

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет среднего профессионального образования

Учебно-методическая документация по освоению дисциплины

ОП.03 Строительное дело и материалы

Специальность 35.02.12 Садово-парковое и ландшафтное строительство

Форма обучения очная

Оренбург, 2023 г.

Содержание

Тема 1.1.Основные свойства строительных материалов

Тема 1.2.Природные и искусственные материалы

Тема 1.3.Лесные строительные материалы

Тема 1.4.Металл, стекло, лакокрасочные материалы

Тема 2.1.Общие сведения о зданиях и сооружениях

Тема 2.2.Конструктивные части зданий

Лекция 1. Тема 1.1 Основные свойства строительных материалов

1. Вопросы лекции:

- 1.1. Общие физические свойства
- 1.2. Гидрофизические свойства
- 1.3. Теплофизические свойства
- 1.4. Механические свойства

2. Литература

2.1. Основная литература:

1. Запруднов, В. И. Строительное дело и материалы / В. И. Запруднов. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 596 с. — ISBN 978-5-8114-9679-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/238859> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Юдина, А.Ф. Строительные конструкции. Монтаж: учебник для среднего профессионального образования/ А.Ф.Юдина.— 2-е изд., испр. и доп.— Москва: Издательство Юрайт, 2023.— 302 с.

2.2. Дополнительная литература:

1. Барабанщиков, Ю.Г. Строительные материалы + eПриложение: Тесты : учебник / Барабанщиков Ю.Г. — Москва : КноРус, 2023. — 443 с. — (бакалавриат). — ISBN 978-5-406-07044-4. — URL: <https://book.ru/book/931439>. — Текст : электронный.
2. Глебов, И. Т. Древесиноведение и материаловедение / И. Т. Глебов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-9984-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/202160>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Краткое содержание вопросов

Физические свойства подразделяют на подвиды:

- *общие физические* — характеризующие структуру и массу материала;
- *гидрофизические* — характеризующие отношение материалов к действию воды, пара и газов;
- *теплофизические* — характеризующие отношение материалов к действию тепла и огня;
- *акустические* — характеризующие отношение материалов к действию звуковых колебаний.

1.1 Общие физические свойства

К общefизическим свойствам относятся: *истинная плотность, средняя плотность и пористость* материала.

Истинная плотность $\rho_{ист}$ – масса единицы объема вещества в абсолютно плотном состоянии, то есть без пор, пустот и трещин.

$$\rho_{ист} = \frac{m}{v_0}, \quad (1)$$

где $\rho_{ист}$ – истинная плотность, кг/м³; m – масса, кг; v_0 – объем, занимаемый веществом без пор, трещин и каверн, м³.

Истинную плотность определяют при помощи стеклянной колбы точного объема – пикнометра с точностью до 0,01 г/см³ на тонко измельченной (до 0,2 мм) и предварительно высушенной до постоянной массы пробе.

Истинная плотность большинства строительных материалов больше единицы (за единицу условно принимают плотность воды при $t = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$). Для каменных материалов плотность колеблется в пределах 2200...3300 кг/м³; органических материалов (дерево, битумы, пластмассы) – 900...1600, черных металлов (чугун, сталь) – 7250...7850 кг/м³.

Средняя плотность $\rho_{ср}$ – масса единицы объема материала (изделия) в естественном состоянии, то есть с пустотами и порами.

$$\rho_{ср} = \frac{m}{v}, \quad (2)$$

где $\rho_{ср}$ – средняя плотность, кг/м³; m – масса материала (изделия) в естественном состоянии, кг; v – объем материала (изделия) в естественном состоянии, м³.

Значения плотности данного материала в сухом $\rho_{ср}$ и во влажном состоянии $\rho_{ср}^w$ связаны соотношением:

$$\rho_{ср}^w = \rho_{ср} (1 + W_m / 100) \quad (3)$$

где W_m – влажность материала по массе, %.

Если образец имеет правильную геометрическую форму, его объем определяют путем вычислений по измеренным геометрическим размерам; если же образец неправильной формы, – по объему вытесненной жидкости (закон Архимеда).

Средняя плотность природных и искусственных материалов колеблется в широких пределах – от 10 кг/м^3 (полимерный воздухонаполненный материал «мипора») до 2500 кг/м^3 у тяжелого бетона и 7850 кг/м^3 у стали.

Данные средней плотности используют при подборе материала для изготовления строительных конструкций, расчетах транспортных средств, подъемно-транспортного оборудования. При одинаковом вещественном составе средняя плотность характеризует прочностные свойства. Чем больше средняя плотность, тем прочнее материал.

Для пористых строительных материалов истинная плотность больше средней. Только для абсолютно плотных материалов (металлы, стекла, лаки, краски) показатели средней и истинной плотности численно равны.

Плотность пористых материалов всегда меньше их истинной плотности. Например, плотность легкого бетона – $500 \dots 1800 \text{ кг/м}^3$, а его истинная плотность – 2600 кг/м^3 . Только для абсолютно плотных материалов (металлы, стекла, лаки, краски) показатели средней и истинной плотности численно равны.

Плотность материала иногда выражают в виде безразмерной величины, называемой *относительной плотностью*, равной отношению плотности материала $\rho_{\text{ср}}$ к плотности воды $\rho_{\text{в}}$, то есть:

$$d = \frac{\rho_{\text{ср}}}{\rho_{\text{в}}}. \quad (4)$$

Насыпная плотность $\rho^{\text{н}}$ – масса единицы объема сыпучих материалов в свободном насыпном состоянии, то есть без его уплотнения. Формула расчета и размерность показателя те же, что в (2). За единицу объема таких материалов принимают не только зерно самого материала, но и пустоты между ними. Количество пустот, образующихся между зернами рыхлого материала, выраженное в процентах по отношению ко всему занимаемому объему, называют *межзерновой пустотностью*. Этот показатель важен для сыпучих материалов с рыхлозернистой структурой: для песка, щебня, гравия, керамзита и других материалов, применяемых при изготовлении бетона, а также для зернистых теплоизоляционных материалов.

Пористость Π – объемная доля воздушных пустот в материале.

$$\Pi = \frac{v_{\text{п}}}{v}. \quad (5)$$

где $v_{\text{п}}$ – объем пустот (пор) в материале.

Строение пористого материала характеризуется количеством геометрических размерами пор в виде капилляров (в форме трубочек) и ячеек (сферической формы).

По величине истинной средней плотности рассчитывают *общую пористость* Π материала в %.

$$\Pi = \left(1 - \frac{\rho_{\text{ср}}}{\rho_{\text{ист}}}\right) \cdot 100\%. \quad (6)$$

Поры в материале могут иметь различную форму и размеры. Они могут быть открытыми, сообщающимися с окружающей средой, замкнутыми, заполненными воздухом. При погружении материала (изделия) в воду открытые поры полностью или частично заполняются водой. В замкнутые поры вода проникнуть не может. Открытую или *капиллярную пористость* (Π_0) определяют по водонасыщению материала под вакуумом или кипятиением его в воде:

$$\Pi_0 = \frac{m^{\text{вн}} - m^{\text{сух}}}{V \cdot \rho_{\text{в}}} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где $m^{\text{сух}}$ – масса образца в сухом состоянии, г; $m^{\text{вн}}$ – масса образца в водонасыщенном состоянии, г; V – объем образца, см³; $\rho_{\text{в}}$ – плотность воды, кг/м³.

Общая пористость различных по назначению материалов колеблется в широком интервале. Так, для тяжелого, прочного конструкционного бетона – 5...10%, кирпича, который как стеновой материал должен обеспечить прочность, легкость стеновой конструкции и пониженную теплопроводность, пористость составляет 25...35%, для эффективного теплоизоляционного материала пенопласта – 95%. Большое влияние на свойства материалов оказывают не только величина пористости, но и размер пор, их характер. При увеличении объема замкнутых пор и уменьшении их величины повышается морозостойкость материала и снижается теплопроводность. Наличие открытых крупных пор делает материал проницаемым для воды, неморозостойким, но в то же время приобретает акустические свойства.

Гидрофизические свойства

Гидрофизические свойства проявляют материалы и изделия при контакте с водой и паром. Наиболее важные из них – *гигроскопичность, водопоглощение, водостойкость, водонепроницаемость, морозостойкость, воздухоустойчивость*.

Увлажнение и насыщение водой оказывает большое влияние на

многие важные эксплуатационные характеристики строительных материалов из делей. В результате насыщения водой существенно изменяются их весовые характеристики, тепло- и электропроводность, линейные размеры и объём, физико-механические свойства.

В зависимости от вещественной природы материала способность материала притягивать к своей поверхности молекулы воды различна. Материалы способные притягивать к своей поверхности воду называются *гидрофильными* (бетон, древесина, стекло, кирпич и другие); а отталкивающие воду – *гидрофобными* (битум, полимерные материалы).

Гигроскопичность – свойство материалов поглощать водяные пары из воздуха и удерживать их на своей наружной поверхности и внутренней поверхности пор. Мерой гигроскопичности материалов является величина влажности материала по массе W_g (ГОСТ), определённая на образцах материала при заданных температурно-влажностных условиях воздуха по формуле:

$$W_g = \frac{m^{нв} - m^{сух}}{m^{сух}} \cdot 100\%. \quad (8)$$

Поглощение влаги из воздуха обусловлено способностью поверхности материалов, всегда имеющей неуравновешенный электростатический заряд, насыщаться дипольными молекулами воды, а также поглощение воды за счёт капиллярной конденсации. Этот физико-химический процесс называется сорбцией, Сорбционная способность является обратимым процессом и зависит от температурно-влажностных условий воздуха. С повышением (уменьшением) относительной влажности воздуха при постоянной температуре возрастает (снижается) сорбционная влажность материала. Поэтому оценку гигроскопичности материалов дают для определённой эксплуатационной влажности атмосферного воздуха.

При равной общей пористости и одинаковом вещественном составе материала, чем мельче поры, тем больше общая площадь внутренней поверхности пор, следовательно, гигроскопичность выше. Для зернистых материалов имеет место аналогичная закономерность. Этот процесс является обратимым и зависит от температуры и влажности воздуха. При снижении влажности часть гигроскопичной влаги испаряется. В зависимости от вещественной природы материала гигроскопичность различна. Так, например, равновесная влажность по массе стеновых материалов составляет 5 – 7 %, комнатно-сухой древесины составляет 8 – 12 %, а воздушно-сухой древесины после продолжительной сушки на открытом воздухе составляет 15 – 18 %.

Капиллярное всасывание характеризуется высотой поднятия воды в материал количеством поглощённой влаги и интенсивностью всасывания.

Высоту поднятия воды в капилляре h определяют по формуле:

$$h = \frac{2\sigma \cos\theta}{r\rho g}, \quad (9)$$

где σ – поверхностное натяжение; θ – краевой угол смачивания; r – радиус капилляра; ρ – плотность жидкости; g – ускорение свободного падения.

Порыв материалов имеют неправильную форму и изменяющееся поперечное сечение, поэтому приведенная формула годна лишь для качественного рассмотрения явления. Высоту всасывания воды определяют, применяя метод «меченых атомов», либо по изменению электропроводности материала. Уменьшение интенсивности всасывания отражается на повышении морозостойкости материала, то есть структура материала такого материала лучше.

Капиллярное всасывание воды происходит пористым материалом, когда часть или вся конструкция из этого материала находится в воде. Так, грунтовые воды могут подниматься по капиллярам и увлажнять нижнюю часть здания. Чтобы не было сырости в помещении, устраивают гидроизоляционный слой, отделяющий фундаментную часть конструкции от её нижней части. Под фундаменты и конструктивные слои дорожных покрытий укладывают слой из крупной фракции щебня для исключения капиллярного поднятия воды и насыщения конструктивных слоев водой.

Водопоглощение – способность материала впитывать и удерживать воду при непосредственном контакте с ней. Мерой водопоглощения по массе является отношение массы воды, поглощенной образцом материала, высушенного до постоянной массы, после его насыщения при полном погружении в воду, к массе образца в сухом состоянии (ГОСТ).

$$W_M = \frac{m^{нв} - m^{сух}}{m^{сух}} \cdot 100\%, \quad (10)$$

Использование водопоглощения по массе для сравнения различных видов материалов неправомерно, так как этот параметр не отражает абсолютной величины поглощённой влаги материалом. Он может использоваться только для контроля одних видов материала. Водопоглощение по массе у таких высокопористых материалов как, например, древесина, минераловатные и стекловатные плиты, может быть более 100%.

Другим показателем является водопоглощение по объёму. Мерой водопоглощения материала по объёму W_o является отношение объёма воды, поглощенной образцом материала (V_0), высушенного до постоянной массы, после его насыщения при полном погружении в воду, к объёму образца (V_1).

$$W_{об} = \frac{V_0}{V} \quad (11)$$

Этот показатель зависит от объема, природы пор (замкнутые, открытые) и степени гидрофильности материала. Так, водопоглощение гранита составляет 0,02...0,7 %, тяжелого бетона 2...4 %, кирпича 8...15 %, древесины 40...70%.

Водопоглощение по объёму характеризует кажущуюся пористость (условно открытую) пористость материала. Так как в материале имеется некоторое количество замкнутых (условно закрытых) пор объёмное водопоглощение всегда меньше 100 %, то есть этот параметр не отражает истинную пористость материала.

Водопоглощение по объёму используют для расчёта коэффициента насыщения пор водой K_n , который характеризует объёмную долю условно открытых пор в материале.

$$K_n = \frac{W_{об}}{P} \quad (12)$$

Коэффициент насыщения изменяется от 0 (все поры замкнутые) до 1 (все поры открытые). Уменьшение K_n при той же пористости свидетельствует о сокращении открытой пористости, что обычно проявляется в повышении морозостойкости материала.

В результате насыщения материала водой и нарушения связей между частицами материала из-за проникновения молекул воды между кристаллами и в трещины материала прочность его снижается. Это состояние материала характеризует коэффициент размягчения $K_{разм}$, который равен отношению предела прочности при сжатии материала, насыщенного водой $R^{нв}$, к пределу прочности при сжатии в сухом состоянии $R^{сух}$.

$$K_{разм} = \frac{R^{нв}}{R^{сух}} \quad (13)$$

Этот коэффициент характеризует водостойкость материалов. Для глины и гипса он близок к нулю, металла и стекла равен единице. Материалы с $K_{разм} > 0,8$ считают водостойкими, с $K_{разм} < 0,8$ – неводостойкими и применять их в несущих конструкциях, испытывающих постоянное действие воды, не разрешено (фундаменты зданий, дамбы, плотины).

Влагоотдача – способность материала отдавать влагу при снижении влажности воздуха. Скорость влагоотдачи зависит от разности влажности образцов окружающей среды. Чем она выше, тем интенсивнее идет высушивание изделия. Крупнопористый гидрофобный материал отдает воду быстрее, чем мелкопористый гидрофильный. В естественных условиях влаго

отдачу строительных материалов характеризуют интенсивностью потерь влаги и относительной влажностью воздуха 60% и температурой равной 20°C.

Водопроницаемость – свойство материала пропускать воду под давлением через свою толщину. Водопроницаемость оценивают по коэффициенту фильтрации K_f .

$$K_f = \frac{V_B \cdot a}{S (\rho_1 - \rho_2) \cdot t} \quad (14)$$

Коэффициент фильтрации K_f равен объёму воды V_B (м³), проходящей через стенку площадью $S = 1$ м² и толщиной в $a = 1$ м за время $t = 1$ час при разности гидростатического давления на границе стенки ($p_1 - p_2$) = 1 м водяного столба.

Особенно важно это свойство при строительстве гидротехнических сооружений (дамбы, плотины, молы, мосты), резервуаров, возведении стен подвалов при наличии грунтовых вод. Коэффициент фильтрации непосредственно связан обратной зависимостью с водонепроницаемостью материала. Чем ниже K_f , тем выше марка по водонепроницаемости.

Водонепроницаемость бетона и других материалов характеризуется маркой $W_2, W_4 \dots W_{12}$, обозначающей одностороннее гидростатическое давление в кг/см² (атмосферах), при котором образец не пропускает воду в условиях стандартных испытаний. Испытания проводят на специальной установке.

Морозостойкость – способность материала сохранять свою прочность при многократном попеременном замораживании и введении в насыщенное состояние и оттаивании в воде. (ГОСТ) Для материалов, эксплуатируемых в условиях знакопеременных температур наружного воздуха, морозостойкость является одним из важнейших свойств, обеспечивающих их долговечность (дорожные покрытия, бордюрные камни, стеновые материалы). Разрушение материалов при их замораживании в водонасыщенном состоянии связано с образованием в порах льда, объем которого примерно на 9 % больше объема замерзшей воды. Поэтому если все поры в материале будут заполнены водой, то разрушение должно было бы произойти после первого цикла замораживания. Способность материала противостоять морозному разрушению обусловлена, в первую очередь, присутствием в его структуре определенного объема замкнутых пор, в которые и отжимается часть воды под действием давления растущих кристаллов льда. Таким образом, главными факторами, определяющими морозостойкость материала, являются показатели структуры, от которых зависят степень их насыщения водой и интенсивность образования льда в порах.

В строительстве морозостойкость материала количественно

оценивают маркой, обозначаемой F. За марку материала поморозостойкости, принимают наибольшее число циклов попеременного замораживания и оттаивания, которые выдерживают образцы материала без снижения прочности на сжатие более чем на 15% и образец не имеет видимых повреждений в виде трещин и выкрашиваний материала, а потеря массы образца составляет не более 5 %. В зависимости от назначения

материала величина критериевой оценки материала поморозостойкости может быть другой.

Установлены следующие марки поморозостойкости: тяжелый бетон F50–F500, легкий бетон F25–F500, кирпич, стеновые керамические камни F15–F100. Марка поморозостойкости материала назначается на стадии проектирования в зависимости от вида конструкции и места расположения материала в ней, климатической зоны эксплуатации. Для наружных стен марка поморозостойкости не превышает F50.

Вследствие длительности базовых испытаний, стандартом разрешено применение следующих ускоренных методов оценки морозостойкости:

- проведение водонасыщения образцов в 5 %-ных растворах хлорида или сульфата натрия (разрушение бетона ускоряется за счет дополнительного образования при замораживании кристаллов соли);
- снижение температуры в морозильной камере до -50°C , при которой замерзает вода в микропорах, увеличивая общий объем льда;
- расчет морозостойкости по эмпирической формуле, выведенной на основании зависимости между деформациями бетона, возникающими в первый цикл испытаний, и его морозостойкостью;
- расчет косвенного критерия морозостойкости по показателям структуры бетона.

Контроль морозостойкости экспресс-методами особенно важен для таких изделий и конструкций, как наружные стены, покрытия дорог и аэродромов, тротуарные плиты, бордюрные элементы, стойкие системы наружного освещения и линии электропередачи, для которых морозостойкость является основным фактором долговечности.

Влажностные деформации. Пористые неорганические и органические материалы (бетоны, древесина и др.) при изменении влажности изменяют свой объем и размеры. Усадкой (усушкой) называют уменьшение размеров материала при высушивании. Она вызывается уменьшением толщины слоев вводы, окружающих частицы (волокна) материала, и действием внутренних капиллярных сил, стремящихся сблизить частицы материала.

Набухание (разбухание) происходит при насыщении материала водой. Полярные молекулы воды, проникая в промежутки между частицами или волокнами, слагающими материал, «расклинивают» их, при этом утолщаются

водные оболочки вокруг частиц и уменьшаются капиллярные силы, стягивающие частицы.

Состояние чередования высыхания и увлажнения пористого материала, постоянно присутствующее при эксплуатации материалов, сопровождается попеременными деформациями усадки и набухания. Такие воздействия вызывают трещины, ускоряющие разрушение материала или «коробление».

В подобных условиях находится, например, бетон в дорожных покрытиях, доски в облицовке фасадов зданий.

