавтоклавной, если давление пара менее 1 атм и температура в пределах 25 - 100 °С. Соответственно и ячеистый бетон подразделяется на *автоклавный* и *неавтоклавный*.

Изделия из ячеистых бетонов в ***зависимости от требований, предъявляемых к их несущей способности***, могут быть *армированными* и *неармированными*.

В зависимости ***от свойств и области применения*** ячеистый бетон делится на *теплоизоляционный* и *теплоизоляционно-конструктивный*. Теплоизоляционный ячеистый бетон отличается малым объемным весом (менее 1000 кг/м³), низким коэффициентом теплопроводности и достаточной прочностью.

В строительстве применяются различные изделия из конструкционных ячеистых бетонов: панели, блоки и камни для наружных и внутренних стен и перегородок, плиты для утепленных кровель промышленных сооружений, скорлупы и сегменты для теплоизоляции трубопроводов, блоки для утепления и т. д. Изделия из ячеистых бетонов выпускают различных размеров как сплошные, так и пустотелые.

Свойства ячеистых бетонов

Физико-механические свойства ячеистых бетонов зависят от способов образования пористости, равномерности распределения пор, их характера (открытые, сообщающиеся или замкнутые), вида вяжущего, условий твердения, влажности и многих других технологических факторов. Однако некоторые свойства ячеистых бетонов подчинены общим закономерностям.

Коэффициент теплопроводности зависит в основном от величины объемного веса. Он почти не зависит от вида вяжущего, условий твердения и других факторов. Это объясняется тем, что материал стенок, образующих поры, состоит из цементного камня или близкого к нему по свойствам силиката. Поэтому величина пористости и соответственно объемного веса определяет теплопроводность ячеистых бетонов.

Прочностные свойства ячеистых бетонов зависят в большей степени от вида вяжущего и условий твердения. Наиболее прочным является автоклавный ячеистый бетон: его прочность превышает прочность ячеистых бетонов естественного твердения в 8 - 10 раз.

Для ячеистых бетонов, в состав которых входит наряду с вяжущим определенное количество тонкодисперсных добавок, вместо водоцементного отношения принято определять так называемое *водотвердное отношение*. Водотвердный фактор - это отношение воды затворения к сумме твердых веществ - вяжущего и добавок. По мере увеличения водотвердного отношения ячеистый бетон теряет свою прочность, она уменьшается. Этой зависимости подчиняются ячеистые бетоны на основе любого вяжущего. Ячеистые армированные изделия обладают достаточно большой прочностью (больше 75 кг/см²).

Теплофизические свойства ячеистых бетонов зависят от их влажности. Поэтому, одним из основных свойств, характеризующих ячеистый бетон, является водопоглощение. Водопоглощение ячеистых бетонов зависит от вида вяжущего вещества: бетоны на основе извести, каустического магнезита, каустического доломита и гипса имеют большее водопоглощение, чем бетоны на портландцементе.

Важным свойством для ячеистых бетонов является *усадка*. Изделия из неавтоклавного бетона дают большую усадку, чем из автоклавных. Пеногипс и пеномагнезит практически не дают усадки.

Температуростойкость ячеистых бетонов невысока. Для автоклавных пенобетона и пеносиликата, а также для безавтоклавного пенобетона предельно допустимыми температурами являются 300 - 400 °С. При дальнейшем повышении температуры имеет место дегидратация новообразований цементного камня, вследствие чего резко понижается прочность бетонов. Быстрый нагрев скорее приводит к появлению трещин, чем медленный нагрев до той же температуры. Для применения при температурах от 400 до 700 °С разработаны специальные рецептуры жароупорного пенобетона.

59. Изделия на основе извести: силикатный кирпич. Способы производства и свойства.

Силикатный кирпич - искусственный камневидный материал, получаемый путем прессования увлажненной смеси кварцевого песка и извести с последующим запариванием в автоклаве.

Сырьем для его производства служат кварцевый песок (92- 94% от массы сухой смеси) и известь (6-8%), считая на активную CaO.

Себестоимость силикатного кирпича примерно на 25-35% ниже глиняного. По сравнению с обычным глиняным кирпичом силикатный имеет пониженную стойкость против воздействия некоторых агрессивных сред.

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

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

При силосном способе предварительно перемешанную и увлажненную массу направляют для гашения в силосы. Гашение в силосах происходит 7-12 ч, т. е. в 10–15 раз дольше, чем в барабанах, что является существенным недостатком силосного способа.

Хорошо загашенную в барабане или силосе известковопесчаную массу подают в лопастный смеситель или на бегуны для дополнительного увлажнения и перемешивания и далее на прессование. Прессование кирпича производят на механических прессах под давлением. Отформованный сырец укладывают на вагонетку, на которой полуфабрикат направляют в автоклав для твердения.

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

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

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

60. Ячеистые силикатные изделия. Виды, исходные материалы, производство, свойства.

Силикатные изделия ячеистой структуры могут быть также в виде пено- и газосиликата. **Пеносиликат** - камневидный строительный конгломерат ячеистого строения, получаемый смешиванием технической пены с предварительно размолотой известковопесчаной смесью.

Для изготовления пеносиликата берут обычно до 25% молотой извести-кипелки и кварцевый песок. Кроме песка могут быть использованы доменный шлак, золы, трепел, диатомит и другие заполнители с большим содержанием кремнезема. Известь и заполнители подвергают совместному или раздельному измельчению, после чего приготавливают ячеистую смесь путем перемешивания известково-песчаного раствора с устойчивой технической пеной. Готовую ячеистую смесь выпускают из смесительного барабана пенобетоно-мешалки в раздаточный бункер, а затем разливают в форму будущего изделия. По прошествии 6-8 ч пеносиликат в формах направляют в автоклавы для запаривания и отвердевания.

Газосиликат - искусственный каменный материал ячеистого строения, в котором пористая структура известково-песчаной смеси образуется введением газообразователей. Технологический процесс получения газосиликата сходен с процессом производства газобетона и состоит в основном из измельчения извести и песка, приготовления известково-песчаного раствора совместно с газообразователем, формования изделия и запаривания в автоклаве.

Из силикатных бетонов ячеистой структуры изготовляют изделия со средней плотностью 300-1200 кг/м и пределом прочности при сжатии 0,4-20,0 МПа. Такие изделия характеризуются мелкопористой структурой, малой теплопроводностью [(0,1-0,35 Вт/(м-К)] и достаточной морозостойкостью. Пено- и газосиликаты с малой средней плотностью (до 500 кг/м) используют для утепления строительных конструкций и тепловых установок (трубопроводов, котлов и др.). Изделия с пределом прочности 2,5-7,5 МПа и теплопроводностью до 0,29 Вт/(м-К) применяют для изготовления крупноразмерных изделий наружных и внутренних стен, перегородок и перекрытий зданий. Для перекрытий промышленных и жилых зданий изготовляют армопеносиликатные плиты с пределом прочности при сжатии выше 7,5 МПа. Плиты размерами (150-300)х50х(10-14) см не требуют дополнительной теплоизоляции, являются достаточно прочными и долговечными.

61. Асбестоцементные изделия. Определение, классификация, материалы для производства, требования к ним.

Асбестоцемент – строительный композиционный материал, представляющий собой затвердевший цементный камень, армированный волокнами асбеста. Асбестоцементные изделия получают формованием смеси асбеста, портландцемента и воды.

В производстве асбестоцементных изделий в основном используют **хризотил-асбест**. Для производства асбестоцементных изделий применяют 3, 4, 5 и 6 сорта асбеста. Более низкие сорта (7 и 8) содержат очень короткие волокна (короче 1 мм), много пыли и «гали» (мелкие куски руды и породы), что снижает армирующие свойства асбеста, поэтому от их применения воздерживаются. Кроме сортности асбест разделяют по маркам. Каждому сорту соответствует несколько марок, отличающихся либо текстурой (полужесткая и мягкая в зависимости от степени расщепления или распушенности волокон в процессе обогащения), либо минимальным остатком (%) на верхнем сите специального контрольного аппарата. Чем выше сорт асбеста и жестче его текстура, тем выше качество изделий. В качестве вяжущего используют клинкерный **портландцемент** марок 400 и 500. В нем не допускается содержание добавок, кроме гипса. При автоклавном способе обработки изделий может применяться также песчанистый портландцемент. **Вода**, применяемая для изготовления асбестоцементных изделий, не должна содержать органических веществ или продуктов их разложения, глинистых примесей и солей.