Таблица 1. Усадка некоторых видов материалов

Вид материала	Усадка, мм/м
Древесина (поперёк волокон)	30–100
Ячеистый бетон	1 –6
Строительный раствор	0.5–1
Кирпич	0.03 –0.1
Керамический Тяжёлый бетон	0.3– 0.7
Гранит	0.02–0.06

Наибольшее проявление влажностных деформаций происходит преимущественно при изменении влажности материала в интервале от 0 до предела его гигроскопической влажности. Это связано с удалением воды, находящейся в гидратных оболочках частиц и в мелких порах, так как испарение воды из крупных пор и межзерновых пустот не ведёт к сближению частиц материала и практически не вызывает объёмных изменений.

Воздухостойкость (влагостойкость) – способность материала длительно выдерживать многократное увлажнение и высушивание без деформаций и потери механической прочности. Природные и искусственные хрупкие каменные материалы (бетон, керамика) и древесные материалы (доска, фанера), сжимающиеся при высыхании и расширяющиеся при увлажнении, разрушаются вследствие возникновения растягивающих напряжений. В подобных условиях работают дорожные покрытия, надводные части гидротехнических сооружений.

Газо- и паропроницаемость – способность материала пропускать через свою толщу газы (воздух) или водяной пар.

При возникновении у противоположных поверхностей ограждения разност

и атмосферного давления происходит миграция воздуха через поры и трещины материала. Это явление эффективно до определённой степени, так как способствует дополнительному воздухообмену (вентиляции) и снижению влажности в помещении. При большой газопроницаемости материала одновременно увеличивается конвективный теплоперенос через стены, то есть ухудшаются теплозащитные качества стены.

При возникновении разности парциальных давлений водяного пара на противоположных сторонах ограждающей конструкции пар перемещается из области высокого давления в область низкого давления, то есть пар стремится к уравновешиванию парциальных давлений. В зимнее время года внутри тёплых помещений в воздухе содержится значительно

больше водяного пара, чем снаружи, и он стремится пройти через стену. При попадая в холодную часть ограждения, пар конденсируется, резко повышая влажность в этих местах. Повышение влажности материала способствует ухудшению теплозащитных свойств наружной ограждающей конструкции, быстрому разрушению материала особенно при действии мороза.

Для сохранения свойств ограждающих конструкций целесообразно создание условий, при которых она не будет «дышать». Особенно это относится к стенам помещений с повышенной эксплуатационной влажностью. С этой целью устраивают пароизоляционное покрытие на стене со стороны повышенного содержания водяного пара, используя следующие материалы: полиэтиленовую плёнку, рубероид, металлическую фольгу, глазурованную керамическую плитку, слой полимерной или масляной краски, а с противоположной стороны создают условия для газо- и паропроницания.

Теплофизические свойства

К основным *теплофизическим свойствам*, оценивающим отношение материала к тепловым воздействиям, относятся *теплопроводность, теплоёмкость, термостойкость, жаростойкость, огнеупорность, огнестойкость*.

Теплопроводность — способность материала пропускать тепловой поток через свою толщину при возникновении разности температур поверхности изделия. Тепло передаётся через материал посредством молекулярного, конвективного или лучистого переноса тепла. Степень теплопроводности материалов характеризует коэффициент λ , который равен количеству тепла, проходящего через стену из материала толщиной 1 м, площадью 1 м², в течение 1 ч, при разности температур противоположных поверхностей стены 1 градус К (°С). Коэффициент теплопроводности измеряется в Вт/(м·К) (ГОСТ).

$$\lambda = \frac{Q \cdot \delta}{A \cdot (t_1 - t_2) \cdot T} \quad (15)$$

где Q – количество тепла, Дж; δ – толщина материала, м; A – площадь сечения, перпендикулярного направлению теплового потока, м²; $(t_1 - t_2)$ – разность температур, К; T – время прохождения тепла, ч.

Теплопроводность материала зависит от вещественного состава, строения и характера пористости, температуры и влажности материала. Особенности структуры оказывают значительное влияние на теплопроводность. Например, если материал имеет волокнистое строение, то тепло вдоль волокон передается быстрее, чем поперек. Так, теплопроводность древесины вдоль волокон равна 0,30, а поперек – 0,15 Вт/(м·К). Мелкопористые материалы менее теплопроводны, чем крупнопористые; материалы с замкнутыми порами имеют меньшую теплопроводность, чем материалы с сообщающимися порами. Это объясняется тем, что в крупных и сообщающихся порах возникает движение воздуха (увеличивается конвективный теплообмен), облегчающее перенос тепла. Наличие воды в порах материала повышает его теплопроводность, так как вода имеет коэффициент 0,58 Вт/(м·К), а воздух – 0,023 Вт/(м·К). При замерзании влажных материалов коэффициент теплопроводности еще более повышается, потому что коэффициент теплопроводности льда равен 2,3 Вт/(м·К), т. е. в 100 раз больше, чем у воздуха. С увеличением температуры тела увеличивается лучистый теплообмен в пористых материалах. Поэтому при расчёте конструкций коэффициент теплопроводности строительных материалов принимают для температурно-влажностных условий её эксплуатации.

Теплоемкость – свойство материала поглощать (аккумулировать) при нагревании тепло и выделять его при остывании. При охлаждении материалы выделяют тепло, причем тем больше, чем выше их теплоемкость. Коэффициент теплоемкости по массе C_m равен количеству тепла (Дж), необходимого для нагревания 1 кг материала на 1 К.

$$C_m = \frac{Q}{m(t_1 - t_2)}, \quad (16)$$

где Q – количество тепла, кДж; m – масса материала, кг; $(t_1 - t_2)$ – разность температур, К.

Теплоемкость неорганических строительных материалов (бетон, кирпич, природные каменные материалы) изменяется в пределах 0,75 – 0,92 кДж/(кг·К), древесины – 2,39...2,7 кДж/(кг·К). Вода имеет наибольшую теплоемкость – 4,19 кДж/(кг·К), а

сталь всего – 0.48 кДж/(кг·К), то есть в 8.7раз больше. Поэтому с повышением влажности материалов их теплоемкостьвозрастает, астальныеконструкции требуютдлянагреваменьшейэнергии.

Этотпоказательимеетбольшоезначениепри проверкетеплоотдачистенипекрытий,расчетеподогреваматериаловдлязимнихработ.Еслистроительныйматериалсостоитизнесколькихсоставныхчастей(например,бетонилистроительныйраствор),токоэффициенттеплоемкоститакогоматериала рассчитывают, как сумму произведений теплоёмкостейсоставляющихегокомпонентовнаихвесовуюдолю вматериале.Значениясреднихзначенийпоказателейплотности,пористостиитеплопроводностидляряда строительных материаловпредставленывтабл.2.

Таблица

2.Средние значения показателей плотности, пористости и теплопроводности для ряда строительных материалов

Наименование материала	Истинная плотность, г/см ³	Средняя плотность, г/см ³	Пористость, %	Теплопроводность, Вт/(м·°С)
Бетон: ·				
-тяжёлый ·	2.60	2.40		1.16
-легкий ·	2.60	1.00		0.35
-ячеистый	2.60	0.5		0.20
Кирпич: ·				
-обыкновенный-	2.65	1.65		0.80
пустотелый	2.65	1.30		0.55
Природный-камень: ·				
-гранит ·	2.70	2.67	1.4	2.80
-известняк	2.70	1.40	1.4	0.50
Стекло: ·				
-оконное ·	2.65	2.65		0.58
-пеностекло	2.65	0.30		0.11
Полимерные материалы: ·				
-стеклопластик	2.00	2.0		0.5
-пенополистирол	1.20	0.025		0.03
Древесные материалы: ·				
-сосна ·	1.53	0.50		0.17
-ДВП	1.50	0.20		0.06

Термостойкость—

способность материала выдерживать без разрушений определенное количество резких колебаний температуры. Единицей измерения этого свойства является количество теплоты, определяемое для многих теплоизоляционных и огнеупорных материалов.

Жаростойкость—способность материала выдерживать температуру эксплуатации до
°С без нарушения сплошности и потери прочности.

1000

Огнеупорность—

способность материала выдерживать длительное воздействие высоких температур без деформаций и разрушения. По степени огнеупорности материалы подразделяются на огнеупорные, работающие без снижения свойств при температуре свыше 1580°С, тугоплавкие—1580...1350°С и легкоплавкие—ниже 1350°С. К этим материалам специального назначения относятся шамотные (обожженная глина), диасовые (состоящие в основном из оксида кремния) и высокоглиноземистые (содержащие преимущественно оксид алюминия), которые применяются в виде мелкоштучных кирпичей для внутренней футеровки промышленных тепловых агрегатов (доменные, сталеплавильные, стекловаренные печи, автоклавы и т.д.).

Огнестойкость конструкций — свойство конструкции сопротивляться действию огня и воды при пожаре в течение определенного времени. Ко всем конструкциям, используемым в строительстве, и особенно к тем, из которых выполняют несущие элементы здания: стены, колонны, перекрытия, — предъявляют требования по огнестойкости, которые зависят от категории здания и сооружения по пожаробезопасности, определяемой СНиПом. Для оценки огнестойкости введен показатель возгораемости, основанный на трех признаках предельного состояния конструкций: потере несущей способности (снижение прочности и увеличение деформаций), теплоизолирующих свойствах сплошности.

Предел огнестойкости конструкций и материалов характеризуется временем t (ч) с начала теплового воздействия до появления одного из признаков предельного состояния.

Огнестойкость (возгораемость) строительных материалов подразделяется на негорючие, трудногорючие и горючие.

К негорючим относят бетон, кирпич, сталь, природные каменные материалы.

Трудногорючие—материалы, которые под действием огня или высокой температуры с трудом воспламеняются, тлеют или обугливаются, но после удаления источника огня их горение и тление прекращаются (фибrolит, со

стоящий из древесных стружек и цементного камня, асфальтобетон, некоторые полимерные материалы).

Сгораемые – материалы, которые при контакте с огнем загораются и горят открытым пламенем даже в случае ликвидации источника огня (древесина, битум, полимерные материалы).

Линейное температурное расширение материалов характеризуется коэффициентом, который для бетона и стали практически одинаков и равен $10 \cdot 10^{-6} \text{C}^{-1}$, для гранита – $8 \dots 10 \cdot 10^{-6} \text{C}^{-1}$, для дерева – $20 \cdot 10^{-6} \text{C}^{-1}$.

¹. Благодаря одинаковости линейного температурного расширения у бетона и стальных железобетонные конструкции могут работать без разрушения при колебаниях температуры. При сезонном изменении температуры окружающей среды и материала на 50°C относительная температурная деформация в конструкциях зданий достигает $0.5 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-3}$, то есть $0.5 \dots 1 \text{ мм/м}$.

Поэтому, во избежание растрескивания сооружений большой протяжённости их разрезают температурными деформационными швами.

Химическая стойкость

Химические свойства характеризуют способность материала к химическим взаимодействиям с другими веществами. Возможность химических и физико-химических процессов определяется наличием у строительных материалов таких свойств, как химическая активность, растворимость, способность к кристаллизации и адгезии.

Химическая активность может быть положительной, если процесс взаимодействия приводит к упрочнению структуры (образование цементного, гипсового камня), и отрицательной, если протекающие реакции вызывают разрушение материала (коррозионное действие кислот, щелочей, солей).

Химическая стойкость (кислотостойкость, щёлочестойкость и маслостойкость) – это свойство материалов противостоять разрушающему действию жидких и газообразных агрессивных сред. Химическую стойкость оценивают специальным коэффициентом, который рассчитывают по отношению прочности (массы) материала после коррозионных испытаний (в случае кислот и щелочей образцы в течение двух часов кипятят соответственно в концентрированном растворе кислоты или щелочи) к прочности (массе) до испытаний. При коэффициенте $0,90$ – $0,95$ материал признается химически стойким по отношению к исследуемой среде.

К кислотостойким материалам относятся углеродистые стали и чугуны, содержащие более $2,5\%$ углерода, титан, гранит, каменное литьё из диабаз и базальта, силикатное стекло, керамические материалы, кислотостойкий бетон и другие. К щёлочестойким материалам относятся специальные хромо- и никелевые стали, никелевые латуни, известняки, бетоны на основе портландцемента и др. Степень их химической стойкости не универсальна и требует конкретной оценки в зависимости от предполагаемой области применения.

Важным свойством является маслостойкость строительных материа

лов. При контакте с такими жидкими углеводородами как бензин и масло минерального происхождения многие полимеры могут растворяться или набухать. Так, например, резиновые материалы в бензине увеличиваются в объёме в несколько раз. Маслобензостойкость необходимо учитывать при выборе материалов для покрытия полов в гараже, станциях технического обслуживания, некоторых промышленных зданиях.

При выборе материалов необходимо учитывать также свойства материалов противостоять действию газов, растворов солей, способных накапливаться в порах материала, кристаллизоваться, вызывая рост деформаций и разрушение изделия. Возможно одновременное действие на материал нескольких химически агрессивных агентов.

Коррозионная стойкость – свойство материала сопротивляться разрушению в результате действия агрессивной среды.

Коррозионная стойкость зависит от состава и структуры материала, наличия механических напряжений, состояния поверхности, условий воздействия агрессивной среды. Материалы стойкие в одних средах, могут быть нестойкими в других. Например, известняк стойкий по отношению к щелочам, но разрушается под действием минеральных кислот. Большинство природных каменных материалов (кроме гранита, базальта, кварцита), цементы (кроме кислотостойкого) нестойки по отношению к действию кислот.

Для защиты бетона и других неметаллических материалов применяют защитные покрытия, увеличивают плотность структуры, используют специальные цементы, подбирают стойкие заполнители.

Количественно коррозионная стойкость материалов оценивается по уменьшению толщины материала (мм/год) или потере массы материала с единицы площади в течение часа, по потере механической прочности и другим показателям.

Коррозию железа и сплавов на его основе называют ржавлением. Коррозии металлов происходят вследствие химического и электрохимического взаимодействия с окружающей средой. Коррозионную стойкость металлов повышают легированием (введением специальных добавок), рафинированием (очисткой от вредных примесей), нанесением защитных покрытий, химико-термической обработкой и другими способами.

К химическим свойствам материалов относят *адгезионную способность* – способность сцепления (прилипания) и связь между находящимся в контакте поверхностями разнородных по составу веществ, которая проявляется в сопротивлении отрыву или разделению контактирующих материалов. Количественно адгезия оценивается усилием отрыва, отнесённое к единице площади контакта.

Адгезия имеет большое значение при сварке и пайке материалов, склеивании, нанесении защитно-декоративных лакокрасочных покрытий. Иногда физико-

химическая адгезия дополняется механической адгезией, при которой происходит механическое зацепление затвердевшего клея или покрытия за неровности (шероховатости) твёрдой поверхности, например, величина сцепления кирпичной кладки имеет решающее значение для сейсмических условий эксплуатации конструкций.

Механические свойства

Нагрузки и деформации

Строительные материалы и конструкции подвергаются различным внешним силовым воздействиям — нагрузкам, которые вызывают внутренние напряжения и деформации. Нагрузки делятся на статические, действующие постоянно, и динамические, которые прикладываются внезапно и вызывают силы инерции.

На сопротивление статическим нагрузкам рассчитываются все здания и сооружения. Это нагрузки от оборудования, мебели, людей, самих конструкций и т.д. Ряд сооружений предназначены для восприятия не только статических, но и эксплуатационных динамических нагрузок: мосты, тоннели, дорожные и аэродромные покрытия, кузнечные и прессовые цеха, фортификационные сооружения и специальные объекты, а также динамические нагрузки от аварий на предприятии (взрыв и удара) и действия природных катастроф — землетрясений, ураганов, наводнений, селевых потоков, оползней и др. Нарис. 1 представлены диаграммы растяжения различных материалов.

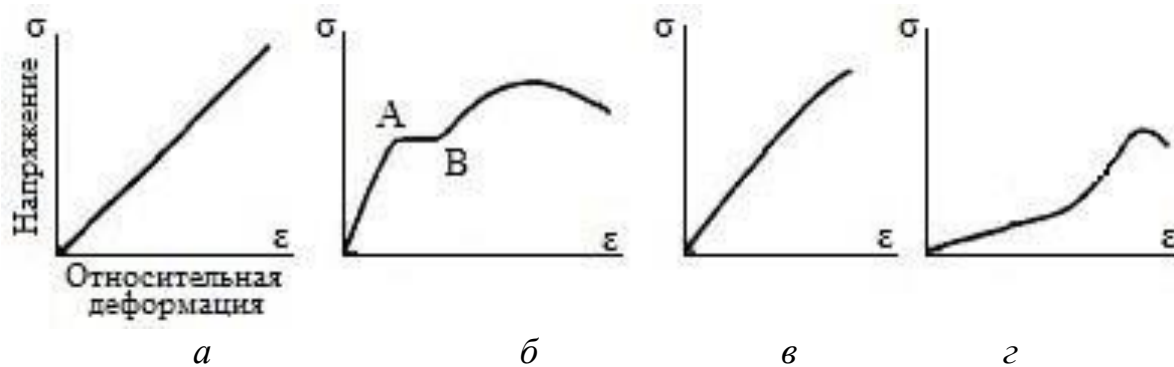


Рис. 1. Схемы диаграмм растяжения: а — стекла, б — стали, в — бетона, г — эластомера

Механические свойства характеризуют поведение материалов при действии на них нагрузок различного вида (растягивающей, сжимающей, изгибающей и т.д.). В результате механических воздействий материал деформируется (рис. 1). Если внешние усилия невелики, деформация является упругой, т.е. после снятия нагрузки материал возвращается к прежним размерам. Если нагрузка достигнет значительной величины, кроме упругих деформаций появляются пластические, приводящие к

необратимому изменению формы. Наконец, при достижении некоторой предельной

величины происходит разрушение материала. В зависимости от того, как материал выведет себя под нагрузкой, их подразделяют на пластичные, упругопластичные и хрупкие.

Пластичные – это материалы, которые изменяют форму под нагрузкой без появления трещин и сохраняют изменившуюся форму после снятия нагрузки. Пластичные материалы, как правило, однородные, состоящие из крупных, способных смещаться относительно друг друга молекул (органические вещества), или состоящие из кристаллов легко деформируемой кристаллической решеткой (металлы).

Хрупкие материалы, разрушаются без заметных остаточных деформаций (бетон, природный камень, кирпич) хорошо сопротивляются сжатию и в 5 – 50 раз хуже – растяжению, изгибу, удару (соответственно стекло – гранит).

Внешние силы, приложенные к телу, вызывают изменение межатомных расстояний, от чего происходит изменение размеров деформируемого тела на величину Δl в направлении действия силы сжатия – укорочение, или растяжения – удлинения. Относительная деформация равна отношению абсолютной деформации Δl к первоначальному линейному размеру l тела:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}. \quad (17)$$

Напряжение материала – внутренняя сила, приходящаяся на единицу поверхности, вызванная в деформируемом теле под воздействием внешних сил. При одноосном растяжении (сжатии) напряжение (σ) определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{P}{F}, \quad (18)$$

где P – действующая внешняя сила; F – площадь первоначального поперечного сечения элемента, перпендикулярного направлению действия силы.

Модуль упругости E (модуль Юнга) связывает упругую деформацию материала и одноосное напряжение материала линейным соотношением, выражающим закон Гука:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon. \quad (19)$$

Прочность строительных материалов характеризуется пределом прочности, под которым понимают напряжение, вызывающее разрушение материала.

Прочность и твердость материалов

Предел прочности на сжатие $R_{сж}$ или растяжение $R_{раст}$ определяется по формуле:

$$R = \frac{P_{разр}}{F}, \quad (20)$$

где P – разрушающая нагрузка, Н (кгс); F – площадь поперечного сечения образца испытания, мм² (см²).

Определение предела прочности на сжатие строительных материалов проводят согласно ГОСТам путем испытания образцов на механических или гидравлических прессах. Схемы стандартных методов определения прочности и при сжатии, растяжении и растяжении при изгибе представлены в Таблицах. Прочность зависит от структуры материала, вещественного состава, влажности, направления и скорости приложения нагрузки.

Связь между пределом прочности на сжатие и величиной средней плотности используют для оценки эффективности материала в конструкциях, вычисляя коэффициент конструктивного качества или удельную прочность по формуле:

$$R_{уд} = \frac{R_{сж}}{d}. \quad (21)$$

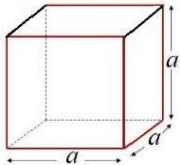
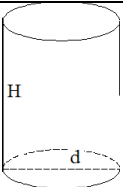
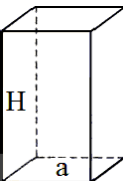
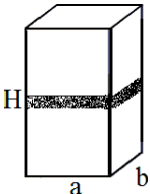
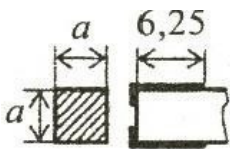
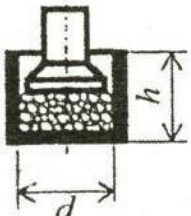
где $R_{уд}$ – показатель прочности материала, МПа; d – относительная прочность, отн.

Следовательно, $R_{уд}$, это прочность, отнесенная к единице средней плотности материала. Лучшие показатели $R_{уд}$ имеют конструктивные материалы, имеющие меньшую среднюю плотность. Так, например, для стеклопластика $R_{уд} = 450 / 2 = 225$ МПа, древесины – $R_{уд} = 100 / 0.5 = 200$ МПа, высокопрочной стали – $1000 / 7.85 = 127$ МПа, стали обыкновенной – $R_{уд} = 390 / 7.85 = 51$ МПа.

Для каменных материалов значения $R_{уд}$ составляют: для лёгкого конструкционного бетона – $40 / 1.8 = 22.2$ МПа, для тяжёлого бетона – $40 / 2.4 = 16.6$ МПа, для лёгкого конструкционно-теплоизоляционного бетона – $10 / 0.8 = 12.5$ МПа, кирпича – $10 / 1.8 = 5.56$ МПа.

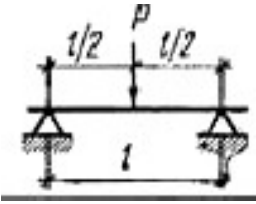
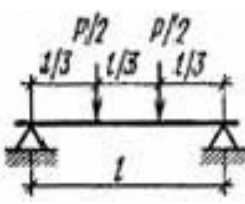
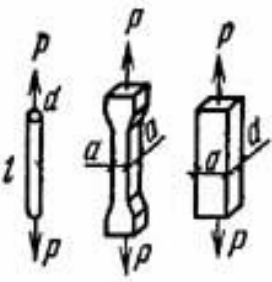
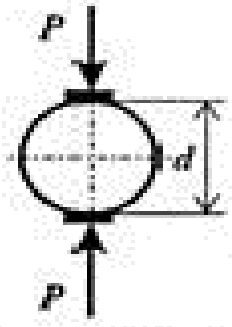
Схемы стандартных методов определения прочности при сжатии представлены в табл.3.

Таблица 3. Схемы стандартных методов определения прочности при сжатии

Образец	Эскиз	Расчетная формула	Материал	Размер стандартного образца, см
Куб		$R = \frac{P}{a^2}$	Бетон раствор Природный камень	10×10×10 15×15×15 20×20×20 7,07×7,07×7,07 5×5×5 и др.
Цилиндр		$R = \frac{4P}{\pi d^2}$	Бетон Природный камень	d=15; H=30 d=H=5; 7; 10; 15
Призма		$R = \frac{P}{a^2}$	Бетон Древесина	a=10; 15; 20 H=40; 60; 80 a=2; H=3
Составной образец		$R = \frac{P}{S}$	Кирпич	a=12; b=12,3; H=14
Половина образца призмы, изготовленный из цементно-песчаного раствора		$R = \frac{P}{S}$	Цемент	a=4; S=25 см²
Проба щебня (гравия) в цилиндре		$D_p = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100$	Крупный заполнитель для бетона	d=15; h=15

Схемы стандартных методов определения прочности при растяжении и при изгибе представлены в табл. 4.

Таблица 4. Схемы стандартных методов определения прочности при растяжении и при изгибе

Образец	Схема испытаний	Расчетная формула	Материал	Размер стандартного образца, см
Испытание на изгиб				
Призма, кирпич в натуре		$R_{\text{и}} = \frac{3Pl}{b h^2}$	Цемент Кирпич	4×4×16 12×6.5×25
Призма			Бетон Древесина	15×15×15 2×2×30
Испытание на растяжение				
Стержень, восьмерка, призма		$R_p = \frac{4P}{a^2}$ $R_p = \frac{P}{a d}$	Бетон Сталь	5×5×50; 10×10×80 d=1; l=5; l>10d
Цилиндр			Бетон	d=15

В расчёте строительных материалов на прочность допускаемые напряжения должны составлять лишь часть предельной прочности.

Создаваемый запас обусловлен неоднородностью строения большинства строительных материалов, недостаточной надёжностью полученных результатов при определении предела прочности, отсутствием учёта многократного переменного действия нагрузки, старения материалов и т. д. Запас прочности и величину допускаемого напряжения определяют и устанавливают в соответствии с нормативными требованиями в зависимости от вида и назначения материала, долговечности строящегося сооружения.

Единичные результаты испытаний образцов недостаточно характеризуют прочность бетона в конструкции. Конструкционные материалы и изделия характеризуют маркой по прочности. *Марка М* – числовая характеристика какого-либо свойства бетона, принимаемая по его среднему значению, то есть без учёта степени его однородности.

Вследствие неоднородности свойств получаемого бетона, часть бетона в конструкции может иметь значения прочности бетона выше расчётной, другая часть – ниже. В таком случае конструкция может не выдержать расчётных нагрузок и обрушиться. Поэтому необходимо обеспечить повышение надёжности бетонных и железобетонных конструкций.

Исключить неоднородность качества сырья, случайные изменения параметров производственного процесса невозможно. Но чем выше общая культура строительства, в том числе, чем выше уровень управления качеством продукции на производстве, тем лучше качество приготовления и укладки бетона в конструкцию, тем меньше будут возможные колебания показателей прочности бетона. Статистической характеристикой однородности свойств бетона является коэффициент вариации v , который равен отношению среднего квадратического отклонения отдельных результатов испытаний прочности к его средней прочности. Чем меньше его значение, тем более однороден по свойствам бетон. В идеальном случае $v = 0$, на практике для контроля прочности тяжёлого бетона принимают следующие оценки настроенности производства: при $v < 6\%$ однородность считается хорошей, при $v = 13\%$ – удовлетворительной, а при значении $v > 16\%$ – недопустимой.

Таким образом, для нормирования прочности материалов в конструкциях необходимо использовать характеристику, которая гарантирует получение бетона с заданной прочностью с учётом возможных её колебаний. Такой характеристикой является *класс бетона*.

Класс бетона В – это числовая характеристика какого-либо его свойства, принимаемая с гарантированной обеспеченностью (обычно 95%). Например, класс бетона В20 следует понимать так: при определении предела

прочности при сжатии бетона на любом, произвольно взятом участке конструкции будет получен результат 20 МПа и более, или лишь в 5% случаев можно ожидать значения менее 20 МПа. Между классом бетона и его маркой с учётом настроянности производства существует следующая взаимосвязь:

$$B = M (1 - 1.64 \cdot v). \quad (22)$$

Твёрдость – способность материала сопротивляться проникновению в его поверхность другого более твёрдого тела. Для определения твёрдости существуют несколько методов. Твёрдость каменных материалов, стекла оценивают с помощью минералов шкалы твёрдости Мооса, состоящей из 10 минералов, расположенных по степени возрастания их твёрдости (1 – тальки или мел, 10 – алмаз). Показатель сравнительной твёрдости испытуемого материала находится между показателями двух соседних минералов, из которых один чертит, а другой сам чертится этим минералом. В табл. 5 представлены данные шкалы Мооса для природных каменных материалов.

Таблица 5. Шкала Мооса для определения твёрдости природных каменных материалов

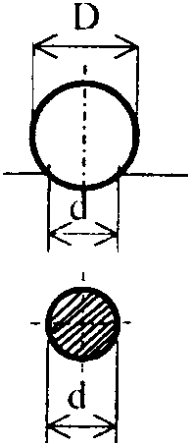
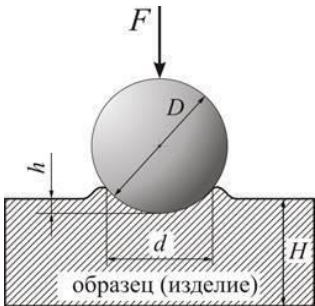
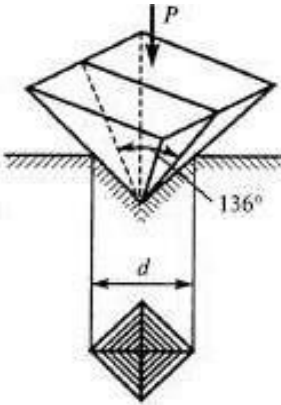
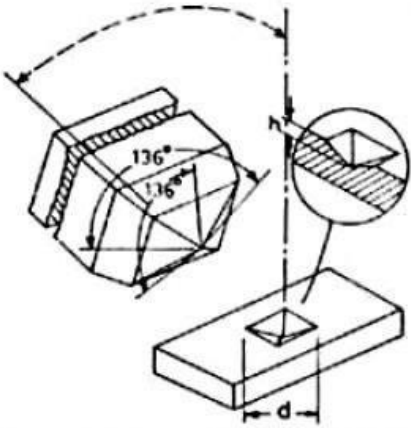
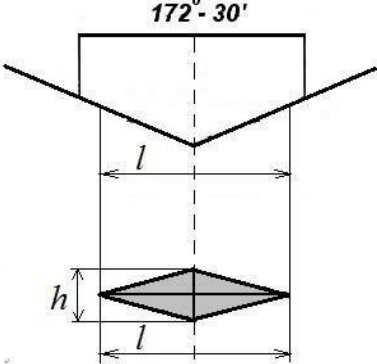
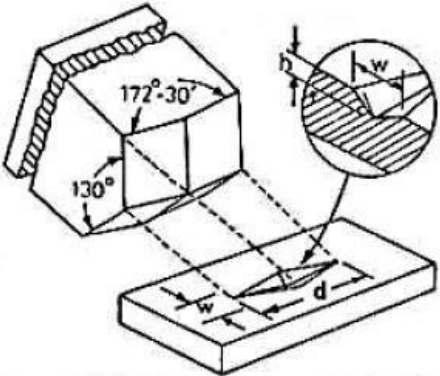
Твёрдость по Моосу	Эталонный минерал	Абсолютная твёрдость	Обрабатываемость
1	Тальк	1	Царапается ногтем
2	Гипс	3	Царапается ногтем
3	Кальцит	9	Царапается медью
4	Флюорит	21	Легко царапается ножом, оконным стеклом
5	Апатит	48	Сушилем царапается ножом, оконным стеклом
6	Ортоклаз	72	Царапает стекло. Обрабатывается напильником
7	Кварц	100	Поддаётся обработке алмазом, царапает стекло
8	Топаз	200	Поддаётся обработке алмазом, царапает стекло
9	Корунд	400	Поддаётся обработке алмазом, царапает стекло
10	Алмаз	1600	Царапает стекло

Твёрдость металлов и пластмасс рассчитывают по диаметру

отпечатка в давливаемого стального шарика определенной массы и размера (метод

Бринелля), по глубине погружения алмазного конуса под действием заданной нагрузки (метод Роквелла) или площади отпечатка алмазной пирамиды (метод Виккерса). Твердость материалов определяет возможности их использования в конструкциях, подвергающихся истиранию и износу (полы, дорожные покрытия).

Таблица 6. Методы определения твёрдости по Бринеллю, Виккерсу и Кнупу

Наименование метода	Вид индентора и отпечатка	Схема метода
Метод Бринелля		
Метод Виккерса		
Метод Кнупа		

Износостойкость материалов

Истираемость характеризуется величиной потери первоначальной массы материала ($г$), отнесенной к единице площади ($см^2$) истирания. Истираемость определяют на специальных кругах или посредством воздействия на поверхность материала воздушной или водной струи, несущей все безразмерные абразивные материалы (песок определенной крупности). Сопротивление истиранию определяют для материалов, предназначенных для полов, дорожных покрытий, лестничных ступеней. Некоторые материалы испытывают также на износ.

Сопротивление удару имеет большое значение для материалов, применяемых для покрытия полов в цехах промышленных предприятий. Предел прочности материала при ударе характеризуется количеством работы, затраченной на разрушение образца, отнесенной к единице объема. Испытание материалов проводят на специальном приборе-копре.

Износ – разрушение материала при совместном действии истирающей и ударной нагрузок. Для определения износостойкости образцы материала испытывают в специальном вращающемся барабане с металлическими шарами. Прочность оценивают по потере массы образцов, выраженной в процентах. Износ подвергается покрытие дорог, аэродромов и полов промышленных предприятий. Совокупность свойств материалов должна обеспечивать их долговременную нормативную эксплуатацию в зданиях и сооружениях – *долговечность*.

Лекция 2. Тема 1.2. Природные и искусственные материалы

Природные каменные материалы

1. Общие сведения

Свойства материалов из природного камня зависят от условий образования горной породы. Так, для группы первичных *магматических пород*, сформировавшихся в результате охлаждения магмы (природный расплав), наиболее важными факторами являются скорость снижения температуры и давления. При кристаллизации магмы в глубине земной коры получают крупнокристаллические, плотные, высокопрочные *глубинные породы* (гранит, сиенит). В результате быстрого охлаждения, но без выхода на земную поверхность, образуются стеклокристаллические плотные *излившиеся породы*, обладающие, как правило, высокой кислотостойкостью (диабаз, базальт). *Высокопористые* породы образуются в результате выхода лавы на поверхность и резкого охлаждения (вулканическая пемза), *рыхло-сыпучие* – за счет выброса расплава под давлением на большую высоту (вулканический пепел). Из накопленного и спрессованного пепла получается вулканический туф, представляющий собой относительно пористую декоративную породу.

Вторичные *осадочные породы* образовались в результате физической и химической коррозии магматических пород под действием ветра, воды, смены температуры –

обломочные, за счет выпадения из пересыщенных растворов кристаллов солей и их накопления в течение тысяч лет – *химические осадки* или путем разложения, накопления и уплотнения остатков органического происхождения (водорослей, ракообразных) – *органогенные*. Первые представляют собой рыхлые, сыпучие материалы: песок, щебень, гравий, глина. В естественных условиях в результате соединения этих зерен природным клеем (глинистым, кремнеземистым) образуются плотные, прочные *цементированные породы*: *брекчия* (цементация щебня), *конгломерат* (цементация гравия), *песчаник* (цементация песка). Минералы, образованные химическим путем (доломит, известняк, гипс), представляют собой плотные, прочные породы, которые нашли широкое применение в качестве сырья для получения минеральных вяжущих веществ (цемент, гипс, известь). *Органогенные породы* (мел, диатомит, известняк-ракушечник) – относительно мягкие, пористые, склонны к выветриванию и разрушению водой.

К третьей группе горных пород относятся *метаморфические* (видоизмененные). Свойства этих материалов обусловлены температурой и, в большей степени, величиной и направлением давления в глубине земной коры, способствующими формированию плотной монолитной (многостороннее давление) или слоистой (давление сдвигом в одном направлении) структуры. К монолитным относятся *мрамор*, образованный из известняка, и *кальцит* – из песчаника, к слоистым – *сланцы* и *гнейсы*.

При эксплуатации в воздухе изделия из природного камня подвергаются физической и химической коррозии, а в промышленных городах в большей степени химической коррозии. Для защиты от разрушения применяют шлифовку и полировку поверхности, ее пропитку гидрофобными составами, нанесение пленочных полимерных покрытий, обработку составами, химически закупоривающими поровую структуру поверхностного слоя изделия (флюатирование).

2. Технология

Добычу природного камня осуществляют в карьерах открытых или подземным способом в зависимости от глубины залегания породы. Затем материал поступает на механическую обработку, вид которой обусловлен формой, размером и назначением получаемых материалов. Стеновые камни, блоки и облицовочные плитки получают методом *распиловки*. Коррозионно-стойкое каменное литье в виде плит – *литье* расплава кислотостойкой горной породы в формы. Волокна различной длины и сечения – *подачей расплава на центрифугу* (короткие – штапельные) или *протягиванием через фильеры* (длинномерные). Высокопористые легкие запо-

лнители(вермикулит,перлит)—путемрезкогонагревадробленыхприродных стекол, вызывающего значительное увеличение объема материала за счет выделения кристаллизационной воды и газообразных продуктов. Крупный, мелкий заполнители и порошкообразный наполнитель для производств бетонов, строительных растворов, мастик, красочных составов – дробление и помол камня с сортировкой по размерам (фракциям).

3. Применение

Горные породы используют для производства *конструкционных, отделочных* материалов и материалов *специального назначения*: кислотостойких, теплоизоляционных, акустических. Большой объем добываемого сырья идет на получение искусственных материалов (керамических, стеклянных, металлических, минеральных вяжущих) и заполнителей для бетонов и растворов. Природный камень плотностью 900...2200 кг/м³ применяют в виде стеновых блоков для кладки наружных стен и перегородок (долomit, известняк-ракушечник, туф). Такие плотные породы, как гранит, сиенит и другие, используют в виде бутового камня

при возведении гидротехнических сооружений, фундаментов, стен неотапливаемых зданий. В дорожном строительстве их применяют в качестве бортовых камней, брусчатки и булыжного камня, которые должны обладать

высокой износостойкостью и морозостойкостью. Горные породы высокой декоративности (гранит, мрамор, лабрадорит) в виде плитки используют для отделки станций метро, переходов, фасадов стен и полов зданий общественного и культурного назначения. Из полученных при обработке сырья отходов минерального или полимерного связующего выпускают искусственные отделочные плитки. Минеральные волокна производят не только из расплава, но и механическим дроблением с последующей распушкой (хризотил-асбест). С использованием асбеста изготавливают асбестоцементные изделия в виде листов, плиток, труб.

К теплоизоляционным и акустическим материалам относят такие рыхлые сыпучие, как керамзит, перлит, а также крупноразмерные жесткие и мягкие плиты на основе минеральных волокон и связующих. Кислотостойкие изделия для антикоррозионной защиты полов, стен, технологического оборудования получают распыловкой или литьем из базальта, андезита, диабазита.

Керамические материалы и изделия

1. Общие сведения

В понятие керамические материалы и изделия входит широкий круг материалов с различными свойствами, изготовленных из глины способом обж

ига. Их классифицируют по ряду признаков.

По назначению керамические изделия подразделяют на следующие виды: стеновые, отделочные, кровельные, для полов, для перекрытий, дорожные, санитарно-технические, кислотоупорные, теплоизоляционные, огнеупорные и заполнители для бетонов.

По структуре различают керамические изделия пористыми и спеченными (плотными) черепком. Пористыми считают изделия с водопоглощением по массе более 5 %. К ним относятся изделия как грубой керамики - керамические стеновые кирпич и камень, изделия для кровли и перекрытий, дренажные трубы, так и тонкой керамики - облицовочные плитки, фаянсовые. К плотным относят изделия с водопоглощением по массе менее 5 %. К ним принадлежат также изделия из грубой керамики - клинкерный кирпич, крупноразмерные облицовочные плиты, и тонкой керамики - фаянс, полуфарфор, фарфор.

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 - 2000 °С; высшей огнеупорности - более 2000 °С.

2. Технология

Искусственные обжиговые керамические материалы, получают в результате высокотемпературной обработки глинистых пород. В зависимости от влажности и исходного сырья из данных свойств готового изделия применяют несколько способов подготовки формовочной массы, отличающихся содержанием воды: *полусухой* (до 12%), *пластичный* (до 25%) и *шликерный* (до 60 % - литьевой). Первым методом получают изделия плотной структуры (половая плитка) и очень точных размеров (лицевой кирпич), вторым - трубы, черепицу, кирпич и камни рядовые. Третий метод основан на способности глинообразовывать вследствие своей гидрофильности высокоподвижные однородные не расслаивающиеся смеси, обладающие хорошей влаготдачей при повышении температуры. Путем заливки смеси в высокопористые гипсовые или пластмассовые формы получают санитарно-технические изделия сложной конфигурации (мойки, раковины, ванны), специальные поддоны - коврово-мозаичную облицовочную плитку размером 21 × 21 мм толщиной до 3 мм. Изделия после формовки сушат и подвергают обжигу до спекания при температуре 1000...1300 °С. При обжиге из сырья удаляется кристаллизационная вода (*огневая усадка*) и образуются новые соединения, обеспечивающие прочность и водостойкость изделий.