Номенклатура асбестоцементных изделий насчитывает свыше 40 наименований. Они могут быть разделены на следующие основные группы: *профилированные листы* - волнистые и полуволнистые для кровель и обшивки стен; *плоские плиты* - обыкновенные и офактуренные или окрашенные для облицовки стен; *панели кровельные и стеновые с теплоизоляционным слоем*; *трубы напорные и безнапорные и соединительные муфты к ним*; *специальные изделия* (архитектурные, санитарно-технические, электроизоляционные и т. д.).

В настоящее время существует три способа производства асбестоцементных изделий: мокрый способ - из асбестоцементной суспензии, полусухой - из асбестоцементной массы и сухой - из сухой асбестоцементной смеси. Наиболее широкое распространение получил мокрый способ.

64. Черные металлы и стали. Виды, способы производства, свойства.

Черными металлами называются металлы, основную часть которых составляет железо, это: чугун, сталь, собственно железо и ферросплавы.

Виды черных металлов:

1. Железные металлы - железо, кобальт, никель (ферромагнетики) и марганец
2. Тугоплавкие металлы (темп. плавл. выше 1539°)
3. Урановые металлы - актиниды
4. Редкоземельные металлы (РЗМ) - лантан, церий, неодим, празеодим и др.
5. Щелочноземельные металлы

Производство чугуна в доменной печи.

Выплавка чугуна производится в огромных доменных печах, выложенных из огнеупорных кирпичей достигающих 30 м высоты при внутреннем диаметре около 12 м.

Пустую породу в руде образуют, главным образом диоксид кремния SiO_2.

Это – тугоплавкое вещество. Для превращения тугоплавких примесей в более легкоплавкие соединения к руде добавляются флюс . Обычно в качестве флюса используют $CaCo_3$. При взаимодействии его с SiO_2 образуется $CaSiO_2$, легко отделяющийся в виде шлака.

При восстановлении руды железо получается в твердом состоянии. Постепенно оно опускается в более горячую часть печи – распар - и растворяет в себе углерод; образуется чугун. Последний плавится и стекает в нижнюю часть горна, а жидкие шлаки собираются на поверхности чугуна, предохраняя его от окисления. Чугун и шлаки выпускают по мере накопления через особые отверстия, забитые в остальное время глиной.

Процесс выплавки может быть ускорен путем применения в доменных печах кислорода. При вдувании в доменную печь обогащенного кислородом воздуха предварительный подогрев его становится излишним. Производительность печи повышается и уменьшается расход топлива. Такая доменная печь дает в 1,5 раза больше железа и требует кокса на ¼ меньше чем обычная.

Производство стали.

Сталеплавильное производство - это получение стали из чугуна и стального лома в сталеплавильных агрегатах металлургических заводов. Сталеплавильное производство является вторым звеном в общем производственном цикле черной металлургии.

Сталеплавильный процесс является окислительным процессом, так как сталь получается в результате окисления и удаления большей части примеси чугуна - углерода, кремния, марганца и фосфора. Отличительной особенностью сталеплавильных процессов является наличие окислительной атмосферы. Окисление примесей чугуна и других шихтовых материалов осуществляется кислородом, содержащимся в газах, оксидах железа и марганца. После окисления примесей, из металлического сплава удаляют растворенный в нем кислород, вводят легирующие элементы и получают сталь заданного химического состава.

В зависимости от степени раскисления различают спокойную, кипящую и полуспокойную сталь.

Свойства черных металлов. Чугун характеризуется хрупкостью, более низкой температурой плавления (в сравнении со сталью) и меньшим объемным и линейным сокращением при охлаждении, что делает его более удобным материалом для литья, чем сталь.

По сравнению с чугуном сталь отличается меньшей хрупкостью, большей механической прочностью, легче поддается различной обработке. Свойства стали зависят от ее состава и структуры, последняя, в свою очередь, зависит главным образом от термической обработки стали, т. е. от ее закалки, отпуска и отжига.

Большое влияние на свойства стали оказывает содержание в ней углерода. Так, стали с содержанием углерода не свыше 0,25% хорошо свариваются и куются. Закалке эти стали поддаются только при дополнительном введении в них добавок (хрома, никеля и др.)., С повышением в стали содержания углерода увеличивается ее твердость и хрупкость, причем такая сталь поддается термической обработке (закалке) и при отсутствии в ней добавок

65. К цветным металлам и сплавам относятся практически все металлы и сплавы, за исключением железа и его сплавов, образующих группу чёрных металлов.*

Цветные металлы по ряду признаков разделяют на следующие **группы:**

- тяжёлые металлы — медь, никель, цинк, свинец, олово;
- лёгкие металлы — алюминий, магний, титан, бериллий, кальций, стронций, барий, литий, натрий, калий, рубидий, цезий;
- благородные металлы — золото, серебро, платина, осмий, рутений, родий, палладий;
- малые металлы — кобальт, кадмий, сурьма, висмут, ртуть, мышьяк;
- тугоплавкие металлы — вольфрам, молибден, ванадий, тантал, ниобий, хром, марганец, цирконий;
- редкоземельные металлы — лантан, церий, празеодим, неодим, самарий, европий, гадолиний, тербий, иттербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, лютеций, прометий, скандий, иттрий;
- рассеянные металлы — индий, германий, таллий, таллий, рений, гафний, селен, теллур;
- радиоактивные металлы — уран, торий, протактиний, радий, актиний, нептуний, плутоний, америций, калифорний, эйнштейний, фермий, менделевий, нобелий, лоуренсий.

Сплавы цветных металлов применяют для изготовления деталей, работающих в условиях агрессивной среды, подвергающихся трению, требующих большой теплопроводности, электропроводности и уменьшенной массы.

Медь=>латунь(+10-40% цинк), бронза(+до 10% олово)

Алюминий=>силумины(+до 14% кремния), диралюмины (сложный сплав с медью,кремнием,магнием и марганцем)

Особенности цветных металлов

1. Некоторые металлы (медь, магний, алюминий) обладают сравнительно высокими теплопроводностью и удельной теплоемкостью, что способствует быстрому охлаждению места сварки, требует применения более мощных источников теплоты при сварке, а в ряде случаев предварительного подогрева детали.

2. Для некоторых металлов (медь, алюминий, магний) и их сплавов наблюдается довольно резкое снижение механических свойств при нагреве, в результате чего в этом интервале температур металл легко разрушается от ударов, либо сварочная ванна даже проваливается под действием собственного веса (алюминий, бронза).

3. Все цветные сплавы при нагреве в значительно больших объемах, чем черные металлы, растворяют газы окружающей атмосферы и химически взаимодействуют со всеми газами, кроме инертных. Особенно активные в этом смысле более тугоплавкие и химически более активные металлы: титан, цирконий, ниобий, тантал, молибден. Эту группу металлов часто выделяют в группу тугоплавких, химически активных металлов.

Сталь - деформируемый (ковкий) сплав железа с углеродом (до 2,14%) и другими элементами. Получают, главным образом, из смеси чугуна со стальным ломом в кислородных конвертерах, мартеновских печах и электропечах. Сплав железа с углеродом, содержащий более 2,14% углерода, называют чугуном.

99% всей стали - материал конструкционный в широком смысле слова: включая стали для строительных сооружений, деталей машин, упругих элементов, инструмента и для особых условий работы - теплостойкие, нержавеющие, и т.п. Его главные качества - прочность (способность выдерживать при работе достаточные напряжения), пластичность (способность выдерживать достаточные деформации без разрушения как при производстве конструкций, так в местах перегрузок при их эксплуатации), вязкость (способность поглощать работу внешних сил, препятствуя распространению трещин), упругость, твердость, усталость, трещиностойкость, хладостойкость, жаропрочность.