Процесс сушки и обжига сопровождается усадочными деформациями (*воздушная и огненная усадка*). Уменьшение усадочных деформаций достигается за счет дополнительного введения в сырьевую смесь отошающих добавок: шамота, песка, шлака и т. д. Для снижения энергоемкости процесса, повышения плотности и прочности изделий в формовочную массу вводят добавки-плавины – стеклоотходы или молотые природные стекла (перлит, полевой шпат). Пластичность глиняной массы изменяют расходом воды или введением специальных органических пластифицирующих добавок. Облегчение изделий, повышение их акустических и теплоизоляционных свойств достигается использованием пено-, газообразующих веществ или выгорающих добавок (древесные отходы, торф, гранулированная макулатура).

Регулируя состав сырья, способ формовки, режим термообработки получают керамические материалы различного назначения и области применения: конструкционные, отделочные материалы и материалы специального назначения.

3. Применение

К конструкционным изделиям, эксплуатируемым в условиях действия нагрузок, относятся *стенные материалы* (кирпич и камни керамические), *кровельные* (черепица), *трубы* водопроводные, канализационные и дренажные. Кроме того, кирпич применяют для кладки столбчатых фундаментов в малоэтажных зданиях, а также для заводского изготовления крупноформатных блоков и панелей, которые в зависимости от назначения (для внутренних или наружных стен) могут быть одно-, двух- и трехслойными. В многослойных для повышения теплозащитных свойств используют плитный утеплитель. Отечественные и зарубежные заводы выпускают рядовой полнотелый кирпич $65 \times 125 \times 250$ мм и большое количество его модификаций, отличающихся не только размерами, но и наличием пустот, их величиной, формой и расположением. Наиболее эффективен поризованный рядовой кирпич М125 плотностью 950 кг/м^3 и крупноформатный пустотелый керамический камень $350 \times 250 \times 219$ мм той же марки плотностью 790 кг/м^3 . Ячеистая структура этих материалов, полученная за счет введения комплексных порообразующих добавок, позволяет значительно уменьшить толщину стены, сохранив ее несущую способность и высокие теплозащитные свойства. Тепло-технические показатели ограждающих конструкций, выполненных из мелкоштучных материалов, зависят от свойств применяемых изделий и кладочного раствора, поэтому поризованные кирпичи (камни) укладывают на специальный растворительный клей толщиной шва 1 мм (шлифованные очень точных размеров) или на теплоизоляционный раствор (обычные).

Для повышения декоративности отделочных материалов (лицевого кирпича и плиток различных размеров и формы) применяют

специальные декоративные составы: ангобы, представляющие собой смесь каолиновых белых глинистых пигментов, и глазури, состоящие из смеси легкоплавких соединений и пигментов, образующие при обжиге стеклообразные цветные покрытия. В зависимости от конкретного назначения материалов этого класса предъявляют различные требования по свойствам. Так, плитки для покрытия пола должны быть прочными на удар и истирание, водостойкими и водонепроницаемыми, фасадная керамика – воздухо- и морозостойкой.

К материалам специального назначения относятся санитарно-технические, кислотостойкие, огнеупорные и теплоизоляционные. Основным сырьем для получения санитарно-технических изделий служат беложгущиеся глины в смеси со стеклообразующими и плавящими и отощающими добавками. Изменяя соотношение компонентов и технологию формования и обжига, получают фаянсовые, полуфарфоровые и фарфоровые изделия, которые соответственно перечислены в порядке возрастания их плотности и прочности. Наибольший объем строительства приходится на относительно пористые фаянсовые изделия, водонепроницаемость которых обеспечивают глазурованием поверхности.

Кислотостойкие материалы в виде плиток и кирпичей класса А, Б, В, полученные из кислотостойких глин, используют для защиты полов, стен, технологического оборудования на химических предприятиях.

Основное назначение *огнеупорных* материалов – футеровка высокотемпературного технологического оборудования. Максимальная температура эксплуатации таких изделий определяется составом сырья: при повышенном содержании кремнезема (SiO_2) получают диносовые огнеупоры (до 1650°C), огнеупорных глин – шамотные (до 1400°C), глинозема (Al_2O_3) – высокоглиноземистые (свыше 1750°C).

Теплоизоляционные материалы и изделия на основе глинистого сырья производят в виде высокопористых пенодиатомитовых кирпичей, применяемых в основном для теплоизоляции технологического оборудования, и рыхлых сыпучих материалов: керамзитового гравия и аглопоритового щебня. Последние получают методом вспучивания при температуре свыше 1000°C отформованных гранул или дроблением спекшегося сырья с отходами угля и используют в качестве теплоизоляционных засыпок для утепления полов, потолков, стен, а также заполнителей легких бетонов различного назначения.

Минеральные вяжущие материалы

По условию твердения и эксплуатации готовых изделий

минеральные вяжущие подразделяют на *воздушные* (гипс, известь, магнезиальные вяжущие, жидкое стекло), эксплуатируемые только в воздушно-сухих условиях, *гидравлические* (гидравлическая известь, смешанные гипсовые и известковые вяжущие, разновидности портландцемента, специальные виды цемента), обеспечивающие искусственному камню водостойкость, а также вяжущие автоклавного твердения (известково-песчаное вяжущее), которые приобретают прочность и водостойкость при твердении и при повышенных температурах и давлении паровой среды (гидротермальные условия 9...16 атм и 175...250 °С).

Технология получения минеральных вяжущих включает добычу природного сырья, его очистку, помол, термообработку и помол готового продукта.

К общим свойствам минеральных вяжущих можно отнести:

- порошкообразное агрегатное состояние (за исключением жидкого стекла);
- высокую химическую активность по отношению к воде, реакция взаимодействия которой сопровождается выделением тепла;
- способность образовывать сводой однородную клеящую массу, переходящую в искусственный камень.

Воздушные вяжущие

К воздушным минеральным вяжущим относятся вещества, продукты гидратации которых обладают низкой водостойкостью, особенно по отношению к действию проточной воды. Это простые по составу материалы, как правило, интенсивно взаимодействующие сводой.

Воздушную известь получают из таких кальциевых карбонатных пород, как известняк (CaCO_3) и доломит ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), содержащих не более 6 % глинистых примесей. Их обжигают при температуре 900...1100 °С. Они разлагаются с выделением углекислого газа. Продукт обжига — оксид кальция (CaO) является воздушной известью, которую завысокие тепловые выделения при гидратации (гашении) называют *известью кипелкой*.

На воздухе при затворении водой образуются кристаллы гидрооксида кальция Ca(OH)_2 , а за счет их реакции с углекислым газом воздуха — кальцита CaCO_3 , которые обеспечивают прочность известковому камню (1...7 МПа).

Качество извести оценивают по следующим показателям:

- тонкость помола — остаток на ситах должен быть не более 1,5 % (02)

и 15 % (008);

- содержание химически активных по отношению к воде компонентов CaO и MgO – активной примеси (50–90%);
- температура и время гашения извести;
- содержание примесей.

В зависимости от содержания примеси MgO и, следовательно, химической активности известь подразделяют на кальцевую (содержащую MgO до 5%), магниальную (5...20%) и доломитовую (20...40%); по времени гашения – быстро гасящуюся (до 8 мин), средне гасящуюся (до 25 мин) и медленно гасящуюся (более 25 мин); по максимальной температуре гашения – низкоэкзотермическую (до 75°C) и высокоэкзотермическую (более 75°C).

Примеси в извести являются зерном недообожженного сырья (CaCO_3) – «недожог» и оплавленные с поверхности зерна CaO — «пережог». Первые снижают активность и качество извести, а вторые вызывают появление «дутиков» – вздутий и трещин на штукатуренной поверхности, так как замедленный процесс гашения, сопровождаемый ростом температуры, увеличением объема и, следовательно, возникновением деформаций, происходит уже в затвердевшем составе.

В строительстве известь используют для получения красочных составов, штукатурных и кладочных сложных растворов. С целью повышения водостойкости изделий и расширения области их использования на основе извести получают смешанные гидравлические и известково-кремнеземистые вяжущие: известково-пуццолановые, известково-шлаковые и известково-кремнеземистые. В известково-пуццолановые и известково-шлаковые, кроме пуццолановых (опока, диатомит и шлаковых добавок), для регулирования сроков схватывания вводят до 5% гипса. На их основе производят искомарочные бетоны для подводного и подземного бетонирования. Это связано с их низкой морозостойкостью, а в случае пуццолановой добавки – и с низкой воздухопроницаемостью. Известково-шлаковое вяжущее более эффективно при изготовлении заводских изделий по пропарочной технологии, так как в этом случае в процессе гидратации участвует и шлаковая составляющая.

Наиболее широкое применение нашли известково-кремнеземистые вяжущие, на основе которых по автоклавной технологии (давление до 1,6 МПа, температура до 203°C) получают силикатные изделия: стеновые мелкоштучные материалы (кирпичи, камни, аналогичные по размерам и форме керамическим), плотные бетоны для несущих конструкций (плит перекрытий, колонн и т.д.) и высокопористые ячеистые блоки (за счет введения пено- и газообразующих добавок), которые, в зависимости от средней плотности, могут при-

применяться для возведения ограждающих конструкций или получения изделий теплоизоляционного и акустического назначения.

При использовании силикатных изделий учитывают их пониженную водо-, термо- и коррозионную стойкость.

Гипсовые вяжущие. Технология получения и использование гипсовых вяжущих основаны на способности сырья – природного гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$),

которому легко отдавать кристаллизационную воду уже при 123°C и переходить в химически активное по отношению к водосостояние ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$). Из химически активного гипса за счет реакции гидратации и присоединения

кристаллизационной воды получают искусственный гипсовый камень ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Строительный гипс представляет собой мелкокристаллический материал, требующий для получения гипсового теста определенной пластичности от 50 до 70 % воды. Для высокопрочного крупнокристаллического гипса, полученного в автоклавах при температуре 123°C , количество воды сокращается до 30...50 %. В связи с тем, что на реакцию гидратации расходуется до 19 % воды, прочность камня на основе высокопрочного гипса вследствие более высокой плотности составляет 30...40 МПа, а строительного гипса – до 25 МПа. Максимальная прочность гипсового камня определяется водогипсовым отношением (В/Г), которое зависит от размера и формы кристаллов минерального вяжущего.

Качество гипсовых вяжущих оценивают по *тонкости помола, срокам схватывания и прочности*. Сроки схватывания являются временным показателем, фиксирующим процесс загустевания гипсового теста определенной пластичности (нормальной густоты) с подобранным расходом воды – началом схватывания – и образования гипсового камня – концом схватывания. При соответствии этих значений требованиям стандарта, по пределу прочности на сжатие (МПа) с учетом прочности на изгиб образцов, твердевших два часа в воздушно-сухих условиях, вяжущему присуждают марку.

В зависимости от требуемых свойств готового продукта сырье подвергают термообработке при температуре $123...160^\circ\text{C}$, получая полуводные и низкообжиговые вяжущие ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$): строительный и высокопрочный гипс – или при $600...1000^\circ\text{C}$ – безводные (CaSO_4) высокообжиговые вяжущие: ангидритовый цемент и эстрих гипс.

Низкообжиговые вяжущие характеризуются быстрым набором прочности, низкой водостойкостью.

Наиболее широкое применение в строительстве нашел строительный гипс, на основе которого по прокатной технологии изготавливают

ипсоволокнистые (ГВЛ) и гипсокартонные (ГКЛ) листы, используемые в качестве отделочного листового материала для выравнивания стен (сухая штукатурка), выполнения потолков и модульных трансформируемых каркасных перегородок. Использование листового картона внутренним слоем из гипсового камня (ГКЛ) или дисперсное (мелковолокнистое) армирование гипсового камня повсеместно в волокнами растительного происхождения (ГВЛ) обеспечивают твердость и снижают хрупкость изделий. В зависимости от условий эксплуатации помещения применяют

влагостойкие (ГКЛВ), огнестойкие (ГКЛО) и влапоогнестойкие (ГКЛВО) листовые материалы, получаемые путем введения добавок и использования декоративных пленочных покрытий.

Высокая пористость гипсовых изделий и способность очень точно воспроизводить форму рельефный рисунок за счет расширения при твердении на 1 % обусловили применение гипса для получения акустических (звукопоглощающих) и архитектурно-художественных изделий.

К достоинствам гипсового камня, содержащего кристаллизационную воду, относится высокая огнестойкость. Это свойство обусловило его использование при производстве огнезащитных плит строительных материалов. Кроме того, применение гипсовых изделий в жилищном строительстве обеспечивает создание комфортных условий проживания, связанных с высокой гигроскопичностью и способностью гипсового камня регулировать влажность воздуха в помещении за счет её поглощения или отдачи.

Для повышения водостойкости гипсовых изделий увеличивают их плотность, полируют лицевую поверхность или обрабатывают пленкозащитными и гидрофобными смесями, а также изменяют состав вяжущего за счет дополнительного введения тонкомолотых гидравлических добавок искусственного или природного происхождения (портландцемента, доменного шлака, зол, природных пуццоланов). Полученные *мешаные гипсовые вяжущие*: гипсоцементно-шлаковые (ГЦШВ) и гипсоцементно-пуццолановые (ГЦПВ) – приобретают свойства гидравлических вяжущих, а изделия на их основе – повышенную водостойкость (коэффициент размягчения не ниже 0.65), пониженные морозо- и воздухоустойкость. Это обуславливает их применение, аналогичное высокопрочному гипсу, при изготовлении санитарно-технических кабин, монолитных полов в общественных зданиях и на предприятиях легкой промышленности с обработкой поверхности составами, повышающими водостойкость и износостойкость покрытия.

Высокообжиговые гипсовые вяжущие обладают пониженной химической активностью, медленным схватыванием, повышенной водостойкостью, прочно

тью до 20 МПа. Для ускорения процесса твердения в *ангидритовый цемент*, полученный при температуре 600...700 °С, вводят известь.

При температуре 900...1000 °С безводный сульфат кальция частично разлагается на оксид кальция (CaO) и сернистый газ (SO_3), следовательно, выпускаемый *эстрих гипс* представляет собой двухкомпонентный продукт, состоящий из смеси CaSO_4 и CaO . Основное назначение этих вяжущих – выполнение монолитных или мозаичных (в сочетании с плитами из горных пород) полов; изготовление путем введения в состав смеси пигментов полированных плит искусственного мрамора, применяемых для отделки пола и стен в зданиях общественного назначения; получение штукатурных, кладочных растворов и легких бетонов.

Магнезиальные воздушные вяжущие: каустический магнезит (MgO) и каустический доломит ($\text{MgO} + \text{CaCO}_3$) – получают путем термообработки магнезита (MgCO_3) или доломита ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$) при температуре 700...800 °С. В связи с их невысокой химической активностью по отношению к воде, при получении изделий для ускорения процесса гидратации используют растворы солей ($\text{MgCl}_2, \text{MgSO}_4$).

Контролируемыми показателями качества являются: *тонкость помола, сроки схватывания, марка по прочности*. Прочность на сжатие каустического магнезита составляет 40...60 МПа, каустического доломита – 10...30 МПа. Снижение активности последнего объясняется присутствием неразложившегося при термообработке инертного по отношению к воде кальция.

Наиболее широко эти вяжущие применяют в сочетании с древесными отходами разной степени измельчения для выполнения теплых огнестойких монолитных полов на предприятиях легкой промышленности, а также для изготовления силикатовых крупногабаритных плит, которые в зависимости от состава и степени уплотнения могут быть использованы в качестве внутренних перегородок или теплоизоляции строительных конструкций.

Жидкое стекло представляет собой водный раствор силиката калия ($\text{SiO}_2 \cdot \text{K}_2\text{O}$) или натрия ($\text{SiO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{O}$), полученный в автоклаве в результате воздействия насыщенного водяного пара на продукт сплавления кремнезема (SiO_2) с карбонатом калия (натрия) или сульфатом натрия (калия) при температуре 1300...1400 °С.

Вяжущие свойства раствора оценивают *плотностью, вязкостью и модулем стекла* (2,6...4,0), который равен отношению числа грамм-молекул кремнезема к одному грамм-молю оксида калия или натрия. С увеличением модуля клеящие свойства раствора и стойкость изделий к кислотам повышаются.

На основе жидкого стекла получают многокомпонентное воздушное вяжущее специального назначения – *кислотостойкий цемент*, в состав которого дополнительно входят тонкомолотый кислотостойкий наполнитель (кварцевый, базальтовый, андезитовый) и добавка – ускоритель твердения (кремнефтористый натрий). Из него изготавливают кислотостойкие бетонные конструкции (с пластиковой арматурой). Термостойкость до 1000°C и огнестойкость позволяют применять составы на основе этого вяжущего для производства огнезащитных и жаростойких растворов и бетонов.

Жидкое стекло является также основой для силикатных красок, кислотостойких мастик и составов, используемых с целью уплотнения и укрепления (силикатизации) грунтов на строительных площадках.

Портландцемент и его разновидности. *Портландцементом* называют тонкомолотый материал, полученный совместным измельчением клинкера (продукта спекания при температуре $1400\ldots 1500^{\circ}\text{C}$ из известково-глинистой смеси в соотношении по массе 3: 1 или мергелистых пород) и гипса (35%).

В зависимости от влажности исходного сырья применяют мокрый или сухой способ производства. При *мокром способе* помол и перемешивание сырья до получения однородного пластичного шлама влажностью до 45 % производят непосредственно в мельницах, затем шлам поступает в шламбассейн, где его состав корректируют путем введения добавок, и в вращающиеся горизонтальные печи на обжиг.

Действие высокой температуры вызывает испарение воды, разложение сырья и образование новых, химически активных по отношению к воде, минералов. После обжига клинкер подают в специальные холодильники для быстрого охлаждения продукта с целью сохранения химически активной стеклофазы. В завершение клинкер мелют совместно с гипсом или гипсом, содержащим отходы и минеральные добавки. К достоинствам мокрого способа можно отнести простоту корректировки состава, что позволяет получать разнообразные по свойствам цементы.

При сухом способе тонкомолотое сырье подогревают подходящими газами и подают на обжиг в вертикальные шахтные печи. Исключение процесса испарения воды делает эту технологию менее энергозатратной.

Минералогический состав цемента включает четыре основных минерала:

- алит ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2, \text{C}_3\text{S}$) – 45-60 %;
- белит ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2, \text{C}_2\text{S}$) – 10-30 %;

- целит($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3, \text{C}_3\text{A}$)— 5...12 %;
- четырехкальциевый алюмоферрит($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{C}_4\text{AF}$)—10...20%.

Свойства цемента определяют процентным содержанием этих минералов, к которым по своей химической активности, тепловыделению и скорости твердения располагаются в порядке убывания следующим образом: $\text{C}_3\text{A} \rightarrow \text{C}_3\text{S} \rightarrow \text{C}_4\text{AF} \rightarrow \text{C}_2\text{S}$.

При смешивании портландцемента с водой составляющие его минералы гидратируют с образованием новых кристаллических соединений, обуславливающих твердение цементного теста и прочность искусственного камня. Состав новообразований зависит от минералогического состава цемента, влажности и температуры окружающей среды. Продукт гидратации алита — гидрооксид кальция, растворяясь в воде, образует насыщенный щелочной раствор, который обеспечивает стабильность не только образованных кристаллических гидратных соединений, но и коррозионную стойкость арматуры при эксплуатации железобетонных конструкций.

В результате частичного перехода воды при гидратации в химически связанное состояние (до 20 % от массы цемента) происходит усадка цементного камня, вызывающая появление на его поверхности микротрещин. Испарение воды из материала приводит к образованию открытых капиллярных пор, понижающих не только прочность, но и морозостойкость, водонепроницаемость искусственного материала. Для повышения его эксплуатационных свойств необходимо обеспечить влажностные условия твердения (влажность не менее 95...98%) и снизить расход воды одновременно в водомодифицирующих добавках для обеспечения необходимой пластичности смеси.

К недостаткам цементного камня, кроме усадки, относится ползучесть, которая проявляется в увеличении деформаций под влиянием длительных действующих, постоянных и переменных нагрузок. Снижение ползучести раствора бетона достигается за счет введения жесткого недеформируемого заполнителя и снижения расхода цемента.

В зависимости от природы воздействия в процессе эксплуатации цементный камень может подвергаться физической или химической коррозии. В первом случае разрушение происходит под действием высокой температуры (свыше 300 °C) или циклических температурно-влажностных изменений, во втором — под влиянием агрессивных сред.

В зависимости от состава и механизма действия для цементного камня опасны:

- фильтрация воды с вымыванием наиболее растворимого гидрооксида кальция,

что приводит к снижению щелочности среды и, как следствие,

разрушению кристаллических новообразований, уменьшению прочности (коррозия выщелачивания);

- действие кислот, сопровождаемое образованием гелеобразных, непрочных или растворимых соединений, вызывающих резкое падение прочности (кислотная коррозия);
- действие сульфатосодержащих вод приводит к разрушению структуры материала, которая происходит за счет накопления в порах по всему объему крупнокристаллических продуктов реакции между цементным камнем и агрессивной средой (сульфатная коррозия);
- контакт с солевыми растворами (NaCl , Na_2CO_3 и др.) вызывает, при наличии испарения влаги с поверхности изделия и капиллярного подсоса, кристаллизацию солей в поровом пространстве материала, что приводит к росту внутренних напряжений и деформаций, растрескиванию искусственного камня и потере прочности (солевая коррозия).

С целью придания портландцементу заданных свойств изменяют состав клинкера, регулируют степень измельчения и вводят в мельницу при помоле органические и минеральные добавки. Цементные заводы выпускают вяжущие в широком ассортименте. Наибольший объем составляют портландцементы с минеральными гидравлическими добавками (шлаковыми и пуццолановыми). При содержании добавок до 20% получают рядовой портландцемент (ПЦ), при увеличении содержания доменного шлака с 21 до 60% — шлакопортландцемент (ШПЦ), пуццолановых добавок (диатомит, зола, вулканический пепел) с 21 до 40 % — пуццолановый портландцемент (ППЦ). В связи с уменьшением содержания химически активного составляющего (клинкера) эти цементы обладают замедленным твердением, низким тепловыделением, меньшей морозостойкостью, а в случае пуццоланового — меньшей воздухопроницаемостью. К положительным свойствам этих вяжущих можно отнести повышенную водо- и солестойкость, а также термостойкость (до 700 °С) шлакопортландцемента. Рациональное применение этих цементов — подводное и подземное бетонирование, жаростойкие бетоны (ШПЦ); получение сборных конструкций при оптимальном режиме твердения — термовлажностная обработка (ТВО). В качестве добавок кремнезема, известняка, доломита (до 30%) получают безусадочный и наполненный цемент низких марок, который применяют для штукатурных растворов.

Следующие по объему выпуска и значимости — портландцементы с органическими поверхностно-активными добавками. Механизм действия добавок заключается в их способности адсорбироваться на поверхности цементных зерен. В результате при использовании гидрофобных добавок получают гидрофобный портландцемент (ГФ), гидрофильных — пластифицированный портландцемент (ПЛ). Преимущества ГФ

портландцемента: длительное хранение без снижения технических показателей и повышенная водостойкость, поэтому его используют при возведении гидротехнических сооружений, дорожных покрытий. ПЛ портландцемент применяют для повышения пластичности смеси без увеличения расхода воды или для увеличения прочности, морозостойкости, водонепроницаемости при снижении расхода воды и сохранении заданной пластичности.

Для усиления пластифицирующего эффекта в мельницу при помоле клинкера вводят добавки суперпластификаторы и получают вяжущее низкой водопотребности (ВНВ), позволяющее сократить водопотребность цемента до 18–20%.

Декоративные растворы и бетоны получают с использованием белого и цветного портландцементов. Необходимая степень белизны обеспечивается жесткими требованиями к содержанию красящих примесей (соединений марганца и железа) в сырье. Цветные портландцементы получают за счет добавления пигментов к белому портландцементу.

При возведении конструкций, эксплуатация которых связана с действием сульфатосодержащих грунтовых вод и других сред (фундаменты, дамбы, плотины и т. д.), во избежание сульфатной коррозии применяют специальный сульфатостойкий портландцемент (СПЦ). Его получают путем тщательной корректировки минералогического состава, в котором содержание C_3A ограничено до 5 %, C_3S – до 50 %, сумма $C_3A + C_4AF$ – до 22 %.

Получение монолитных конструкций, особенно при низких положительных температурах, а также высокая энергоемкость технологии производства сборного железобетона с использованием термовлажностной обработки требуют применения высокоэффективного быстротвердеющего портландцемента (БПЦ). Это, как правило, цементы высоких марок (500...700), получаемые за счет увеличения содержания наиболее активных по отношению к воде минералов C_3S и C_4AF и тонкости помола (с 3000 до 5000 $см^2/г$), что позволяет обеспечивать до 70% марочной прочности в трехсуточном возрасте естественного твердения.

Тампонажный портландцемент применяют для цементирования холодных (22 ± 2 °С) и горячих (75 ± 3 °С) нефтяных и газовых скважин. Для придания специфических свойств (замедленного схватывания, солестойкости, повышенной плотности цементного камня) в их состав вводят от 10 до 70 % минеральных добавок (шлак, кварцевый песок, известняк).

Специальные вяжущие

Специальные виды цементов отличаются от портландцемента использованием сырья, технологией изготовления, как следствие, наличием специфических свойств. К этому классу относят глиноземистый, безусадочный, расширяющийся и шлакощелочные цементы.

Глиноземистый цемент

получают обжигом до плавления смеси бокситов или высокоалюминатных шлаков известняка при температуре 1500...1600 °С. Вследствие преобладания в его составе высокоактивных алюминатов кальция, цемент в первые сутки твердения набирает до 90 % марочной прочности, а спустя трое суток – марку 400, 500, 600. Применение этого гидравлического вяжущего приводит к высокому тепловыделению при твердении, морозо-, коррозионно- и термостойкости (до 1400 °С). Поэтому глиноземистый цемент используют при выполнении аварийных бетонных работ, получении долговечных конструкций, работающих в сложных условиях действия мороза и агрессивных сред, и жаростойких бетонов в температурной эксплуатации до 1200 °С. Этот цемент нельзя использовать при бетонировании в жарком климате, термообработке и возведении массивных монолитных конструкций из-за опасности растрескивания бетона.

В зависимости от соотношения компонентов составы на глиноземистом цементе с добавками гипса и гидроалюминатов кальция используют для получения безусадочного, расширяющегося и расширяющегося цементов. Первый используют для моноличивания стыков в крупнопанельном домостроении, второй – при получении труб и изготовлении емкостей для хранения жидкостей, третий – при производстве преднапряженных железобетонных конструкций, что связано с способностью многокомпонентного вяжущего при гидратации расширяться в свободном состоянии на 3...4 %. Если этот процесс происходит в замкнутом объеме, ограниченном формой, бетон передается определенной напряженностью, что приводит его в сжатое (преднапряженное) состояние, позволяющее повысить его прочность на изгиб и растяжение.

Шлакощелочный цемент получают путем помола доменного шлака и щелочесодержащего компонента и извлечением тонкого слоя шлака концентрированным щелочным раствором. При измельчении шлака возможно введение добавок стеклобоя (до 40 %) или глинистых материалов в естественном или обожженном состоянии (до 25 %). Вследствие высокой щелочности составы на этом гидравлическом вяжущем могут твердеть при отрицательных температурах, в автоклавах и паровых камерах нормального давления. Активность (марка) цемента составляет 400...1000 кгс/см². Бетоны на этом цементе обладают повышенной водо-, морозо- и коррозионной стойкостью, а также способностью увеличивать прочность при эксплуатации во влажной среде, поэтому наиболее

рационально применены в дорожном и гидротехническом строительстве.

Согласно стандарту качество цемента оценивают по основным рекомендуемым показателям.

К основным относятся:

- химический, вещественный и минералогический состав;
- предел прочности на сжатие и изгиб через 28 суток естественного твердения ;
- нормальная плотность цементного теста (НГ) — водоцементное отношение (%), при котором достигается нормируемая пластичность, необходимая для определения сроков схватывания и равномерности изменения объема;
- равномерность изменения объема в процессе гидратации;
- активность цемента при пропаривании (для портландцементов с минеральными добавками);
- удельная эффективная активность естественных радионуклидов.

К рекомендуемым относятся показатели общего характера (сроки схватывания, тонкость помола) и специального назначения (коррозионная стойкость, содержание свободного СаО, термостойкость, гидрофобность и т.д.).

На основании полученных результатов, которые должны соответствовать требованиям стандарта, цементу присваивают марку (М300, М400, М500, М600) — численно равную среднему арифметическому значению предела прочности на сжатие (кгс/см^2) с учетом прочности на изгиб, а также класса цемента по прочности на сжатие при гарантированной обеспеченности 95%, который должен быть соответствующим 22.5; 32.5; 42.5; 52.5 (МПа).

Бетоны

1. Общие сведения

Бетон — неорганические вяжущие вещества представляют собой **композиционный** материал, получаемый в результате формования и твердения рационально подобранной бетонной смеси, состоящей из вяжущего вещества, воды, заполнителей и специальных добавок. Состав бетонной смеси должен обеспечить бетону к определенному сроку заданные свойства (прочность, морозостойкость, водонепроницаемость и др.).

Бетон является главным строительным материалом, который применяют во всех областях строительства. Технико-экономическими преимуществами бетона и железобетона являются:

низкий уровень затрат на изготовление конструкций в связи с применением местного сырья, возможность применения в сборных и монолитных конструкциях различного вида и назначения, механизация и автоматизация приготовления бетона и производства конструкций. Бетонная смесь, принадлежащая к обработке, позволяет изготавливать конструкции оптимальной формы с точки зрения строительной механики и архитектуры. Бетон долговечен и огнестоек, его плотность, прочность и другие характеристики можно изменять в широких пределах и получать материал с заданными свойствами. Недостатком бетона, как любого каменного материала, является низкая прочность на растяжение, которая в 10–15 раз ниже прочности на сжатие. Этот недостаток устраняется в железобетоне, когда растягивающие напряжения воспринимает арматура. Близость коэффициентов температурного расширения и прочное сцепление обеспечивают совместную работу бетона и стальной арматуры в железобетоне, как единого целого. Это основное свойство железобетона как композиционного материала. В силу этих преимуществ бетоны различных видов железобетонные конструкции из них являются основой современного строительства.

По виду вяжущего бетоны разделяют на: *цементные* (наиболее распространенные), *силикатные* (известково-кремнеземистые), *гипсовые*, *смешанные* (цементно-известковые, известково-шлаковые и т. п.), *специальные* – применяемые при наличии особых требований (жаростойкости, химической стойкости и др.).

По виду заполнителя различают бетоны на: *плотных, пористых, специальных* заполнителях, удовлетворяющих специальным требованиям (защита от излучений, жаростойкости, химической стойкости и т. п.).

В правильно подобранной бетонной смеси расход цемента составляет 8...15%, а заполнителей – 80...85% (по массе). Поэтому в виде заполнителей применяют местные каменные материалы: песок, гравий, щебень, а также побочные продукты промышленности (например, дробленые и гранулированные металлургические шлаки), характеризующиеся сравнительно невысоким уровнем издержек производства.

В зависимости от **средней плотности** бетоны классифицируют *особо тяжелые, тяжелые, облегченные, легкие, особо легкие*.

Особо тяжелые – плотностью более 2500 кг/м³, изготавливаемые на особо тяжелых заполнителях (из магнетита, барита, чугуна, скрапа и др.), применяют для специальных защитных конструкций и утяжелителей.

Тяжелые – плотностью 2200...2500 кг/м³, применяют во всех несущих конструкциях.

Облегченные – плотностью 1800...2200 кг/м³ применяют преимущественно в несущих конструкциях.

Легкие – плотностью 500...1800 кг/м³, к ним относятся:

- а) легкие бетоны на пористых природных и искусственных заполнителях;
- б) ячеистые бетоны (газобетон и пенобетон) из смеси вяжущего, воды, тонко дисперсного кремнеземистого компонента и порообразователя;
- в) крупнопористые (беспесчаные) бетоны на плотном или пористом крупном заполнителе, без мелкого заполнителя.

Особо легкие (ячеистые и на пористых заполнителях) – плотностью менее 500 кг/м³, используемые в качестве теплоизоляции.

Легкие бетоны менее теплопроводны по сравнению с тяжелыми, поэтому их применяют преимущественно в наружных ограждающих конструкциях. В несущих конструкциях используют более плотные и прочные легкие бетоны (на пористых заполнителях и ячеистые) плотностью 1200–1800 кг/м³.

Следовательно, плотность бетонов изменяется в широких пределах: от 400 до 4500 кг/м³ и более. Поэтому и пористость бетонов может быть очень большой у ячеистых теплоизоляционных бетонов (70...80%) и незначительной у плотных высокопрочных и гидротехнических бетонов (8...10%).

2. Технология

По способу изготовления конструкции подразделяют на *монолитные* и *сборные*. При бетонировании *монолитных* конструкций (фундаментов, стен, перекрытий, гидротехнических сооружений, дорожных покрытий) бетонную смесь готовят и заливают на строительной площадке или заводе (товарный бетон) и транспортируют к месту укладки, где бетон твердеет в естественных условиях. *Сборные* конструкции (балки, плиты, колонны, панели, фермы и т. д.) получают на специализированных заводах (ЖБИ, ЖБК, КСМ), откуда их транспортируют на строительную площадку для монтажа.

Бетонные смеси и их состав подбирают с использованием графиков и таблиц на основании следующих данных: условий эксплуатации будущей конструкции; показателей качества используемых компонентов; проектируемого класса бетона; требуемой подвижности бетонной смеси, которую выбирают в зависимости от размеров бетонируемой конструкции, густоты армирования и способа уплотнения. Правильность

выбора бетона проверяют в строительных лабораториях.

Для снижения усадочных деформаций при твердении, ползучести и для регулирования свойств искусственного камня в красочные и мастичные составы вводят минеральные и органические компоненты в виде тонкого порошка (наполнителя), в строительные растворы и бетоны различного назначения – зернистые материалы более крупной фракции. При изготовлении бетонов используют также природную песчано-гравийную смесь с содержанием песка 25...40%.

На долю заполнителей в растворах и бетонах приходится до 80% объема. Их введением можно значительно изменить свойства искусственного камня: повысить прочность, используя плотные горные породы; снизить плотность и теплопроводность за счет применения пористого заполнителя; придать бетонам и растворам декоративность заполнителями из природного камня.

Классификация заполнителей проводится по следующим показателям:

- размеру зерен (мелкий – до 5 мм, крупный – 5...70 мм);
- форме зерен (угловатая – щебень, окатанная – гравий, волокнистая – древесные отходы, асбест, синтетическая минеральная и стальная фибра);
- структуре (при общей пористости менее 10% – плотные, более 10% – пористые);
- насыпной плотности, граница между тяжелыми и легкими крупными заполнителями равна 1000 кг/м^3 , для мелкого заполнителя – 1200 кг/м^3).

Качество заполнителей оценивают по зерновому или гранулометрическому составу, насыпной плотности, пустотности, содержанию вредных примесей и влажности. Кроме того, для крупного заполнителя определяют прочность, в зависимости от условий работы будущей конструкции, такие специальные свойства, как морозо-, жаро- и кислотостойкость и т. д.

Гранулометрический состав является одной из важнейших характеристик, влияющих на свойства бетона. Так, для получения высокомарочного плотного бетона используют разнофракционный тяжелый заполнитель с минимальной пустотностью. Однофракционный плотный крупный заполнитель при отсутствии песка и ограничении расхода цемента применяют для получения крупнопористого легкого бетона.

Качество щебня снижают пластинчатые (лещадные) и игловатые зерна, которые ухудшают удобоукладываемость, транспортировку бетонной смеси и снижают прочность бетона. Для керамзитанормируемой вредной примесью являются зерна с битостью более $1/3$ объема, обладающие низкой прочностью и высоким водопоглощением.

Для всех видов заполнителей ограничено содержание пылевидных частиц, снижающих прочность сцепления поверхности заполнителя с цементным камнем и повышающих водопотребность смеси, что приводит к уменьшению прочности и морозостойкости бетона.

Для регулирования свойств бетонной (растворной) смеси и бетона (раствора) вводят химические добавки, количество которых по сухому веществу назначают в процентах от расхода цемента. Добавки могут быть твердыми и в виде водных растворов определенной концентрации, а также в зависимости от количества входящих веществ – однокомпонентными и комплексными.

В строительстве принята основная классификация добавок по эффекту действия:

- регулирующие гидратацию цемента (ускорители и замедлители твердения, противоморозные, обеспечивающие твердение на морозе);
- улучшающие пластичные свойства цементных смесей (пластификаторы и суперпластификаторы);
- изменяющие поровую структуру искусственного камня (воздухововлекающие, пено- и газообразующие, уплотняющие);
- ингибиторы коррозии стальной арматуры в бетоне;
- биоцидные, повышающие стойкость материалов по отношению к микроорганизмам.

Приготовление бетонной смеси включает подготовку материалов, их дозирование и перемешивание в специальных бетоносмесителях. Полученная бетонная смесь должна обладать связностью, однородностью и удобоукладываемостью.

Контроль удобоукладываемости проводят по двум показателям: подвижности и жесткости.

Подвижность определяют для пластичных бетонных смесей, измеряя осадку под собственным весом отформованного усеченного стандартного конуса. В зависимости от величины осадки конуса (ОК) различают низкопластичные смеси (ОК 1...9 см), пластичные (ОК 10...20 см) и литые (ОК > 20 см). При ОК < 1 см удобоукладываемость характеризуется жесткостью. Жесткость – динамический показатель вязкости бетонной смеси, которая определяется при механическом воздействии и вибрации, под действием которой отформованная в виде усеченного стандартного конуса бетонная смесь равномерно заполняет определенный объем. Если необходимо время воздействия составляет от 5 до 40 с – смесь жесткая, более 40 с – сверхжесткая.

Для получения бетонов высоких марок используют бетонные смеси

с низким водосодержанием. Их качественную удобоукладываемость обеспечивают за счет увеличения крупности разнотипных заполнителей, отсутствия лещадных и игловатых зерен в щебне, введения добавок пластификаторов и суперпластификаторов.

Формование изделий и конструкций производят путем подачи бетонной смеси в очищенную и смазанную форму или опалубку, в которую, согласно проекту, устанавливают арматуру. После заполнения объема производят уплотнение бетонной смеси с целью равномерного распределения и придания заданных формы и размеров. Основные методы уплотнения связаны с вибрационным воздействием, под влиянием которого проявляются тиксотропные свойства смеси – способность снижать вязкость (разжижаться) в результате нарушения сцепления между компонентами под влиянием вибрации и восстанавливать структурную целостность и прочность после снятия механического воздействия.

При бетонировании монолитных конструкций используют пластичные смеси, которые уплотняют глубинными и поверхностными вибраторами. Сборные железобетонные конструкции выполняют из бетона высоких классов, поэтому для уплотнения сверхжестких и жестких бетонных смесей применяют более массивное воздействие с использованием пригруза: вибропрокат и виброштампование. Для низкопластичных и пластичных смесей используют два метода: вибрационный и ударный, основанный на циклическом подъеме и падении с заданной высоты формы со смесью. Литые смеси заполняют форму под действием собственной массы (наливной метод). С целью ускорения твердения и повышения прочности используют дополнительное вибровакуумирование, позволяющее отвести часть воды из бетона и тем самым повысить плотность и жесткость уложенной бетонной смеси и прочность бетона. Для изготовления полых изделий (труб, колонн) применяют центробежный способ формовки: подаваемая бетонная смесь под действием центробежной силы равномерно распределяется по внутренней поверхности вращающейся формы и уплотняется.

Для защиты бетонной поверхности и производства прочных тонкостенных конструкций используют наливной метод, предусматривающий подачу бетонной смеси в форму или на защищаемую поверхность конструкции под давлением (торкрет-бетон).