Классификация сталей и сплавов производится:

- по химическому составу;
- по структурному составу;
- по качеству (по способу производства и содержанию вредных примесей);
- по степенираскисления и характеру затвердевания металла в изложнице;
- по назначению.

По химическому составу углеродистые стали делят в зависимости от содержания углерода на следующие группы:

- малоуглеродистые - менее 0,3% С;
- среднеуглеродистые - 0,3...0,7% С;
- высокоуглеродистые - более 0,7 %С.

В легированных сталях их классификация по химическому составу определяется суммарным процентом содержания легирующих элементов:

низколегированные - менее 2,5%;

среднелегированные - 2,5...10%;

высоколегированные - более 10%.

Структурный состав

Легированные стали и сплавы делятся также на классы по структурному составу:

в отожженном состоянии - доэвтектоидный, заэвтектоидный, ледебуритный (карбидный), ферритный, аустенитный;

в нормализованном состоянии - перлитный, мартенситный и аутенитный.

К перлитному классу относят углеродистые и легированные стали с низким содержанием легирующих элементов, к мартенситному - с более высоким и к аустенитному - с высоким содержанием легирующих элементов.

Классификация стали по назначению:

- Конструкционные стали

- Строительные стали
- Стали для холодной штамповки
- Цементируемые стали
- Улучшаемые стали
- Высокопрочные стали
- Пружинные стали
- Подшипниковые стали
- Автоматные стали
- Износостойкие стали
- Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали
- Жаропрочные стали
- Жаростойкие стали
- Криогенные стали
- Инструментальные стали
- Валковые стали

66. Способы производства металлических конструкций.

При изготовлении металлических изделий расплавленный чугун или сталь разливают по специальным формам, называемым изложницами, а затем слитки металла от 500 кг до нескольких (иногда десятков) тонн подвергают дальнейшей обработке давлением или литьем, в результате которой получают изделия требуемых форм, размеров и свойств. Затем изделия соединяют в конструкцию с помощью сварки, клепки или болтов. Обработка Давлением основана на высоких пластичных свойствах металла.

• Прокат — наиболее распространенный и дешевый способ производства металлических изделий. Сущность проката заключается в обжатии металла между вращающимися валками, при этом заготовка уменьшается в сечении, вытягивается и приобретает форму, соответствующую валкам, если последние Не. гладкие. Прокатывают металл в холодном и горячем состоянии" Холодный прокат применяют для металлов, обладающих высокой пластичностью (свинец, олово), или для получения тончайших стальных листов (по причине их быстрого остывания) Однако подавляющее большинство стальных изделий прокатывают в горячем состоянии при температуре 900...1250°С. Обжатие стального слитка до требуемой формы и размера производят за несколько последовательных приемов путем пропуска его через ряд валков с уменьшающимся зазором. Способом прокатки получают большинство стальных строительных изделий: балки, рельсы, листовую и прутковую сталь, арматуру трубы.

• Ковка — процесс деформации металла под действием повторяющихся ударов молота или пресса. Ковка может быть свободная, когда металл при ударе молота имеет возможность свободно растекаться во все стороны, и штампованная, когда металл, растекаясь под ударами молота, заполняет формы штампов, а избыток его вытекает в специальную канавку и отрезается. Штамповка позволяет получить изделия очень точных размеров. В условиях строительства пользуются преимущественно свободной ковкой для изготовления различных деталей (болтов, скоб, анкеров), для пробивки отверстий, рубки и резки металла. Клепка также относится к операциям ковки. В настоящее время ковку производят посредством механических молотов.

• Волочение заключается в протягивании металлической заготовки через отверстие, сечение которого меньше сечения заготовки. В результате этого металл обжимается, а профиль его строго соответствует форме отверстия. В качестве заготовки используют предварительно прокатанный или прессованный пруток или трубу. Волочение металла производят обычно в холодном состоянии, при этом получают изделия точных профилей с чистой и гладкой поверхностью. Способом волочения изготовляют тонкостенные изделия (трубки), а также круглые, квадратные, шестиугольные прутки небольшой площади сечения (до 10 мм2).

При волочении в металле появляется так называемый наклеп — упрочнение металла в результате пластической деформации. Наклеп повышает твердость стали, но снижает пластичность и вязкость. Явление наклепа вызывает старение стали — структурные изменения, повышающие ее хрупкость. Старение стали особенно опасно в конструкциях, подвергающихся ударной нагрузке (в железнодорожных мостах, рельсах, подкрановых балках). Однако явление наклепа широко используют на практике при механическом упрочнении арматурной стали для повышения предела текучести.

• Холодное профилирование металла — процесс деформирования листовой или круглой стали на прокатных станах. Из лис- оВой стали получают гнутые профили с различной конфигурацией в поперечнике, они экономичнее профилей горячей прокатки За счет сокращения толщины профиля до 2 мм.

67. Стальная арматура. Определение, виды, способы армирования ЖБИ.

Арматура — совокупность соединенных между собой элементов, которые при совместной работе с бетоном в железобетонных сооружениях воспринимают растягивающие напряжения (балки), а также могут использоваться для усиления бетона в сжатой зоне (колонны).

Стальная арматура применяется в строительстве для армирования железобетонных конструкций

Виды:

Для армирования железобетонных конструкций применяют:
горячекатаную стержневую арматуру классов А-I, А-II, А-III, А-IV, А-V, А-VI, Ат-III, Ат-IVС, Ат-IVК, Ат-VСК, Ат-VIК, Ат-VI, Ат-VII, А-IIIВ;
холоднотянутую проволочную арматуру классов В-I, Вр-I,Вр-II;
арматурные канаты классов-К-7, К-9;
сварные арматурные сетки(рулонные и плоские) по ГОСТ 8478-81
сетки для армоцемента (сварные и тканые) по серии I.410-10.

Способы армирования ЖБИ:

По назначению:

По назначению арматуру разделяют:

- рабочая арматура (сечение назначается по расчету, воспринимает усилия в элементах от основной нагрузки)
- конструктивная (сечение назначается по минимальному проценту армирования, воспринимает усадку/расширение, температуре воздействия)
- распределительная
- монтажная (устанавливается для объединения рабочей и конструктивной в сетки и каркасы)
- анкерная (закладные детали)

По ориентации в конструкции

- поперечная — арматура, которая препятствует образованию наклонных трещин от возникающих скалывающих напряжений вблизи опор и связывает бетон сжатой зоны с арматурой в растянутой зоне;
- продольная — арматура, которая воспринимает растягивающие напряжения и препятствует образованию вертикальных трещин в растянутой зоне конструкции.

По условиям применения

По условиям применения бывает:

- напрягаемая арматура;
- ненапрягаемая арматура.

Напрягаемая арматура в предварительно напряженных ж/б конструкциях может быть только рабочей.

Применение

Совместную работу арматуры и бетона обеспечивает сцепление их по поверхности контакта. Сцепление арматуры с бетоном зависит от прочности бетона, величины его усадки, возраста бетона и от формы сечения арматуры и вида ее поверхности.

Возможны пять видов контакта арматуры с бетоном:

- соединения на связях сдвига;
- трение;
- сцепление (соединение с помощью бетонирования стального элемента арматуры);
- обжатие арматуры бетоном после его усадки;
- электрохимическое взаимодействие стальной арматуры и цементного раствора.

Если арматура была подвергнута предварительному натяжению, то её называют напрягаемой. Натяжение служит для увеличения прочности железобетонной конструкции путём предотвращения образование трещин, уменьшения прогибов и снижения собственной массы конструкции — поскольку по весу требуется значительно меньше арматуры.

В железобетонных изделиях, в основном, используются арматурные изделия, которые представляют собой соединенные между собой стержни арматурной стали. Основные способы соединения стержней — это электросварка, вязка проволокой. Вместо вязки проволокой используют специальные арматурные фиксаторы, изготовленные из пружинной стали. Газовая сварка, как правило, не применяется.

68. Строение дерева, свойства древесины

Свойства древесины:

Малый вес.