К бетонным дорожным изделиям (бордюрные камни, тротуарные плитки) предъявляют высокие требования по износостойкости и морозостойкости. Для обеспечения заданных свойств их изготавливают из сверхжестких бетонных смесей или из сухих, укладываемых и

уплотняемых прессованием в сухом состоянии и последующим минимальным водонасыщением паром или раствором химических добавок. Так получают изделия прочностью до 80 МПа, водопоглощением менее 2%, морозостойкостью более F1000 и низкой истираемостью.

После формовки бетон твердеет и приобретает проектируемую прочность искусственного камня. Режим твердения зависит от способа получения конструкций: монолитные – в естественных условиях, или при термосном выдерживании в тёплой опалубке, или при искусственном прогреве; сборные – с использованием термовлажностной обработки при нормальном повышенном давлении в автоклавах.

В зависимости от климатических условий монолитные конструкции твердеют при низкой положительной и отрицательной температурах, положительной оптимальной (20 ± 5 °C) и при высокой температуре и низкой влажности. Так как интенсивность процесса твердения (гидратации) зависит от температурно-влажностных условий, то каждый из режимов имеет свои технологические особенности. При отрицательных температурах используют быстротвердеющие цементы, противоморозные добавки и искусственные способы нагрева бетона на конструкции. Основная задача состоит в обеспечении набора бетоном «критической» прочности (25...50 % марочной), которая позволит воспринимать последующее замораживание при понижении температуры без разрушения.

При изготовлении сборных железобетонных конструкций ускорение набора прочности достигается применением термообработки в атмосфере насыщенного пара. При работе с бетоном на основе разновидностей портландцемента используют термовлажностную обработку (ТВО) при нормальном давлении и температуре до 95 °C; для силикатных бетонов на известково-кремнеземистом вяжущем – автоклавную обработку при температуре от 175 °C до 250 °C и давлении соответственно от 0.9 до 1.6 МПа.

3. Применение

К тяжелым бетонам относят конструкционные бетоны на песке, гравии или щебне из тяжелых горных пород, применяют во всех несущих конструкциях, эксплуатируют при систематическом воздействии температуры от +50 °C до -70 °C, а также бетоны специального назначения.

В состав мелкозернистых бетонов входят минеральное вяжущее и мелкий заполнитель – песок определенной крупности. Эти бетоны обладают однородностью свойств, повышенной водонепроницаемостью и морозостойкостью, прочностью на изгиб и растяжение.

Мелкозернистые цементные бетоны используют при получении методом объемного сухого вибропрессования труб, дорожных покрытий, тротуарных плит и бортовых камней, а также таких тонкостенных конструкций, как пер

егородкииплитыперекрытий.Используясетчатоеармирование,наихоснове возводятпространственныеармоцементныеконструкции–оболочкисложнойконфигурациидляпокрытиябольшихплощадей.

Плотныесиликатнымелкозернистыебетоныиспользуютприпроизводстве такихнесущихконструкций,какколонны,балки,плитыперекрытия.

Легкие бетоны плотностью менее 2000 кг/м^3 можно получить за счетиспользованияпористыхзаполнителей(легкийбетон),поризациичементного камня (поризованный бетон), введения газо- и пенообразующихдобавок при отсутствии заполнителя (ячеистый бетон), а также применениемтолько однофракционного крупного заполнителя при ограниченном расходецемента(крупнопористый бетон).

Видиназначениелегкогобетонаопределяютдвумяпоказателями:пределомпрочностинаосевоесжатиевпроектномвозрастеесреднейплотностью. В зависимости от плотности легкие бетоны подразделяют наконструкционные,изкоторыхизготавливаютплитыперекрытий;конструкционно-теплоизоляционные,используемыевпроизводствеограждающих стеновых конструкций, плит покрытий, и теплоизоляционные,основноеназначениекоторых–теплозащитазданийисооружений,трубопроводови технологического оборудования.

Для приготовления легких бетонов с плотной межзерновой структурой,пористость которой не превышает 7 %, используют все виды минеральныхвяжущих и пористые заполнители.

Разновидностьюлегкогобетонаявляетсяпоризованныйцементныйбетон. Его получают путем насыщения газом (воздухом) цементного камняилицементно-песчаногораствора,заполняющегопустотымеждукрупным пористым заполнителем. Прочность поризованных бетонов в зависимости отобъема пор (7...25 %) и пористости применяемого заполнителя составляет5...10МПа,плотность–700...1400 кг/м^3 .

Ячеистый бетон, содержащий по всему объему до 85 % пор размером1..1.5мкм,являетсяразновидностьюпоризованногобетона,вкоторомотсутствует крупный заполнитель. Ячеистые бетоны получают в результатетвердениявспученнойпорообразователемсмесиминерального вяжущего,тонкогомолотогокремнеземистогонаполнителяиводы.Названиеячеистогобетона зависит от вида, применяемого вяжущего (цемент, гипс, известково-кремнеземистое,шлаковое),характеравводимыхдобавок(пено-,газообразующие)икремнеземистогомелкогонаполнителя(молотыйкварцевыйпесок илизола).Например,газосиликат,пенозолобетон,газозолошлакобетон.

Поусловиютверденияячеистыебетонымогутбытьавтоклавные(силикатные)инеавтоклавные,твердеющиепри термовлажностной обработке(це

ментные) или в естественных условиях (гипсовые).

В состав беспесчаного крупнопористого бетона вводят гравий или щебень определенной крупности, портландцемент и воду. Отсутствие песка и ограниченный расход цемента позволяют получить пористый бетон низкой теплопроводности. Из крупнопористого бетона на плотном заполнителе возводят монолитные наружные стены зданий, изготавливают крупные стеновые блоки, которые необходимо оштукатуривать с двух сторон, чтобы исключить продуваемость. Крупнопористый бетон на пористом заполнителе имеет небольшую среднюю плотность, его используют для получения теплоизоляционных изделий.

К разновидностям легкого бетона относятся опилкобетон и арболит, которые могут быть использованы как для монолитного, так и для блочного возведения зданий жилого, гражданского и сельскохозяйственного назначения высотой до пяти этажей.

В производстве мелких стеновых камней, блоков и крупноразмерных панелей широко применены нашелод и низовидов легкого бетона – гипсобетон, обладающий огнестойкостью, легкостью, хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами. Снижение средней плотности и улучшение акустических свойств достигается применением пористых заполнителей и пенообразующих добавок. Для повышения прочности на изгиб и уменьшения хрупкости в пластичную массу вводят волокнистые компоненты: древесные или синтетические волокна, измельченную макулатуру. Вследствие высокой пористости изделий стальную арматуру защищают от коррозии лакокрасочными составами на основе битума или полимерных смол.

На основе портландцемента и асбестового волокна выпускают специальный класс тонкостенных изделий – асбестоцементные плоские и волнистые листы, экструзионные стеновые панели и перегородки, плиты перекрытий и покрытий, трубы и др.

Асбестоцементными называют искусственные каменные материалы, полученные затвердеванием отформованных изделий, состоящих из смеси цемента, асбеста и воды. Специальный бездобавочный (шиферный) портландцемент (до 85 %) должен иметь заданный минералогический состав и тонкость помола, обеспечивающие замедленное схватывание и быстрый набор прочности. Тонковолокнистый минеральный заполнитель – асбест (до 15 %) вследствие дисперсного объемного армирования повышает прочность изделий на удар, изгиб и растяжение. Применение этого заполнителя обеспечивает также огнестойкость, водонепроницаемость, тепло- и электрозащитные свойства.

В зависимости от вида производимых материалов и условий их эксплуатации применяют мокрый (влажность до 85%) и сухой (влажность до 18%) способы производства. При мокром изготовлении получают литые на кругло сетчатых машинах с использованием вакуумирования (водо-, нефте- и газопроводные трубы, плоские и профилированные кровельные и облицовочные листы), при сухом – экструзией производят крупногабаритные листы (до 6 м), применяемые для изготовления стеновых, кровельных многослойных панелей; прессованием получают облицовочные и износостойкие плитки для пола и стен.

4. Контроль качества

Бетон изготавливают в соответствии с классом бетона (В) с гарантией производителями прочности на осевое сжатие в нормируемом проектом возрасте. На заводе при производстве сборных конструкций контроль прочности бетона проводят после ТВО и последующего твердения в естественных условиях в течение 28 суток, когда бетон должен набрать гарантированную прочность. На строительной площадке прочность бетона определяют перед нагружением конструкции и проектную после 28 суток естественного твердения. При возведении массивных монолитных сооружений на медленно твердеющих цементах (пуццолановом и шлакопортландцементе) контроль прочности проводят через 60, 90 и 180 суток твердения.

Определение прочности бетона при получении и возведении конструкций чаще всего проводят путем испытания на прессе специально отформованных образцов – спутников кубической формы определенного размера, твердевших вместе с бетоном возводимой конструкцией. Если оценивают несущую способность эксплуатируемых конструкций, то испытания проводят на выбуренных и выпиленных из бетонного массива образцах (кубах, цилиндрах) или используют разрушающие методы контроля. Наиболее распространенными являются механический склерометрический метод (по величине отскока) и ультразвуковой.

Под действием на бетон механических нагрузок в зависимости от их величины, направления и времени действия в бетоне возникают деформации, сначала упругие, а в случае превышения напряжений остаточные (пластические), сопровождаемые появлением микротрещин, приводящих в дальнейшем к разрушению бетона.

Наиболее опасны для хрупких материалов, каким является бетон, растягивающие напряжения и деформации в изгибаемой зоне конструкций, в которую для обеспечения надежной эксплуатации укладывают металлическую или стеклопластиковую проволочную, прутковую или канатную арматуру, а также, для повышения прочности бетона на изгиб по всему объему, применяют дисперсное армирование путем введения в бетон

ную смесь коротких (10...50 мм) и прочных тонких (0,1...0,5 мм) металлических, минеральных, полимерных, волокон (фибр). Фибробетон – также имеет повышенные показатели прочности на удар, истирание и морозостойкость.

При изготовлении конструкций, условия работы которых связаны с действием больших растягивающих и изгибающих нагрузок (пролетные строения мостов, корпус реакторов, телебашни и т. д.), применяют трещиностойкий преднапряженный железобетон, в котором наиболее полно используются несущие возможности бетона и арматуры. Бетон с аналогичными свойствами можно получить также за счет применения самонапрягающего цемента специально подобранного состава. Сжимающие напряжения в бетоне, ограниченном замкнутой формой, возникают в результате образования крупнокристаллических продуктов гидратации цемента, приводящих к значительному расширению цементного камня. Марку по самонапряжению обозначают S_r и числом, выражающим значение самонапряжения в МПа, например, $S_{r2,0}$. В обычных конструкциях (балки, перекрытия и т. д.) преднапряжение позволяет снизить материалоемкость и массу изделий, повысить их трещиностойкость и долговечность.

Возникающие в бетоне деформации являются следствием не только действия нагрузок, но и изменения температурно-влажностных условий эксплуатации. Наиболее чувствительным к ним является цементный камень, содержащий минералы, как в кристаллическом, так и в менее устойчивом аморфном стеклообразном состоянии. Так называемые собственные деформации включают усадку при гидратации цемента (химическая контракция) и усадку в результате снижения влажности окружающей среды. Уменьшить собственные деформации можно за счет снижения объема цементного камня в бетоне, увеличения расхода крупного недеформируемого заполнителя и обеспечения влажного режима твердения.

Температурные деформации в бетоне возникают из-за разных коэффициентов температурного расширения его составляющих. Колебания температуры в диапазоне 0...50 °C не вызывают в сухом бетоне значительных деформаций, однако при наличии влаги в порах приводят к микроразрушениям. Рост деформаций при отрицательной температуре преимущественно связан с льдообразованием, сопровождаемым увеличением объема льда. При нагревании бетона во время ТВО, в связи с переходом воды в пар и увеличением его объема, происходит вспучивание недостаточно прочного «сырого» бетона. Для предотвращения деформаций в первом случае применяют технологические приемы по повышению морозостойкости бетона (увеличение плотности, создание микропористой за

мкнутой структуры). Во втором, касающемся в большей степени технологии и получения сборного железобетона, используют мягкие режимы с медленным нарастанием и снижением температуры. Для уменьшения влияния температурных деформаций в массивных бетонных конструкциях в конструкциях с большим модулем поверхности (дорожные покрытия) устраивают температурные швы, которые заполняют герметизирующими упругими прокладками или мастиками, воспринимающими и гасящими возникающие деформации.

Повысить морозостойкость бетона можно или за счет повышения его плотности и снижения объема открытых, капиллярных пор, или путем увеличения количества замкнутых воздуха наполненных резервных пор (до 4...6%), которые уменьшают давление от замерзающей воды.

Для таких изделий, как напорные железобетонные трубы, емкости для хранения жидких продуктов, гидротехнические сооружения (дамбы, мосты), условия эксплуатации которых связаны с односторонним действием жидкостей под давлением, водопроницаемость является важнейшим свойством бетона. Основное влияние на нее оказывают показатели структуры: общий объем пор, содержание замкнутых и капиллярных пор, их форма и размер. Водоотделение и недоуплотнение бетонной смеси, появление микротрещин вследствие усадки бетона из-за действия нагрузки, попеременного увлажнения и последующим замораживанием или высыханием могут существенно снизить непроницаемость бетона.

Повысить водонепроницаемость бетона можно за счет:

- использования многофракционного заполнителя, обеспечивающего его плотную упаковку с минимальным объемом пустот, которые для обеспечения монолитности заполняются цементным камнем;
- сокращения расхода воды в сочетании с применением добавок – пластификаторов, суперпластификаторов – интенсивным способом уплотнения бетонной смеси;
- использования расширяющегося цемента и уплотняющих добавок;
- пропитки и защиты бетонной поверхности полимерными составами.

Лекция 3. Тема 1.3. Лесные строительные материалы

Древесные материалы и изделия

1. Общие сведения

Наша страна является первой в мире по количеству лесных площадей, которые занимают почти половину территории России – примерно 12,3 млн. км². Основная часть лесов России, около 3/4, расположена в районах Сибири, Дальнего Востока, в северных областях европейской части страны. Преобладающими породами являются хвойные: 37% лесов занимает лиственный

ица, 19% – сосна, 20% – ель и пихта, 8% – кедр. Лиственные породы занимают около 1/4 площади наших лесов. Наиболее распространенной породой является береза, занимающая около 1/6 общей площади лесов.

Заготовленный лес в виде отрезков стволов стандартной длины доставляется автомобильным, железнодорожным и водным транспортом или путем сплава по рекам и озерам на деревообрабатывающие предприятия.

Из него изготавливают пиленные материалы, фанеру, древесные плиты, конструкции и строительные детали. При лесозаготовке и обработке древесины образуется большое количество отходов, эффективное использование которых имеет большое народно-хозяйственное значение. Изготовление из отходов древесины изоляционных древесноволокнистых и древесностружечных плит, широко применяемых в строительстве, позволяет экономить большое количество деловой древесины.

Хвойную древесину используют для изготовления основных элементов деревянных конструкций и строительных деталей. Прямые высокие стволы хвойных деревьев с небольшим количеством сучков позволяют получать прямолинейные пиломатериалы с ограниченным количеством пороков. Хвойная древесина содержит смолы, благодаря чему она лучше сопротивляется увлажнению и загниванию, чем лиственная.

Лиственная древесина большинства пород является менее прямолинейной, имеет больше сучков и более подвержена загниванию, чем хвойная. Она почти не применяется для изготовления основных элементов деревянных строительных конструкций.

Дубовая древесина выделяется среди лиственных пород повышенной прочностью и устойчивостью к загниванию. Однако, ввиду дефицитности и высокой стоимости она используется только для небольших соединительных деталей.

Березовая древесина так же относится к твердым лиственным породам. Ее используют, главным образом, для изготовления строительной фанеры. Нуждается в защите от загнивания. Древесина представляет собой волокнистый, пористый, гидрофильный материал растительного происхождения, состоящий в основном из целлюлозы. Для всех пород дерева (хвойные, лиственные) в связи с идентичностью основного вещественного состава и истинную плотность принимают равной 1540 кг/м^3 . Средняя плотность и прочность зависят от пористости древесины, которая в зависимости от породы может быть 30...80

%. Средняя плотность колеблется от 450 кг/м^3 – кедр, пихта, до 900 кг/м^3 и более – граб, железное дерево, самшит, кизил. Предел прочности на растяжение вдоль волокон – от 50 до 150 МПа и более.

Макроструктуру древесины изучают в поперечном (торцевом) и двухпродольных сечениях: радиальном и тангенциальном.

Свойства древесины в значительной степени определяются температурно-влажностными условиями и расположением волокон (анизотропность). С повышением влажности снижается прочность, повышаются плотность, электро- и теплопроводность, изменяются размеры изделий. Снижение влажности вызывает интенсивную влаготдачу, которая приводит к появлению усадочных деформаций. Вследствие волокнистого строения усадка в разных направлениях неодинакова: в поперечном – 3...6 %, продольном – до 1 %, тангенциальном (по хорде) – 6...12 %, что приводит к короблению изделий и появлению трещин в торцах в круглом лесном материале. Чтобы этого избежать, торцы бревен, брусьев обмазывают специальными защитными составами. Столярные изделия (рамы, двери и т.д.), эксплуатируемые внутри помещения, для исключения коробления выполняют из комнатно-сухой древесины влажностью 8...12 %, на открытом воздухе – воздушно-сухой (15...20%). Сушку древесины проводят в естественных условиях под навесом от 3 до 12 месяцев или в специальных сушильных камерах – 3...6 суток. Для сушки особо ценных пород применяют электрический ток высокой частоты. Оценку качества древесины проводят на основании показателей свойств, пересчитанных на стандартную влажность (12%).

Отрицательными свойствами древесины, осложняющими ее использование в строительстве, являются низкие биологическая и огнестойкость, которые зависят от вещества состава материала. Так как при повышении влажности древесина из-за жизнедеятельности микроорганизмов гниет, то наиболее эффективными мерами защиты являются: наличие вентиляции, снижение влажности воздуха, пропитка и окраска изделий специальными составами – масляными и водорастворимыми *антисептиками*. Повышение пожарной безопасности достигается путем пропитки огнезащитными составами – *антипиренами*, окраски вспучивающимися красками, обмазки специальными штукатурками на основе глины с добавлением жидкого стекла и асбеста, защитой огнестойкими гипсокартонными и асбестоцементными листовыми материалами. Одним из перспективных способов улучшения свойств древесины малоценных пород является пропитка изделий не полимеризующимися мономерами.

Благодаря комплексу таких положительных свойств, как легкость, высокая прочность на изгиб и сжатие, технологичность, низкая тепло- и электропроводность, декоративность, древесину используют для изготовления конструкционных, отделочных материалов и материалов специального

назначения.

Защита от гниения

1. Стерилизация древесины в процессе высокотемпературной сушки. Прогрев древесины при $t > 80$ °С, что приводит к гибели спор грибов, грибниц и плодовых тел гриба.

2. Конструктивная защита предполагает режим эксплуатации, когда влажность древесины $W < 20\%$ (наименьшая влажность при которой могут расти грибы):

2.1. защита древесины от атмосферной влаги – гидроизоляция покрытий, необходимый уклон кровли;

2.2. защита от конденсационной влаги – пароизоляция, проветривание конструкций (осушающие продухи);

2.3. защита от увлажнения капиллярной влагой (от земли) – устройство гидроизоляции. Деревянные конструкции должны опираться на фундамент (с битумной или рубероидной изоляцией) выше уровня грунта или пола минимум на 15 см.

3. Химическая защита от гниения необходима, когда увлажнение древесины неизбежно. Химическая защита заключается в пропитке ядовитыми для грибов веществами – антисептиками.

3.1. водорастворимые антисептики (фтористый, кремнефтористый натрий) – это вещества, не имеющие ни цвета ни запаха, безвредные для людей. Используются в закрытых помещениях;

3.2. маслянистые антисептики – это минеральные масла (каменноугольное, антраценовое, сланцевое, древесный креозот и др.). Они не растворяются в воде, но вредны для человека, поэтому используются для конструкций на открытом воздухе, в земле, над водой. Пропитка выполняется в автоклавах под высоким давлением (до 14 МПа).

4. защита от жуков точильщиков – нагрев до $t > 80$ °С или окуливание ядовитыми газами типа гексахлорана.

Защита деревянных конструкций от возгорания

1. Конструктивная. Ликвидация условий, благоприятных для возгораний.

2. Химическая (противопожарная пропитка или окраска). Пропитываются веществами, которые называются антипиренами (например, аммонийная соль, фосфорная и серная кислота). Пропитку выполняют в автоклавах одновременно с антисептированием. При нагреве антипирены расплавляются, образуя не защитную пленку. Защитная окраска выполняется составами на основе жидкого стекла, суперфтора и т.д.

2. Применение

К конструкционным материалам относят круглые лесоматериалы, пиломатериалы (доски, брусья), листовые, полученные послойным склеиванием древесного шпона (фанера, слоистый пластик), а также цементосодержащие изделия: прессованные (древесно-цементные) или отформованные (фибролитовые, арболитовые) плиты, содержащие цемент и древесные отходы разной степени измельчения (рис. 5, 6). Эти материалы используют для возведения стен, каркасных перегородок, кровель в виде жестких оболочек, перекрывающих большие площади, клееных арок, балок и ферм.

Конструктивно-отделочные материалы представлены прессованными твердыми древесноволокнистыми (ДВП) и древесностружечными (ДСП) плитами с отделкой лицевой поверхности декоративными красочными и пленочными материалами, пластиком или шпоном ценных пород древесины (орех, ясень, бук, граб). Эти изделия используют для выполнения полов, подвесных потолков, а также высококачественной отделки стен привлекательности в помещении не более 60 %. Высокая степень декоративности, долговечность отличают полы, выполненные из паркета (паркетных щитов и досок) лиственных пород древесины, обладающих неповторимой текстурой (рисунком). Наряду с обычным паркетом все больше распространение получает ламинированный паркет, имеющий верхнее полимерное защитное покрытие.

К материалам специального назначения относятся теплоизоляционные и акустические фибролитовые и арболитовые плиты, а также мягкие ДВП плотностью менее 600 кг/м^3 . Их используют для утепления кровель, стен и полов, а также выполнения акустических потолков в зданиях общественного и культурного назначения. Для усиления эффекта звукопоглощения плиты перфорируют или наносят поверх них специальные рельефные штукатурки. Определенное место в номенклатуре выпускаемых изделий занимают *столярные*, к которым относятся подоконные доски, оконные и дверные блоки, ворота, а также такие погонажные отделочные изделия, как плинтусы, вагонка, перила, рейки.

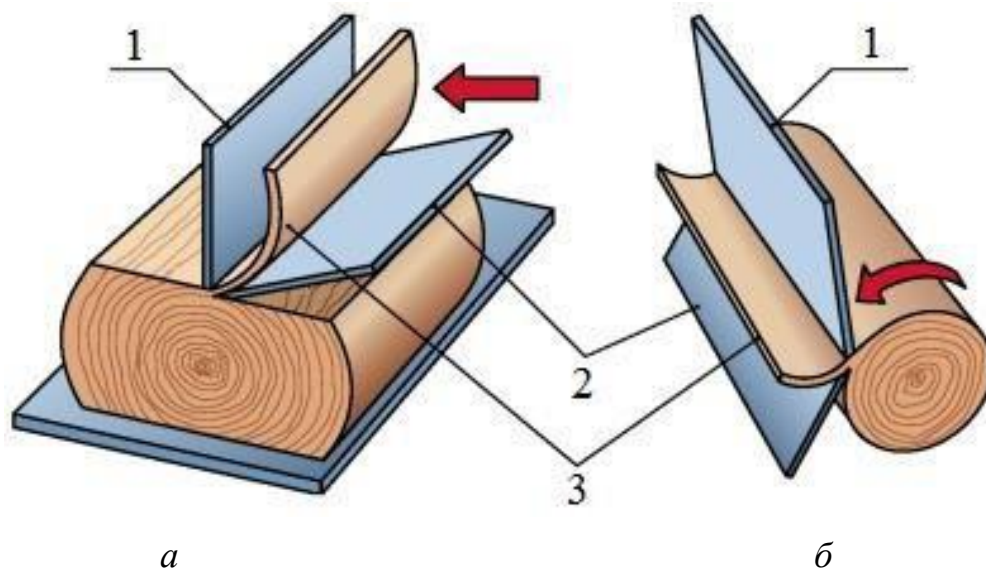


Рис. 5. Схема получения шпона: а – строганого; б – лущёного; 1 – упор, 2 – нож, 3 – шпон

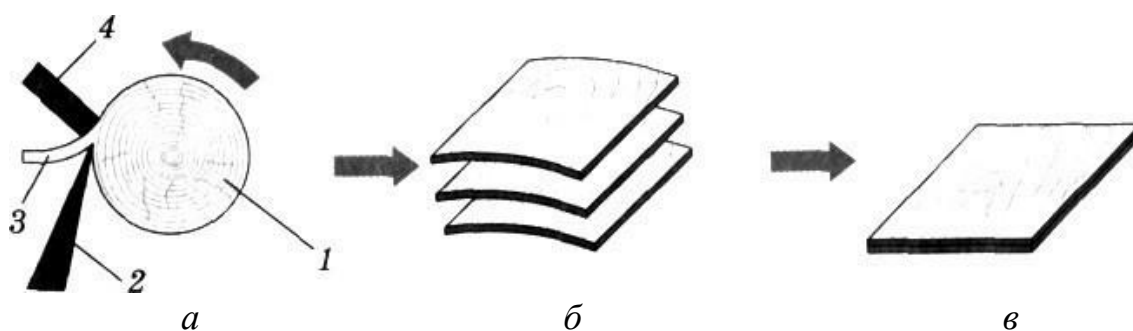


Рис. 6. Схема получения фанеры: а – лущение чурака: 1 – заготовка; 2 – лущильный нож; 3 – сдвигаемый шпон; 4 – упор; б – листы шпона; в – лист фанеры

Фанера – листовый строительный материал, который обычно состоит из плотно склеенных по толщине нескольких тонких слоев древесины (шпона), причем направления волокон в соседних слоях шпона, как правило, взаимно перпендикулярны. Однако производятся и специальные виды фанеры, рассчитанные на повышенное сопротивление изгибу и кручению; эти изделия склеиваются так, что направления волокон шпона располагаются под иными углами – 30° , 45° и 60° – по отношению к смежным слоям или какому-либо краю листа. Если направления волокон во всех слоях изделия параллельны, то оно именуется ламинированной (или слоисто-прессованной) древесиной. Фанера с симметричной относительно среднего слоя (середины) структурой лучше всего сопротивляется короблению. Такая структура типа «сэндвич» характерна для промышленно выпускаемой фанеры, которая обыч

но склеивается из нечетного числа слоев и соответственно называется трехслойной, пятислойной, семислойной и т. д. Лист шпоновой фанеры набирается из слоев шпона одной древесной породы. Столярные фанерованные изделия облицовкой и декоративной отделкой широко применяются при изготовлении мебели, дверей, стен и пр. Панели фанеры широко используются при облицовке стен, настиле полов, возведении перегородок, крыш, сооружении различных желобов, опалубки и пр. В разрезанном виде их применяют во многих отраслях производственной деятельности. В высококачественных изделиях мебельной промышленности плоские поверхности делаются из фанеры, обычно облицованной дорогим декоративным шпоном.

ДСП–

изделие, которое изготавливают из прессованной крупной древесной стружки с добавлением в качестве связующего вещества термореактивной синтетической смолы. Главные достоинства ДСП – низкая стоимость и простота обработки. Полноценным сырьем для ДСП является любая малоценная древесина, как хвойных, так и лиственных пород. Наличие гидрофобизирующих, антисептических и других добавок обуславливает прочность и долговечность материала. На первом этапе производства происходит переработка сырья. Использование круглой древесины сокращается за счет использования таких материалов, как щепа, опилки и вторичная древесина. Часто в производство ДСП идут все виды сырья одновременно, или в смешанных видах. Полученную стружку сортируют, очищают и сушат. Затем из просмоленной стружки формируют акназываемый ковер, из которого после прессования получается плита. Далее плиты кромкуются и подвергаются различным формам конечной обработки – шлифованию, нанесению покрытий и другим.

Качество ДСП зависит от степени обработки поверхности. Первосортные плиты должны быть отшлифованы, на поверхности не должно быть царапин и других механических дефектов, пятен различного происхождения, края должны быть ровными, их толщина 10 – 26 мм. Из таких плит делают мебель. Их обязательно проверяют на содержание формальдегида. Только ДСП безопасным количеством этого вещества может считаться экологически чистой. Уровень эмиссии формальдегида определяют «камерным» способом. Он заключается в замере уровня вредного вещества в воздухе камеры, в которую поместили образец ДСП. Этот метод считают самым эффективным. Существует два вида ДСП: Е1 и Е2. Е1 отличается большей экологической чистотой, показатель эмиссии формальдегида у нее заметно ниже. А вот Е2 запрещается использовать в производстве детской мебели. Современная технология позволяет производить ДСП с уровнем формальдегида значительно более низким, чем установленная предельно допустимая концентрация. Поэтому этот материал можно считать вполне безопасным для здоровья.

Одно из достоинств ДСП–

прочность, не уступающая натуральной древесине. Плиты легко обрабатыва

ются, несмотря на большую плотность. Для изготовления мебели ДСП облицовывают ламинатом, меламином, шпоном, покрывают лаком или мелкодисперсной стружкой. ДСП бывает самых разнообразных оттенков, из которых можно выбрать подходящий. ДСП – это качественный материал, отвечающий мировым стандартам безопасности.

ДВП знакома всем тем, кто хоть раз отодвигал шкафы от стен. Это знакомый всем материал. Задние стенки большинства шкафов, днища выдвижных ящиков, эти шершавые на ощупь листы и есть ДВП. В самой дорогой мебели вместо ДВП используется фанера, но по эксплуатационным свойствам она намного лучше. ДВП получается из прессованной древесной пыли, но ДВП частички дерева распарены, плита делается способом мокрого прессования. Именно поэтому «изнанка» ДВП фактурой напоминает поверхность творога с «сеточкой», как от влажной марли. И поэтому же плиты ДВП не бывают толстыми: технология не позволяет. Обычно одна сторона ДВП такой и остается, а другую покрывают пленкой (ламинируют или кашируют).

Положительным качеством ДВП является низкая цена при высокой долговечности. Отрицательным – небольшой спектр использования. Конечно, полный комплект мебели из ДВП не сделаешь, но при этом «на своем поле» ДВП практически ничем невозможно заменить. Одним из основных материалов для покрытия пола является так называемый ламинат – имитация паркетной доски, выполненная на основе ДВП.

МДФ (Medium Density Fiberboards) – древесноволокнистая плита средней плотности – продукт древесного происхождения, образованный прессованием древесных волокон с использованием органических связующих в условиях высокого давления и температуры. Разница между стружкой для ДСП и для МДФ – как между продуктами, которые пропущены через мясорубку, и продуктами, измельченными в миксером. Плита МДФ имеет однородную плотную структуру, благодаря чему возможность механической обработки она значительно превосходит натуральное дерево. Для изготовления плит МДФ используется, как правило, низкосортная древесина и отходы деревообработки (щепа, горбыль). Получаемый продукт полностью соответствует всем необходимым требованиям к современному конструкционному материалу – он экологически безопасен, прочен, легко поддается фрезерованию и другим видам механической обработки. Помимо этого, плита МДФ очень удобна для нанесения различных декоративных пленок, либо оклеивания натуральным шпоном. Благодаря этим качествам плита МДФ служит идеальным материалом для воплощения самых нестандартных дизайнерских решений.

Положительные качества МДФ – так как частицы дерева скрепляются лигнином и парафином, МДФ – очень экологичный материал. МДФ достаточно мягкий и поддается самой тонкой обработке, поэтому это любимый фасадный материал современных дизай-

неров. Резные шкафчики

кухонь, изящные спинки кроватей – все это МДФ. МДФ обладает всеми достоинствами дерева, но стоит намного дешевле, да и служит дольше. Высокие звуко- и теплоизоляционные свойства, возможность нанесения разнообразных декоров. Отрицательные качества - высокая цена на материал. Плиты МДФ используются для изготовления декоративных мебельных фасадов, а также предметов для отделки интерьера, таких как стеновые панели, декорационные планки, плинтусы, профили, столешницы. Кроме того, плита МДФ служит прекрасным материалом для изготовления столярных изделий, например, дверей и наличников. Объемные фасады МДФ/ПВХ обладают рядом преимуществ. Они: экологичны, устойчивы к царапанию и сколам, допускают обработку бытовыми

реактивами, устойчивы к пару и выгоранию. Данная технология позволяет производить фасады со скругленными углами, фрезеровкой по периметру и пластик, в сочетании с огромным выбором пленки и фрез, фасады МДФ/ПВХ очень разнообразны, и порой неповторимы. Кроме всего, в стиле мебели можно изготовить двери, стеновые и потолочные панели и даже подоконники, создав тем самым свой, неповторимый интерьер. Особые качества мебельных фасадов: используемые пленки ПВХ эстетичны; обладают высокой светостойкостью; прочны; позволяют применять бытовые реактивы при

уходе за мебелью в процессе эксплуатации.

Другие древесные материалы. Постформинг –

это ламинированная ДСП стандартных размеров, которая поставляется для отделки рабочих и фасадных поверхностей мебели. Классический постформинг представляет собой ДСП, покрытую ламинатом при повышенных температуре и давлении, что обеспечивает высокую устойчивость к механическим, термическим и химическим воздействиям. Состав «сэндвича» изделия толщиной 38 мм: 1 – термостойкий пластик; 2 – влагостойкая плита МДФ; 3 – экологически чистая ДСП сильной прессовки; 4 – армация (место склейки двух ДСП); 5 – ламинат. При производстве постформинга применяется декоративная пленка повышенной плотности. Толщина постформинга для рабочих поверхностей

– 26, 28, 38 и 60 мм, и есть тенденция на расширение размерного ряда столешниц. Кроме стандартной ширины – 600 мм, появились изделия 400, 700, 800 мм. Более широкие крышки столов особенно удобны, когда необходимо спрятать под них бытовую технику, да и на поверхности в таком случае найдется место не только для приготовления пищи, но и для различных кухонных агрегатов.

Преимущества постформинга:

- не меняют своих цветовых характеристик с течением времени;
 - характеризуются повышенной термостойкостью;
 - устойчивы к истиранию, царапинам от острых предметов (ножи, вилки) и воздействию бытовой химии;
 - не боятся пищевых кислот, кофе, вина, чернил;
 - обладают высокой ударопрочностью;
- наличие герметизирующего слоя на стыке пластика и противовеса исключает контакт со стеной, защищая изделие от разбухания.

Постформинг применяется для: кухонных столешниц; столешниц письменных столов; магазинных прилавков; -внутренних подоконников; барных стоек; внутренней отделки помещений банков, офисов, магазинов, гостиниц, ресторанов и т.д. Столешницы на основе влагостойкой ДСП. Сегодня российские покупатели кухонной мебели предъявляют повышенные требования к внешнему виду и качеству предлагаемой им продукции. Знакомясь с образцами импортной мебели, россияне хотят видеть в своих домах красивые и современные мебельные гарнитуры. На сегодняшний день европейские производители для изготовления кухонь используют столешницы толщиной 38 мм на базе «зеленой» ДСП повышенной влагостойкости.

Лекция 4. Тема 1.4. Металл, стекло, лакокрасочные материалы

1. Общие сведения

Металлы представляют собой неорганические крупнокристаллические вещества, обладающие специфическим металлическим блеском, пластичностью, высокой прочностью, электро- и теплопроводностью, ковкостью и свариваемостью. Пластичность проявляется при действии механической нагрузки и широко используется для получения изделий определенной формы и размеров. Металлические материалы строительного назначения производят методом проката (листы, профили, балки), экструзией (стержни, проволоку), прессованием (закладные детали).

Контроль основных показателей металлов и сплавов проводят по *предельной прочности на сжатие, изгиб, растяжение, кручение, удар, твердость* в зависимости от предполагаемых условий эксплуатации в статическом, динамическом или повторно-переменном режиме при нормальной, повышенной и отрицательной температурах. При изучении свойств металлов (сплавов) большое внимание уделяют также исследованию процессов их разрушения под воздействием агрессивных сред, микроорганизмов, высоких температур и огня.

Интенсивность коррозионного разрушения зависит от химического состава и микроструктуры металла (сплава), концентрации и температуры агрессивной среды. В зависимости от причин, вызывающих раз-

рушение, *коррозию* подразделяют на химическую (под действием газов, высокой температуры и органических жидкостей), электрохимическую (при наличии водных растворов), биологическую (под действием продуктов жизнедеятельности микроорганизмов). Разрушение может происходить как равномерно по всей поверхности, так и неравномерно, что наиболее опасно.

Изделия предохраняют от коррозии за счет повышения однородности структуры и состава, введения легирующих добавок, исключения дефектов поверхности и применения специальных методов защиты: нанесение коррозионно стойких металлических покрытий металлизацией, плакированием, гальваническим или горячим способами; термохимическая обработка изделий; покрытие поверхностей изделий лакокрасочными составами.

По отношению к открытому пламени металлы являются негорючими материалами, однако резкое повышение температуры и их высокая теплопроводность вызывают их расширение и внутренние напряжения, приводящие к размягчению, деформациям, растрескиванию, что приводит к потере несущей способности. Защитные меры основаны на создании поверхностного теплозащитного слоя из бетона, кирпича, цементно-песчаных или глиняных огнезащитных штукатурок, вспучивающихся огнезащитных красочных составов, гипсосодержащих листов и плит.

Для защиты металлоизделий и конструкций от биоповреждений используют мастичные и красочные составы на основе полимерных смол с введением биоцидных добавок.

2. Технология и применение

В строительной практике основной объем составляют железо-углеродистые сплавы (черные металлы), которые в зависимости от содержания углерода подразделяют на чугун (2.146.67%С) и сталь (до 2% С). Большое содержание углерода обеспечивает высокую прочность на сжатие и хрупкость металла, чем меньше его количество, тем пластичнее сплав, а также повышается его коррозионная стойкость. Поэтому чугун используют в конструкциях, работающих на сжимающие нагрузки (тубинги метро, башмаки под колонны) и для изготовления канализационных труб, а сталь – на изгибающие и растягивающие (балки, арматура, профильные листы и т.д.).

Чугун получают в доменных печах из железосодержащих руд (красного, бурого и магнитного железняка). В состав чугуна, кроме железа и углерода, входят примеси кремния, марганца, фосфора и специальные легирующие элементы.

ующие добавки (никель, магний, алюминий, кремний), которые придают сплаву высокие механические свойства, обеспечивают износ-, жаро- и коррозионную стойкость. В зависимости от химического состава и микроструктуры выпускают белый, серый, высокопрочный и ковкий чугун.

Белый чугун (пердеальный) составляет большую часть выпускаемой металлургической продукции и идет на переработку в сталь. *Серый* (литейный) чугун применяют для изготовления фасонного литья строительного профиля (радиаторы, сантехника и архитектурно-художественные изделия). *Высокопрочный* и *ковкий* чугун используются в машиностроении.

С целью значительного повышения пластичности железоуглеродистых сплавов чугуны в сочетании с рудой, металлоломом (скрапом) переплавляют в сталь. В процессе плавки, которая может проходить в конвертерах, мартеновских или электропечах, из чугуна путем окисления и перевода в шлак удаляют избыток углерода, марганца, кремния, фосфора. Полученную сталь классифицируют по способу производства: мартеновская, конвертерная, электропечная; по химическому составу: углеродистая, легированная; по назначению: конструкционная (строительная, машиностроительная), инструментальная, специального назначения.