Прочность. Одним из показателей эффективности применения конструкций из различных материалов является показатель удельной прочности материала, который выражается отношением плотности материала к его расчетному сопротивлению.

Деформативность и вязкость. Из всех традиционных строительных материалов только древесина в меньшей степени реагирует на неравномерную осадку оснований фундаментов. Вязкий характер разрушения древесины (за исключением скалывания) позволяет перераспределять усилия в элементах, что не вызывает мгновенного отказа конструкций.

Температурное расширение. Коэффициент линейного расширения древесины различен вдоль волокон и под углом к ним. Вдоль волокон значение этого коэффициента в 7-10 раз меньше, чем поперек волокон, и в 2-3 раза меньше, чем у стали. Этот факт дает возможность не учитывать влияние температуры и не требует членения здания на температурные блоки.

Малая теплопроводность древесины. Например, Коэффициент теплопроводности древесины в 6 раз ниже, чем у керамического кирпича.

Химическая стойкость древесины. Древесину можно использовать без дополнительной защиты или защищая ее покраской, поверхностной пропиткой в условиях химически агрессивной среды. Большинство органических кислот не разрушает древесину при обычной температуре.

Самовозобновляемость древесины. Основным достоинством древесины по сравнению с другими конструкционными материалами является постоянное возобновление ее запасов.

Простота обработки.

Неоднородность, анизотропность древесины и пороки. Неоднородность древесины проявляется в различии строения и свойств годовых слоев, образующихся в процессе роста дерева в зависимости от условий внешней среды, различных районов, экологии, продолжительности зимнего и летнего периодов. Неоднородность древесины сказывается на изменчивости показателей прочности, что усложняет получение достоверных расчетных характеристик древесины. Значительные расхождения прочности древесины при приложении усилий вдоль и поперек волокон значительно усложняют вопросы конструирования деревянных конструкций и, в первую очередь, узловых соединений, что зачастую ведет к нерациональному увеличению сечений соединенных элементов. К основным порокам относятся сучки, трещины и косослой.

Зависимость физико-механических свойств древесины от влажности. Древесина обладает способностью впитывать в себя влагу ввиду своей гигроскопичности. Для строительства различают древесину: сырую с влажностью выше 25%; полусухую с влажностью 12-25%; воздушно-сухую с влажностью 6-12%.

Ползучесть древисины. При кратковременном действии нагрузки древесина работает практически упруго, но при длительном действии неизменной нагрузки деформации во времени увеличиваются.

Биопоражение древесины. (грибы, насекомые)

Распространение огня происходит в результате соединения углерода древесины с кислородом. Примерно при 250 °C клетчатка древесины начинает разлагаться, образующиеся при этом вещества начинают гореть и своим теплом разлагают моховые части древесины.

Строение дерева:

В растущем дереве различают корень, ствол, крону. Строение ствола дерева, видимое невооруженным глазом, назовём макроструктурой. Чтобы получить представление о макроструктуре древесины, ее рассматривают с трех основных распилов — поперечного, радиального и тангенциального.

а) Продольный распил — проходит через сердцевину ствола.

б) Тангенциальный распил — проходит вдоль ствола, но удален от сердцевины на разное расстояние.

в) Поперечный распил — проходит перпендикулярно оси ствола и образует торцевую плоскость.

Древесина, распиленная в разных направлениях, имеет различную текстуру (рисунок), и отличается своими качествами и свойствами.

На поперечном разрезе ствола древесного растения можно выделить следующие основные макроструктурные единицы древесины:

- Кора
- Камбий (одноклеточный слой живых клеток, поочередно делящихся в сторону заболони и в сторону луба, обеспечивающий рост дерева в толщину)

- Заболонь древесина
- Ядро
- Сердцевина

Если посмотреть на тонкий распил древесины под микроскопом, можно увидеть, что она состоит из тканей, образованных клетками. Древесина преимущественно состоит из сложных органических соединений. Органические вещества можно представить четырьмя основными группами: Целлюлоза, Гемицеллюлозы, Лигнин, Экстрактивные вещества.

69. Пороки древесины. Предохранение древесины от разрушения и возгорания. Хранение и сушка

Пороки древесины. Все, что существенно снижает качество древесины, — неправильность ее строения, повреждения, различные заболевания — называют пороками.

1. СУЧКИ. Сучком называется заключенное в древесине ствола основание ветвей, живых или отмерших при жизни дерева, они нарушают однородность строения дерева: около них волокна искривляются, что понижает прочность древесины. Также затрудняют они чистую обработку древесины и уменьшают рабочее сечение пиломатериалов— досок и брусков.

2. ТРЕЩИНЫ И ДЕФОРМАЦИИ древесины являются обычным ее пороком.

Образуются они не только при высыхании срубленного дерева, но так же и при его жизни от различных причин — неравномерного усыхания ядра, сильного раскачивания ветром, повреждения сильными морозами и пр. Различают трещины растущего дерева, в зависимости от времени их появления и характера повреждения в круглом лесе, и трещины, возникающие в срубленном дереве. К первым относятся метик (простой и сложный), отлуп и морозобоины, вторые называются трещинами усушки.

3. ПОРОКИ ФОРМЫ СТВОЛА - отклонения его от нормальной формы — можно отнести к весьма распространенным порокам древесины. Сбежистость ствола заключается в резком уменьшении толщины бревна (или ширины необрезной доски) на всем его протяжении от комля до вершины; это серьезный порок древесины.

Резкое увеличение диаметра комлевой части дерева по сравнению с остальной его частью называется закомелистостью.

Кривизной называется искривление ствола дерева по длине.

Наростом называется местное утолщение ствола, имеющее различные формы и размеры.

4. ПОРОКИ СТРОЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Этот вид пороков древесины вызывается различными отклонениями от нормального строения, они могут выражаться в неправильном расположении волокон, неравномерном развитии годовых слоев или неправильном расположении частей ствола. Сердцевинная часть ствола, хотя она и является вполне нормальной частью дереза, также рассматривается в ряде сортиментов (главным образом в пиломатериалах) как порок, так как прилегающая к ней древесина обладает повышенной склонностью к растрескиванию.

5. ПОВРЕЖДЕНИЯ НАСЕКОМЫМИ И ГРИБАМИ

Червоточиной называют повреждения, причиняемые древесине насекомыми.

Нормальный цвет древесины, пораженной грибами, обычно изменяется: она окрашивается в бурый, красноватый или коричневатый цвет. Вначале грибы изменяют только окраску древесины (начальная стадия гнили), а .в дальнейшем и структуру, постепенно разрушая ее (конечная стадия гнили).

Сырую древесину при хранении лесоматериалов могут поражать плесневые грибы, грибница и плодоношение которых вызывает сине-зеленую, голубую, черную и другую окраску поверхности в зависимости от выделяемого грибами пигмента. Плесень может быть в виде сплошного налета или отдельных пятен. Наличие плесени механических свойств древесины не изменяет, но ухудшает внешний вид. Поражение плесенью измеряется в процентах к площади материала.

Предохраняет древесину от гниения сушка, различные конструктивные приёмы, защищающие от увлажнения, антисептирование.

Различают следующие виды сушки: конвективную, кондуктивную, диэлектрическую. В их основу положен характер теплообмена материала со средой.

При конвективной сушке передача тепла происходит от газообразной или жидкой среды путем конвекции. Это атмосферная, газопаровая, индукционная, жидкостная, вакуумная и ротационная виды сушки.

Кондуктивным способом сушат листы шпона. Их закладывают между горячими плитами дыхательного пресса, которые периодически и смыкаются, и размыкаются, что обеспечивает интенсивную сушку материала.

Диэлектрическая сушка происходит при воздействии на древесину электрического высокочастотного поля, образуемого колебательным контуром. Древесина помещается между пластинами конденсатора

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.

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. Защищают древесину, обрабатывая ее путем пропитки, опрыскивания, опыления или окуривания.

Защищают древесину от возгорания конструктивными мерами или различными огнезащитными покрытиями или пропитками.

К конструктивным мерам относят: удаление деревянных элементов от источника нагревания, возведение несгораемых стен и перегородок через определенное расстояние.

В качестве огнезащитных покрытий применяется штукатурка, облицовка малотеплопроводными и несгораемыми материалами, например асбестовыми, окрашивание огнезащитными красками, нанесение обмазок. Пропитка выполняется антипиренами. Лучшим огнезащитным средством являются антипирены — химические вещества, которые при нагревании выделяют негорючие газы и оттесняют кислород от нагреваемой древесины, препятствуют выделению высококалорийных газов или плавятся с образованием огнезащитных пленок. В качестве антипиренов применяют фосфорнокислый аммоний, сернокислый аммоний и др. Их вводят в древесину в виде водных растворов путем пропитки или краскопультом.

70. Лесоматериалы круглые и пиломатериалы, заготовки из древесины, столярные изделия

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

Бревна строительные изготовляют преимущественно из сосны, лиственницы, кедра, реже из ели и дуба. Их используют для несущих конструкций: свай, пролетных строений мостов в гидротехническом строительстве, опор воздушных линий связи и т. п. Длина бревен 3...6,5 м с градацией в 0,5 м. В зависимости от качества древесину делят на четыре сорта. В строительстве применяют древесину 2-го и 3-го сортов. Пиловочные бревна стволов хвойных и лиственных пород используют для получения пиломатериалов. Кряжи — обрезки ствола дерева чаще березы, ольхи, осины (диаметром более 200 мм) — используют в производстве фанеры.

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

Пиломатериалы получают продольной распиловкой древесины: на доски толщиной 100 мм и менее при соотношении ширины к толщине более 3; бруски толщиной 100 мм и менее при отношении ширины к толщине 3 и менее; брусья (четырех- и двухкантные) толщиной и шириной более 100 мм. По характеру обработки пиломатериалы делят на обрезные, у которых обе кромки пропилены по всей длине, не обрезные, у которых кромки не пропилены или пропилены меньше, чем на половину длины. Из хвойных пород изготовляют пиломатериалы трех видов: доски, бруски и брусья. Доски производят толщиной 13...40 мм и шириной 80...250 мм; бруски — толщиной 50...100 мм и шириной 80...200 мм; брусья — толщиной 130...250 мм и шириной 130...250 мм. Пиломатериалы из хвойных пород имеют длину до 6,5 м с градацией в 0,25 м. Из лиственных пород пиломатериалы изготовляют длиной 1 ...6,5 м с градацией в 0,25 м, толщиной 13...75 мм и шириной 80...200 мм. Пиломатериалы для клееных конструкций должны иметь влажность не более 15%, а для пролетных строений мостов и других несущих конструкций — не более 25%. Древесина, применяемая для пиломатериалов, должна быть высокого качества и не должна содержать гнили, а для пиломатериалов первой и второй категорий — также червоточины, пасынков, гнилых и табачных сучков.

Заготовками называют пиломатериалы, заготовленные применительно к габаритным размерам изделий из древесины с припусками на усушку и обработку, предусмотренными

действующими стандартами. В зависимости от вида обработки заготовки. Делят на пиленые, клееные и калиброванные (предварительно простроганные); в зависимости от размера заготовки — На тонкие (толщиной до 32 мм), толстые (толщиной более 32 мм) досковые (толщиной 7... 100 мм и шириной более двойной толщины) и брусковые (толщиной 22... 100 мм и шириной не более двойной толщины). Длину заготовок из хвойных и лиственных пород устанавливают 0,3... 1 м с градацией 50 мм и свыше 1 м с градацией 100 мм.

Влажность пиленых заготовок не должна превышать 18...22 % а клееных и калиброванных — должна соответствовать влажности готовых изделий.

К строганым погонажным деталям относят наличники, раскладки, плинтусы, доски для настила чистых полов, поручни для перил, проступи, доски подоконные и наружную обшивку.

Материалы для полов бывают следующих видов: штучный паркет, наклеенный на бумагу; паркетные доски, доски для настила чистых полов, шашка торцовая и плиты древесноволокнистые. Столярные плиты состоят из реечных щитов, оклеенных рубашками из шпона.

Столярные изделия из древесины производят следующих основных видов: элементы дверей, окон, перегородки и панели (щитовые, филенчатые, глухие и остекленные) для жилых зданий и ворота для промышленных зданий (распашные, открытые, подвесные и неподвижные, утепленные и неутепленные). Из древесины хвойных пород изготовляют столярные изделия, а из лиственных (бука, березы и др.) — только внутренние двери и фрамуги для помещений с относительной влажностью воздуха не более 70%. Изготовление щитовых дверей, столярных перегородок и панелей (внутреннего заполнения) производят из отходов лесопильного, деревообрабатывающего и фанерного производства. Оконные переплеты можно также изготовлять из клееных заготовок на водостойких клеях.

71. Структура и свойства теплоизоляционных материалов. Классификация

Теплоизолирующая способность материала зависит не только от количества, но и характера пор, их распределения, размеров, открыты они или замкнуты. Наиболее высокими теплоизоляционными свойствами обладают материалы, содержащие при всех прочих равных условиях большое количество мелких и замкнутых пор, заполненных воздухом. Воздух в неподвижном состоянии обладает очень малой теплопроводностью (при 20°С) — 0,02 Вт/(м-°С).

В наибольшей мере изолирующее свойство воздуха проявляется только при спокойном его состоянии, так как находящийся в движении воздух оказывает содействие переносу тепла. Крупнопористое, раковистое строение материала с вытянутыми порами создает условия для возникновения конвекционных потоков воздуха, что вызывает усиление передачи тепла через материал. Чем меньше объем воздуха, заключенного в порах, тем меньше его подвижность и тем лучше изолирующие свойства.

Теплоизоляционные свойства материалов зависят также от соотношения объемов воздуха, заключенного в порах, и твердого вещества, входящего в единицу объема материала. Чем тоньше слой твердого вещества, окружающего поры, тем лучше теплозащитные свойства материала и меньше его коэффициент теплопроводности. В очень пористых материалах с очень малой плотностью объем воздуха, содержащегося в них, настолько велик и теплоизолирующие свойства настолько большие, что роль твердого вещества в передаче становится очень незначительной. В таких материалах теплопроводность может приближаться к теплопроводности воздуха.

Если сравнить теплопроводность материалов, имеющих одинаковый вещественный состав, но различную пористость, то можно заметить, что теплопроводность почти пропорциональна плотности материала, т. е. содержанию в них твердого вещества. Поры и пористые каналы в материале могут быть созданы вспениванием его, введением при изготовлении материала

газообразующих добавок, контактным склеиванием или спеканием отдельных зерен и частиц материала, взаимоналожением большого количества волокон и т. п.

Структура материала оказывает существенное влияние на его теплозащитные свойства. Особенно наглядно это проявляется в материалах волокнистого строения. Например, теплопроводность древесины вдоль волокон приблизительно в 2 раза больше теплопроводности поперек волокон. Для характеристики теплоизоляционных свойств материалов, применяемых в виде засыпок, большое значение имеет крупность зерен. С уменьшением размера зерен теплозащитные свойства материала улучшаются, что имеет место даже в том случае, если плотность его остается неизменной.

Таким образом, рассматривая общий характер строения теплоизоляционных материалов, можно сделать вывод, что малую теплопроводность материалам придают поры, когда они заполнены воздухом, но если поверхность этих пор будет покрыта пленкой воды или поры будут заполнены водой, то теплоизоляционные свойства материалов резко снижаются. Это происходит потому, что вода имеет большую теплопроводность, нежели воздух (примерно в 25 раз). Поэтому при эксплуатации теплоизоляционные материалы необходимо защищать от увлажнения.

Классификация теплоизоляционных материалов и изделий производится по следующим признакам: структуре, форме, виду основного исходного сырья, плотности, жесткости (относительной деформации сжатия), теплопроводности и возгораемости.

В зависимости от структуры теплоизоляционные материалы делят: на волокнистые (минераловатные, стекловолокнистые и др.), зернистые (перлитовые, вермикулитовые, совелитовые известково-кремнеземистые и др.), ячеистые (изделия из ячеистых бетонов, пеностекло, пенопласты).

По форме и внешнему виду теплоизоляционные материалы бывают штучные (плиты, блоки, кирпич, цилиндры, полуцилиндры, сегменты), рулонные (маты, полосы, матрацы), шнуровые (шнуры, жгуты), сыпучие и рыхлые (вата минеральная, стеклянная, вспученные перлит и вермикулит).

По виду сырья различают теплоизоляционные материалы неорганические и органические.

В зависимости от плотности теплоизоляционные материалы делят на марки: особо легкие (ОЛ) с марками Д 15, 25, 35, 75 и 100; легкие (Л) — Д 125, 150, 175, 200, 250, 300 и 350; тяжелые (Т) — Д 400, 450, 500 и 600.

В зависимости от жесткости (относительной деформации сжатия) под удельной нагрузкой теплоизоляционные материалы бывают пяти видов: мягкие (М), полужесткие (П), жесткие (Ж), повышенной жесткости (ПЖ) и твердые (Т). Для мягких материалов сжимаемость должна быть не более 30%, полужестких — 6...30% и жестких — до 6%. Величина относительного сжатия для изделий повышенной жесткости и твердых должна быть не более 10% при удельной нагрузке соответственно 0,04 и 0,1 МПа. В зависимости от теплопроводности (важной характеристики4 теплоизоляционные материалы делят на три класса: низкой теплопроводности — класс А, средней теплопроводности — класс и повышенной теплопроводности — класс В.

Неорганические теплоизоляционные материалы подразделяют на штучные, рулонные, шнуровые, а также рыхлые и сыпучие Штучные материалы бывают волокнистые и ячеистые.

Органические теплоизоляционные материалы производят в виде штучных изделий волокнистого или ячеистого бетона К волокнистым относятся: изделия в виде плит, получаемые из распушенных древесных или других растительных волокон (костра, солома, камыш и др.), путем формования и сушки-плиты, полуцилиндры, сегменты, получаемые из малоразложившегося торфа,

цементно-фибролитовые плиты, а также плиты и другие изделия, получаемые из пробковой крошки и вяжущих.

71. Структура и свойства теплоизоляционных материалов. Классификация

Теплоизолирующая способность материала зависит не только от количества, но и характера пор, их распределения, размеров, открыты они или замкнуты. Наиболее высокими теплоизоляционными свойствами обладают материалы, содержащие при всех прочих равных условиях большое количество мелких и замкнутых пор, заполненных воздухом. Воздух в неподвижном состоянии обладает очень малой теплопроводностью (при 20°С) — 0,02 Вт/(м-°С).

В наибольшей мере изолирующее свойство воздуха проявляется только при спокойном его состоянии, так как находящийся в движении воздух оказывает содействие переносу тепла. Крупнопористое, раковистое строение материала с вытянутыми порами создает условия для возникновения конвекционных потоков воздуха, что вызывает усиление передачи тепла через материал. Чем меньше объем воздуха, заключенного в порах, тем меньше его подвижность и тем лучше изолирующие свойства.

Теплоизоляционные свойства материалов зависят также от соотношения объемов воздуха, заключенного в порах, и твердого вещества, входящего в единицу объема материала. Чем тоньше слой твердого вещества, окружающего поры, тем лучше теплозащитные свойства материала и меньше его коэффициент теплопроводности. В очень пористых материалах с очень малой плотностью объем воздуха, содержащегося в них, настолько велик и теплоизолирующие свойства настолько большие, что роль твердого вещества в передаче становится очень незначительной. В таких материалах теплопроводность может приближаться к теплопроводности воздуха.

Если сравнить теплопроводность материалов, имеющих одинаковый вещественный состав, но различную пористость, то можно заметить, что теплопроводность почти пропорциональна плотности материала, т. е. содержанию в них твердого вещества. Поры и пористые каналы в материале могут быть созданы вспениванием его, введением при изготовлении материала газообразующих добавок, контактным склеиванием или спеканием отдельных зерен и частиц материала, взаимоналожением большого количества волокон и т. п.

Структура материала оказывает существенное влияние на его теплозащитные свойства. Особенно наглядно это проявляется в материалах волокнистого строения. Например, теплопроводность древесины вдоль волокон приблизительно в 2 раза больше теплопроводности поперек волокон. Для характеристики теплоизоляционных свойств материалов, применяемых в виде засыпок, большое значение имеет крупность зерен. С уменьшением размера зерен теплозащитные свойства материала улучшаются, что имеет место даже в том случае, если плотность его остается неизменной.

Таким образом, рассматривая общий характер строения теплоизоляционных материалов, можно сделать вывод, что малую теплопроводность материалам придают поры, когда они заполнены воздухом, но если поверхность этих пор будет покрыта пленкой воды или поры будут заполнены водой, то теплоизоляционные свойства материалов резко снижаются. Это происходит потому, что вода имеет большую теплопроводность, нежели воздух (примерно в 25 раз). Поэтому при эксплуатации теплоизоляционные материалы необходимо защищать от увлажнения.

Классификация теплоизоляционных материалов и изделий производится по следующим признакам: структуре, форме, виду основного исходного сырья, плотности, жесткости (относительной деформации сжатия), теплопроводности и возгораемости.

В зависимости от структуры теплоизоляционные материалы делят: на волокнистые (минераловатные, стекловолокнистые и др.), зернистые (перлитовые, вермикулитовые, совелитовые известково-кремнеземистые и др.), ячеистые (изделия из ячеистых бетонов, пеностекло, пенопласты).

По форме и внешнему виду теплоизоляционные материалы бывают штучные (плиты, блоки, кирпич, цилиндры, полуцилиндры, сегменты), рулонные (маты, полосы, матрацы), шнуровые (шнуры, жгуты), сыпучие и рыхлые (вата минеральная, стеклянная, вспученные перлит и вермикулит).

По виду сырья различают теплоизоляционные материалы неорганические и органические.

В зависимости от плотности теплоизоляционные материалы делят на марки: особо легкие (ОЛ) с марками Д 15, 25, 35, 75 и 100; легкие (Л) — Д 125, 150, 175, 200, 250, 300 и 350; тяжелые (Т) — Д 400, 450, 500 и 600.

В зависимости от жесткости (относительной деформации сжатия) под удельной нагрузкой теплоизоляционные материалы бывают пяти видов: мягкие (М), полужесткие (П), жесткие (Ж), повышенной жесткости (ПЖ) и твердые (Т). Для мягких материалов сжимаемость должна быть не более 30%, полужестких — 6...30% и жестких — до 6%. Величина относительного сжатия для изделий повышенной жесткости и твердых должна быть не более 10% при удельной нагрузке соответственно 0,04 и 0,1 МПа. В зависимости от теплопроводности (важной характеристики4 теплоизоляционные материалы делят на три класса: низкой теплопроводности — класс А, средней теплопроводности — класс и повышенной теплопроводности — класс В.

Неорганические теплоизоляционные материалы подразделяют на штучные, рулонные, шнуровые, а также рыхлые и сыпучие Штучные материалы бывают волокнистые и ячеистые.

Органические теплоизоляционные материалы производят в виде штучных изделий волокнистого или ячеистого бетона К волокнистым относятся: изделия в виде плит, получаемые из распушенных древесных или других растительных волокон (костра, солома, камыш и др.), путем формования и сушки-плиты, полуцилиндры, сегменты, получаемые из малоразложившегося торфа, цементно-фибролитовые плиты, а также плиты и другие изделия, получаемые из пробковой крошки и вяжущих

72. Минеральная и стекловаты. Получения, изделия на их основе, и свойства

Неорганические теплоизоляционные материалы и изделия изготовляют на основе минерального сырья (горных пород, шлака, стекла, асбеста). К этой группе относят минеральную, стеклянную вату. Эти материалы используют как для утепления строительных конструкций, так и для изоляции горячих поверхностей промышленного оборудования и трубопроводов.

Минеральная вата и изделия из нее по объему производства занимает первое место среди теплоизоляционных материалов. Этому способствует наличие сырьевых ресурсов для их получения в виде горных пород (доломита, известняка, мергелей, базальта и др.), шлаков и зол; простота технологического процесса; небольшие капиталовложения при организации производства, Минеральная вата состоит из искусственных минеральных волокон. Производство ее включает две основные технологические операции — получение расплава и превращение его в тончайшие волокна. Расплав получают, как правило, в шахтных плавильных печах — вагранках или ванных печах. Превращение расплава в минеральное волокно производят дутьевым или центробежным способом. При дутьевом способе выходящий из печи расплав разбивается на мелкие капельки струей пара или воздуха, которые вдуваются в специальную камеру и в полете сильно вытягиваются, превращаясь в тонкие волокна диаметром 2...20 мкм. При центробежном способе струя жидкого расплава поступает на быстровращающийся диск центрифуги и под действием большой окружной скорости сбрасывается с него и вытягивается в волокна.

Плотность минеральной ваты 75... 150 кг/м3, теплопроводность 0,042...0,046 Вт/(м-°С). Вата не горит, не гниет, ее не портят грызуны, она малогигроскопична, морозостойка и температуростойка. Минеральную вату применяют для теплоизоляции как холодных (до —200 °С), так и горячих (до +600 °С) поверхностей, чаще в виде изделий: войлока, матов, полужестких и жестких плит, скорлуп, сегментов. Иногда вату используют в качестве теплоизоляционной засыпки пустотелых стен и перекрытий, для чего ее гранулируют, т. е. превращают в рыхлые комочки в дырчатом барабане.

Минеральные маты представляют собой минераловатный ковер, заключенный между битуминизированной бумагой, стеклотканью или металлической сеткой, прошитый прочными нитями или тонкой проволокой. Длина матов до 500 см, ширина до 150 см, толщина до 10 см. Плотность матов 300...200 кг/м3, теплопроводность 0,046...0,058 Вт/(м-°С).

Минераловатные полужесткие плиты изготовляют из минерального волокна путем распыления на него связующего (синтетических смол или битума) с последующим прессованием и термообработкой для сушки или полимеризации. Плотность плит в зависимости от вида связующего и

уплотнения 75...300 кг/м^3 и теплопроводность 0,041...0,07 Вт/(м-°С). Полужесткие изделия применяют для теплоизоляции ограждающих конструкций зданий и горячих поверхностей оборудования при температуре до 200...300°С, если изделия изготовлены на синтетическом связующем, и до 60 °С — на битумном связующем.

Минераловатные жесткие плиты применяют для утепления стен, покрытий и перекрытий жилых и промышленных зданий и холодильников. Жесткие плиты и фасонные изделия — сегменты, скорлупы на синтетическом и бентонитоколлоидном связующих применяют для теплоизоляции горячих поверхностей.

Промышленность выпускает также минераловатные плиты повышенной жесткости и твердые плиты на синтетических связующих, которые характеризуются более высокой прочностью и большими размерами, чем обычные жесткие плиты. Такие плиты экономически целесообразно применять для утепления стен, перекрытий и покрытий зданий.

Стеклянная вата является разновидностью искусственного минерального волокна. Для изготовления ваты используют стеклянный бой или те же сырьевые материалы, что и для оконного стекла; кварцевый песок, известняк или мел, соду или сульфат натрия. Тонкое стеклянное волокно для текстильных материалов получают вытягиванием из расплавленной стекломассы. Более грубое волокно, применяемое для тепловой изоляции, изготовляют дутьевым или центробежным способом. Такое волокно называют стеклянной ватой. Плотность стеклянной ваты обычно не превышает 125кг/м3, а теплопроводность— 0,052 Вт/(м-°С). Промышленность выпускает также супертонкое стекловолокно плотностью до 25 кг/м3 и теплопроводностью около 0,03Вт/(м-°С). Стеклянная вата практически не дает усадки в конструкциях, волокна ее не разрушаются при длительных сотрясениях и вибрации. Она плохо проводит и хорошо поглощает звук, малогигроскопична, морозостойка. Слой стеклянной ваты толщиной 5 см соответствует термическому сопротивлению кирпичной стене толщиной в 1 м.

Стекловатные маты и полужесткие и жесткие плиты, а также фасонные изделия на связующих из синтетических смол применяют в качестве теплоизоляционного, акустического материала при температуре не выше 200 °С, а прошивные маты и полосы — при температуре до 450 °С.

Пеностекло выпускают в виде блоков или плит путем спекания порошка стекольного боя или некоторых горных пород вулканического происхождения с газообразователями, например с известняком или антрацитом. Теплопроводность плит из пеностекла при плотности 150... 600 кг/м3 составляет 0,06... 0,14 Вт/(м-°С), а предел прочности при сжатии 2,0...6,0 МПа, при этом они хорошо пилятся, сверлятся. Изделия из пеностекла обладают высокой водостойкостью, морозостойкостью и температуростойкостью. Для стекол обычного состава температуростойкость равна ЗОО...400°С, для бесщелочного стекла—до 1000 °С.

Стеклопор получают путем грануляции и вспучивания жидкого стекла с минеральными добавками (мелом, молотым песком, золой ТЭС и др.) Сначала производят гранулят — «стеклобисер», который затем вспучивают нагревом при температуре 32О...36О°С. В сочетании с различными связующими стеклопор используют для изготовления штучной, мастичной и заливочной теплоизоляции.

73. Битумы. Классификация, получение, свойства

Битумы — твёрдые или смолоподобные продукты, представляющие собой смесь углеводородов и их азотистых, кислородистых, сернистых и металлосодержащих производных.

Природные битумы (твердые или вязкие) образовались из нефти в верхних слоях земной коры в результате испарения летучих фракций и под влиянием окислительного процесса и полимеризации. Такие породы называют асфальтовыми или битуминозными.

Из этих пород извлекают битум при помощи растворителей или выварКой в горячей воде. При содержании битума менее 2...3 % асфальтовые породы размалывают и применяют в виде асфальтового порошка как компонент в асфальтовых бетонах или асфальтовых мастиках.

Природные битумы отличаются высокой атмосферостойкостыо и хорошим прилипанием к поверхности каменных материалов.

Нефтяные битумы получают из нефти путем обработки остатков, образующихся при ее фракционной перегонке на нефтеперерабатывающих заводах. В зависимости от способа производства различают остаточные, окисленные и крекинговые нефтяные битумы.

Остаточные битумы получают путем глубокого отбора масел из гудронов. При нормальной температуре это твердые или полутвердые продукты относительно малой вязкости. Для повышения вязкости остаточные битумы или гудрон подвергают окислению, продувая через них воздух. При продувке под воздействием кислорода воздуха нефтяные остатки окисляются и уплотняются за счет образования высокомолекулярных компонентов, их вязкость повышается, в результате чего получаются окисленные битумы. Окисленные битумы более погодостойки, чем остаточные, и по долговечности не уступают природным битумам. Смешивая битум, полученный как остаточный продукт после обработки гудрона жидким пропаном, с масляными дистиллятами, получают смешанные (компаундированные) битумы.

Крекинговые битумы получают окислением (продувка воздухом) крекинг-остатков, образующихся при переработке мазута, с целью увеличения выхода бензина, крекинг-процессом, т.е. расщеплением углеводородов при высоких температурах и больших давлениях.

По консистенции (при температуре 18 °С) битумы могут быть твердыми, обладающими упругими, а иногда хрупкими свойствами, полутвердыми (вязкопластичными) и жидкими (легкотекучими).

Важнейшими свойствами битумов для их применения в строительстве являются:

- способность при нагревании (до 8О...17О°С) или добавлении растворителей (разжижителей) переходить в вязкожидкое состояние и объединяться с каменными или другими строительными материалами
- способность при понижении температуры (до 20..25 °С и ниже) или испарении растворителей вновь за густевать и образовывать единый материал, сцепляться с введенными в них или пропитанными и обмазанными ими другими материалами;
- способность придавать гидрофобные (водоотталкивающие) свойства другим материалам, обработанным битумом.

Основными свойствами, определяющими качество твердых и полутвердых битумов и деление их на марки, являются вязкость, температура размягчения и хрупкости, пластичность; для жидких битумов — вязкость и фракционный состав (содержание летучих масел).

Вязкость битумов является характеристикой его структурно-механических свойств и зависит от группового состава и температуры. При повышении температуры вязкость снижается, при понижении — резко возрастает; при отрицательных температурах битум становится хрупким.

Так же как и вязкость, пластичность битумов зависит от температуры, их группового состава и структуры. Как правило, растяжимость возрастает при увеличении содержания смол, а также с повышением температуры.

Температурой размягчения битума условно считают температуру, при которой битум переходит из твердого состояния в пластичное, приобретая подвижность. Это свойство битума характеризует верхний температурный предел его применения. Нижний температурный предел применения битума характеризуется температурой хрупкости, при которой появляется первая трещина в тонком слое битума. Температурный интервал между температурой хрупкости и температурой размягчения называют температурным рабочим интервалом, который учитывают при выборе битума для применения в определенных температурных условиях.

Свойства битумов тесно связаны между собой. Твердые битумы (с малой глубиной проникания иглы) имеют высокую температуру размягчения, но малую растяжимость, т. е. являются относительно хрупкими (особенно при отрицательных температурах). Битумы с низкой температурой размягчения, т. е. мягкие, обладают высокой пластичностью.

Для учета огнеопасности при нагревании битума определяют температуру вспышки паров, выделяемых из битума при нагревании от поднесенного пламени.

Битумы обладают и другими важными свойствами: водостойкостью и водонепроницаемостью; стойкостью к действию водных растворов многих кислот, щелочей, солей и к большинству агрессивных газов; способностью частично или полностью растворяться в различных органических растворителях (хлороформе, спирте, бензине, бензоле, сероуглероде, дихлорэтане и др.).

По назначению нефтяные битумы делят на: строительные, кровельные и дорожные, а по основным свойствам— на марки.

Жидкие битумы различают трех классов: быстрогустеющие БГ, среднегустеющие СГ, медленногустеющие МГ. Битумы классов БГ и СГ обычно изготовляют путем разжижения вязких битумов легкими разжижителями (керосином и т. п.) Битум класса МГ получают в остатке после перегонки нефти или разжижением вязких битумов маслянистыми продуктами нефтяного или каменноугольного происхождения- Каждый класс делят в зависимости от вязкости на марки.

74. Дегти. Виды и свойства

В процессе сухой перегонки (без доступа воздуха) каменного или бурого угля, сланца, дерева, торфа и других органических веществ с целью получения кокса, полукокса, газа и т. п. образуются летучие вещества, которые после конденсации (сгущения) образуют вязкие жидкости, называемые соответственно каменноугольными, буроугольными, сланцевыми, торфяными, древесными, дегтями.

Наиболее широкое применение в строительстве получили каменноугольные дегти, обладающие более высокими строительными свойствами, чем другие дегти.

Различают сырые и отогнанные дегти .

Сырые дегти — низко- и высокотемпературные получают при полукоксовании и коксовании каменных углей соответственно при 500...700 и 900...1100 °С. Они представляют собой маслянистые жидкости темного цвета с характерным запахом, обусловленным содержанием в них фенолов и нафталина. Сырые дегти содержат значительное количество летучих веществ, а также соединений, растворимых и вымываемых водой, которые понижают их погодоустойчивость. Поэтому сырые дегти непосредственно для производства строительных материалов не применяют.

Отогнанный деготь получают из сырого при отгонке воды, всех легких масел, частично средних масел и используют его как сырье в производстве строительных материалов. При фракционной разгонке сырого дегтя сначала удаляется вода (при 100°С), а затем отгоняются жидкие фракции: легкие масла (до 170°С), средние (17О...27О°С), тяжелые (270...300°С) и антраценовые масла (300...360°С).

Пеком называют твердый остаток от фракционной разгонки. Он представляет собой аморфное вещество черного цвета, состоящее из высокомолекулярных углеводородов и их производных и свободного углерода в виде тонкодисперсных частиц (8...30 %).

Составленные дегти получают сплавлением пека с антраценовым маслом или отогнанным дегтем. Составленные дегти наиболее пригодны для строительных целей.

Наполненные дегти получают, вводя в составленные дегти тонкоизмельченные материалы (известняк, доломит). Это делают для повышения вязкости, погодо-и температуростойкости дегтей.

Как и у битумов, качество дегтей определяют их химическим и групповым составом.

Свойства дегтей в основном те же, что и у битумов, но они отличаются меньшей тепло- и погодоустойчивостью. Неустойчивость дегтей к процессам старения (низкая погодоустойчивость) связана с испарением летучих составляющих из дегтя даже при слабом нагревании (например, на солнце), а также и с тем, что многие соединения в нем являются ненасыщенными и поэтому легко вступают в химическое взаимодействие с веществами внешней среды, изменяя свой состав и структуру, что приводит к появлению хрупкости и растрескиванию. Однако дегти вследствие большего по сравнению с битумом содержания в них веществ с полярными группами отличаются повышенной способностью к прилипанию к другим материалам. Они обладают большей гнилостойкостью, чем битумы, так как содержат токсичные вещества (фенол).

75. Пластмассы. Классификация, основные свойства.

Пластмассы (пласти́ческиема́ссы) или **пла́стики** — органические материалы, основой которых являются синтетические или природные высокомолекулярные соединения (полимеры). Исключительно широкое применение получили пластмассы на основе синтетических полимеров.

В зависимости от природы полимера и характера его перехода из вязкотекучего в стеклообразное состояние при формовании изделий **пластмассы делят на**:

- Термопласты (*термопластичные пластмассы*) — при нагреве расплавляются, а при охлаждении возвращаются в исходное состояние;
- Реактопласты (*термореактивные пластмассы*) — в начальном состоянии имеют линейную структуру макромолекул, а при некоторой температуре отверждения приобретают сетчатую. После отверждения не могут переходить в вязкотекучее состояние. Рабочие температуры выше, но при нагреве разрушаются и при последующем охлаждении не восстанавливают своих исходных свойств.

Также газонаполненные пластмассы — вспененные пластические массы, обладающие малой плотностью.

Свойства:

Основные механические характеристики пластмасс те же, что и для металлов. Пластмассы характеризуются малой плотностью (0,85—1,8 г/см³), чрезвычайно низкими электрической и тепловой проводимостями, не очень большой механической прочностью. При нагревании (часто с предварительным размягчением) они разлагаются. Не чувствительны к влажности, устойчивы к действию сильных кислот и оснований, отношение к органическим растворителям различное (в зависимости от химической природы полимера). Физиологически почти безвредны. Свойства пластмасс можно модифицировать методами сополимеризации или стереоспецифической полимеризации, путём сочетания различных пластмасс друг с другом или с другими материалами, такими как стеклянное волокно,текстильная ткань, введением наполнителей и красителей, пластификаторов, тепло- и светостабилизаторов, облучения и др., а также варьированием сырья, например использование соответствующих полиолов идиизоцианатов при получении полиуретанов.

Твёрдость пластмасс определяется по Бринеллю при нагрузках 50—250 кгс на шарик диаметром 5 мм.

Теплостойкость по Мартенсу — температура, при которой пластмассовый брусок с размерами 120 × 15 × 10 мм, изгибаемый при постоянном моменте, создающем наибольшее напряжение изгиба на гранях 120 × 15 мм, равное 50 кгс/см², разрушится или изогнётся так, что укреплённый на конце образца рычаг длиной 210 мм переместится на 6 мм.

Теплостойкость по Вика — температура, при которой цилиндрический стержень диаметром 1,13 мм под действием груза массой 5 кг (для мягких пластмасс 1 кг) углубится в пластмассу на 1 мм.

Температура хрупкости (морозостойкость) — температура, при которой пластичный или эластичный материал при ударе может разрушиться хрупко.

Для придания особых свойств пластмассе в неё добавляют пластификаторы (силикон, дибутилфталат, ПЭГ и т. п.), антипирены (дифенилбутансульфокислота), антиоксиданты (трифенилфосфит, непредельные углеводороды).