Углеродистую сталь обыкновенного качества выпускают для строительных целей, качественную конструкционную используют в машиностроении и для ответственных строительных конструкций, высококачественную инструментальную — для изготовления режущих инструментов, штампов. В зависимости от гарантируемых механических и технологических характеристик углеродистую сталь обыкновенного качества делят на две группы (А и Б) и одну подгруппу (В). Для изготовления изделий строительного назначения в основном применяют сталь группы А, которую выпускают следующих марок: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, ..., Ст6. По мере увеличения цифры повышается прочность и снижается пластичность сплава. Качественные конструкционные углеродистые стали подразделяют в зависимости от содержания углерода на малоуглеродистые (до 0,25%), которые хорошо свариваются, пластичны и надежно работают в сварных и клепаных строительных конструкциях, среднеуглеродистые (до 0,55%) — хуже свариваются, более прочные и хрупкие, их применяют для изготовления деталей, работающих при больших нагрузках, высокоуглеродистые (до 0,80%) — для изготовления пружин, рессор, зубчатых колес.

С целью повышения коррозионной стойкости, снижения хладоломкости, замедления старения в сталь при получении вводят легирующие добавки (хром, марганец, никель, кобальт, молибден, кремний и т.д.). *Легированные* стали классифицируют по химическому составу и назначению. В зависимости от суммарного содержания добавок выпускают низколегированные стали (до 2,5%), среднелегированные (2,5...1

0%) и высоколегированные (более 10%).

Для производства элементов несущих стальных конструкций и профилей используют низколегированные конструкционные стали, для режущего и измерительного инструмента – инструментальные, для работы в условиях действия высоких температур, агрессивной среды и т.д. – легированные стали с особыми свойствами.

Преимущество легированных сталей проявляется в большей мере после дополнительной термообработки, общий режим которой включает, нагрев изделий до температуры перекристаллизации и плавления в твердом состоянии (*вторичная кристаллизация*) с сохранением вещественного состава (*аллотропия*). В зависимости от назначения термообработки (изменение свойств, снятие напряжений) целенаправленно подбирают максимальную температуру нагрева, скорость ее подъема и охлаждения. На практике применяют следующие виды термической обработки металлических изделий: отжиг, нормализацию, закалку, отпуск, термо-механическую и химико-термическую.

Отжиг используют для повышения однородности стали, снятия внутренних напряжений. *Нормализация* позволяет уменьшить напряжения, имеющие место при получении изделий, и повысить пластичность.

Применяя *закалку* в сочетании с *отпуском*, увеличивают прочность, твердость и сохраняют заданную вязкость. Метод *термомеханической обработки* (ТМО) предусматривает, нагрев поверхностного слоя изделия на заданную глубину, обкатку его роликами для ориентированного расположения кристаллов и повышения прочности поверхностного слоя, закалку и отпуск. Этот вид обработки позволяет сочетать высокую прочность с пластичностью.

Химико-термическую обработку применяют для повышения твердости, прочности, жаро-, износ- и коррозионной стойкости. Используемый способ обработки предусматривает насыщение поверхностного слоя изделия в нагретом состоянии углеродом (цементация), азотом (азотирование) или одновременно азотом и углеродом (цианирование).

Вторую группу используют в строительстве металлических материалов образуют цветные сплавы.

Наиболее широкое применение получили *сплавы алюминия* с магнием, медью, кремнием благодаря их низкой плотности (2700 кг/м^3), высокой электро- и теплопроводности, коррозионной стойкости, пластичности, хорошей свариваемости, надежности работы при отрицательных температурах,

отсутствию магнитных свойств и искрообразования при ударе. Эти материалы используют для получения прессованных холодных и теплых профилей, тонколистовых изделий для производства сварных и клепаных конструкций (фермы, колонны, сборные каркасы зданий, кровельные и стеновые многослойные панели), подвесных потолков, окон, дверей.

Из сплавов *меди* в строительстве применяют латунь (листы, прутья, проволока, трубы) и бронзу (архитектурно-художественные изделия и пигменты в красочных составах).

Цинк в строительстве используется для защиты стальных изделий (кровельной стали, закладных деталей, несущих конструкций) от коррозии, *свинец*, стойкий к коррозии и радиационному излучению, – для изготовления специальных труб и защитных экранов.

3. Стекло и стеклокристаллические материалы. Общие сведения о стекле; листовое стекло, изделия из стекла; материалы на основе минеральных расплавов.

Общие сведения о стекле

Стеклом называют твердый аморфный изотропный прозрачный материал, получаемый при охлаждении минеральных расплавов, содержащих стеклообразующие компоненты (оксиды кремния, бора, алюминия и др.) и оксиды металлов (лития, калия, магния, свинца и т.д.).

Основы производства и свойства стекла

Основными сырьевыми материалами для производства стекла являются чистые кварцевые пески, известняк, доломиты, кальцинированная сода, поташ. Основной компонент — чистый белый песок, который составляет 60...70%. Сода или сульфат натрия, поташ снижают температуру варки стекла и ускоряют процесс стеклообразования. Введение известняка и доломита делает стекло нерастворимым в воде, способствует осветлению, повышению химической стойкости и механической прочности.

Производство стекла включает следующие технологические операции: подготовку сырьевых материалов; приготовление шихты, варку стекла, формование изделий, термическую, механическую или химическую обработку. Сырьевые материалы сушат, измельчают. После перемешивания измельченных компонентов в смесителях барабанного типа получают шихту. Готовую шихту варят в стекловаренных печах

при 1400...1500 °С. Компоненты шихты при нагревании вступают в химическое взаимодействие. Продукты реакции переходят в расплав, образуя стекломассу. Формование стеклоизделий связано с особенностями изменения вязкости стекломассы в зависимости от температуры. По мере охлаждения стекломасса становится пластичной, что позволяет придать ей заданную форму. Формование осуществляется различными способами; вытягиванием, прокаткой, литьем, выдуванием, прессованием, на расплаве металла. В настоящее время освоен новый высокопроизводительный и экономичный способ производства полированного стекла — флоат-способ (способ плавающей ленты).

Особенность способа заключается в формовании стеклянной ленты на поверхности расплавленного олова. Поверхность ленты получается гладкой и ее качество не уступает стеклу, получаемому механической шлифовкой и полировкой. Себестоимость флоатированного стекла значительно ниже, чем стекла полированного механическим способом, поэтому конвейеры шлифовки и полировки листового стекла постепенно вытесняются установками термической полировки.

Эффективность стекла как строительного материала обуславливается благоприятным сочетанием свойств прозрачности, прочности, малой теплопроводности и долговечности. Плотность стекол изменяется в пределах 2,2...2,6 г/см³, плотность строительных стекол составляет 2,5 г/см³. Оптические свойства стекла характеризуются светопропусканием (прозрачностью). Обычные силикатные стекла пропускают всю видимую часть спектра (не менее 84%) и практически не пропускают ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Стекло характеризуется высокой прочностью при сжатии (600...1200 МПа) и сравнительно малой прочностью при растяжении (30...90 МПа).

Стекло — хрупкий материал, плохо сопротивляющийся удару. Закаленное стекло сопротивляется удару в 5...6 раз лучше, чем отожженное. Силикатное стекло химически стойкое к кислотам, за исключением плавиковой и фосфорной. Теплопроводность различных видов стекла колеблется в пределах 0,5... 1 Вт/(м·К). При нагревании стекло размягчается и при температуре около 1000 °С плавится. Твердость стекла равна 5...7 по шкале твердости. Звукоизолирующая способность стекла относительно высока. Стекло поддается механической обработке: его можно пилить циркулярными пилами, резать алмазом, шлифовать и полировать.

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

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

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

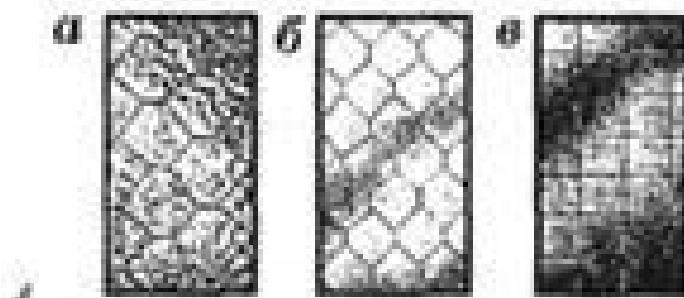
Листовое стекло

Листовое стекло служит для заполнения световых проемов зданий и сооружений, а некоторые виды листового стекла применяют для устройства внутренних ограждений, дверей, ограждений лестниц, балконов, лоджий. Стекольная промышленность выпускает несколько разновидностей листового стекла: оконное, витринное, армированное, узорчатое и др.



Оконное стекло предназначено для остекления световых проемов жилых, промышленных и общественных зданий. Толщина его бывает 2; 2,5; 3; 4; 5 и 6 мм. Размеры листов от 250х250 до 1600х2200 мм. Светопропускание 90...92%. Стекло выпускают бесцветным, хотя допускается зеленоватый или голубоватый оттенок. Оконное стекло устанавливают в деревянные, металлические или пластмассовые переплеты.

Витринное стекло применяют для остекления витрин в магазинах, ресторанах, бассейнах, аэропортах и т.д. Оно может быть полированным и неполированным, плоским и гнутым. Изготавливают его в основном способом термической полировки. Толщина витринного стекла 6...10 мм, наибольший размер 3500х6000 мм. Его устанавливают в металлические или пластмассовые переплеты.



Виды армированного стекла:

а – светорассеивающее армированное стекло;

б – шестигранная сетка;

в – прямоугольная сетка

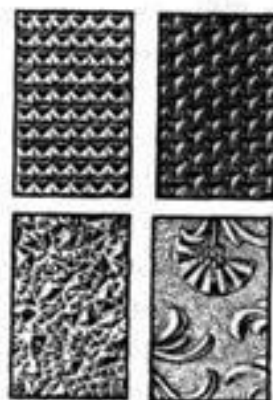
Изготавливают методом горизонтального проката с закатыванием в расплавленную стекломассу армирующей металлической сетки. Относится к числу огнестойких и безопасных стекол. При ударе такое стекрастрескивается, но не даетосколков: армирующая сетка удерживает их на себе. Армированное стекло выпускается бесцветным или цветным с кованой или узорчатой поверхностью. Это стекло выпускают длиной 1200...2000, шириной 400...1500 и толщиной 5,5 мм. Применяют его для остекления фонарей, дверей, устройства перегородок, ограждения лестниц, балконов, лоджий. Цветное армированное стекло используют для устройства декоративных светопро-зрачных плафонов, перегородок в санаториях, пансионатах на предприятиях общественного питания и торговли.

Увиолевое стекло пропускает не менее 25% ультрафиолетовых лучей. Эти качества стекла достигаются путем снижения содержания оксидов железа, титана и хрома в сырьевой массе. Размер стекол от 250x250 до 600x1200 мм при толщине 2...4 мм. Применяют увиолевое стекло для остекления в лечебных, детских учреждениях, оранжереях и т.д.

Закаленное стекло изготавливают путем термической обработки стекла при 540...650 °С и последующего быстрого равномерного охлаждения. В результате термообработки получают листовое стекло с повышенной механической прочностью и термической устойчивостью. Прочность при ударе и предел прочности при изгибе закаленного стекла в 4...6 раз выше по сравнению с обычным стеклом, а термостойкость в 2 раза. Осколки закаленного стекла имеют тупые грани и края. В строительстве закаленное стекло применяют для остекления витрин, изготовления

стеклянных дверей, перегородок, потолков, для ограждения лифтовых шахт, балконов, лестниц в лечебных зданиях.

Волнистое стекло изготавливают методом непрерывного проката через специальные гофрирующие устройства пластичной стекломассы, в результате чего стекло получает волнистую форму, имеющую большую жесткость. Волнистое стекло может быть армированным. Применяют его для устройства светопрозрачных кровельных конструкций промышленных и гражданских зданий, устройства защитных козырьков и световых фонарей и др.



Разновидности узорчатого стекла

Узорчатое стекло изготавливают методом горизонтального проката цветной или бесцветной пластичной стекломассы на гравировальных валках. На поверхности листа с двух или одной стороны получается тот или иной рельефный узор (рис. 2). Благодаря рельефному рисунку это стекло является светорассеивающим, дающим равномерное и мягкое освещение. Кроме того, оно характеризуется высокой декоративностью.

Узорчатое стекло может быть армированным, бесцветным или цветным. Оно имеет ширину 400... 1600, длину 600...3600, толщину 4,5 и 6 мм. Узорчатое стекло применяют для остекления оконных и дверных проемов, внутренних перегородок зданий, крытых веранд, мебели и т.д.

Цветное стекло получают путем введения красителей в стекломассу или нанесения в процессе изготовления на бесцветную стекломассу цветного слоя. Такое стекло вырабатывают методом вертикального вытягивания или методом прокатки. По характеру окраски различают прозрачное или глушеное цветное стекло. Для получения глушеных стекол в состав стекломассы вводят глушители цвета. Цветные стекла бывают красные, желтые, белые (молочные), зеленые, голубые, синие и

черные. Их применяют в архитектуре для декоративных целей, для изготовления сигнальных стекол, витражей и т.д.

Листовое стекло упаковывают в прочные деревянные ящики, зазоры заполняют плотным слоем стружки. Хранят и перевозят стекло только в вертикальном положении. При перевозке, хранении и монтаже листового стекла следует соблюдать особые меры предосторожности.

Изделия из стекла

Номенклатура изделий из стекла весьма разнообразна: блоки стеклянные пустотелые, стеклопакеты, стекло профильное, стеклянные трубы, дверные полотна и др.

Стеклоблоки (рис. 3) представляют собой полые герметически закрытые стеклянные коробки с гладкими наружными и ребристыми внутренними поверхностями, пропускающие свет и обеспечивающие равномерное освещение отдельных участков и больших площадей в зданиях. Блоки получают путем сварки двух симметрично спрессованных элементов — полублоков. После сварки полублоков горячий воздух, замкнутый в полости блока, при охлаждении создает внутри стеклоблока вакуум, что улучшает его теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства.



Стеклоблоки

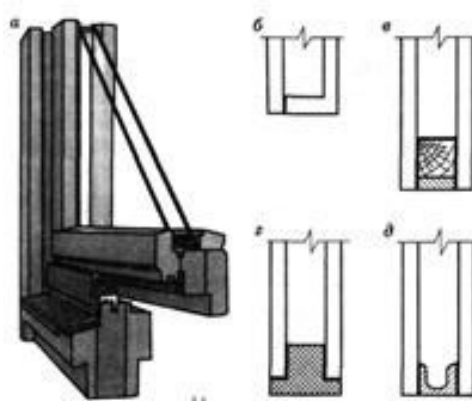
Выпускают различные типы блоков: квадратные, прямоугольные, угловые, радиальные. Стеклянные блоки квадратной или прямоугольной формы имеют размеры 194х194х98(60) и 294х294х98 мм.

Плотность блоков 800 кг/м³, теплопроводность в среднем 0,46 Вт/ (м К), светопропускание не менее 56 % светорассеивание – 25 % . Стеклоблоки создают мягкое рассеянное освещение, увеличивают глубину естественной освещенности, исключая сквозную видимость.

Выпускают блоки бесцветными и окрашенными в различные цвета. Блоки имеют рельефный узор орнаментального, растительного, геометрического или другого характера. Стеклянные блоки как

конструктивный элемент получили широкое применение в современном строительстве жилых, общественных и промышленных зданий. Их применяют для заполнения наружных световых проемов, устройства светопрозрачных покрытий и перегородок, а также в архитектурно-декоративных целях.

Стеклопакеты представляют собой изделие, состоящее из двух или трех плоских листов стекла, соединенных по периметру так, что между стеклами образуется герметически замкнутая камера с прослойкой осушенного воздуха.



Стеклопакеты

а – общий вид; б – сварной паке; в – с деревянной рамкой;

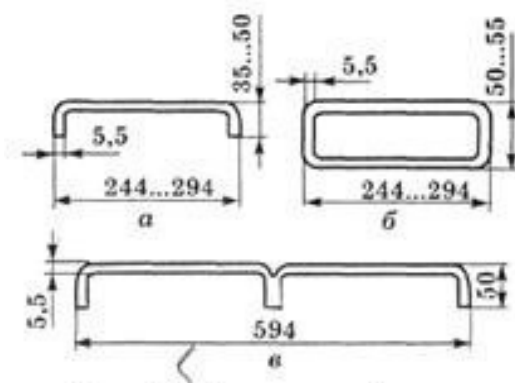
г – с рамкой из пластмассы; д – рамка из алюминиевого профиля

Стеклопакеты изготавливают из оконного, витринного, армированного, узорчатого и других стекол толщиной 2... 8 мм.

В зависимости от количества соединенных стекол стеклопакеты делят на однокамерные и двухкамерные. Однокамерные стеклопакеты имеют расстояние между стеклами 9... 15 мм, двухкамерные 9... 12 мм.

Выпускают стеклопакеты различных размеров: длина 400...2550, ширина 400...2950, толщина не более 46 мм. Для соединения рамки со стеклом и герметизации стеклопакетов применяются нетвердеющие мастики и вулканизирующиеся герметики. Воздух в межстекольном объеме осушается влагопоглотителем. Стеклопакеты более прочны и экономичны по сравнению с обычными двойными переплетами. Они примерно в 2 раза уменьшают теплопередачу через окна. При остеклении стеклопакетами упрощается конструкция оконных проемов, увеличивается световая площадь. Стеклопакеты не замерзают, не

запотевают, не нуждаются в протирке внутренних поверхностей, они обладают достаточной звукоизолирующей способностью.



Стеклопрофилит:

а – швеллерный; б – коробчатый; в – ребристый

Стеклопакеты применяют для остекления окон, дверей, витрин. Они находят все большее применение в современном строительстве, улучшая внешний вид зданий.

Стеклопрофилит (профильное стекло) представляет собой длиномерное строительное изделие, имеющее в сечении разнообразный профиль: швеллерный, коробчатый, ребристый (рис. 5). Стеклопрофилит швеллерного сечения выпускают длиной до 5 м, коробчатого сечения (стекор) — до 7 м, шириной соответственно — 250...500 и 250...300 мм; высота полки 50 и толщина стекла 5,5 мм. Он может быть армированным, с гладкой, рифленой или узорчатой поверхностью, бесцветным или окрашенным.

Из стеклопрофилита изготовляют панели, перегородки, прозрачные плоские кровли в различных типах зданий. При использовании стеклопрофилита в качестве стенового материала в зданиях и сооружениях создается высокий декоративный эффект с точки зрения архитектурного оформления: его можно применять в сочетании с металлическими, бетонными, кирпичными или деревянными элементами зданий при отделке фойе кинотеатров, торговых залов, киосков и т.д. Конструкции из профильного стекла дают мягкий рассеивающий свет со светопропусканием 40...70%.

Стекланные трубы предназначены для напорных, безнапорных и вакуумных трубопроводов, используемых для транспортировки агрессивных жидкостей и газов, пищевых продуктов, воды и других материалов при температуре от -50 до +120 °С. Трубопроводы из стекла прозрачны, гигиеничны, хорошо сопротивляются коррозии и находят применение как в строительстве, так и в пищевой, химической и других отраслях промышленности. Трубы выпускают диаметром от 0,1...40

(тонкостенные) до 50...200 мм (толстостенные) и длиной 1500...3000 мм. При монтаже трубопроводов стеклянные трубы соединяются при помощи специальных резиновых, пластмассовых или металлических муфт или путем склеивания специальными клеями.

Стеклянные двери изготавливают из закаленного стекла толщиной 10...20 мм. Стекло может быть полированным и неполированным. Дверные полотна имеют обработанные кромки и пазы для крепления металлической фурнитуры. Раскраивают полотна размером 2600x1000 и толщиной 10, 15 и 20 мм.

Термическая устойчивость стеклянных дверных полотен до 80...90 °С, светопропускание полотна неполированного и полированного 89%. Применяют их для заполнения дверных проемов в общественных и производственных зданиях. Стеклянные двери декоративны и отвечают современным архитектурным требованиям.

4. Строительные материалы на основе синтетических полимеров. Состав и свойства полимерных материалов; конструкционные материалы.

Полимерными называют строительные материалы, в состав которых в качестве основного компонента входят высокомолекулярные органические вещества - полимеры. В процессе переработки полимерные материалы способны образовывать пластические массы, легко формуемые и сохраняющие форму после снятия действующих усилий. Поэтому их часто называют пластмассами (пластическими массами).

Полимеры и материалы на их основе относятся к группе новых материалов. Они появились и получили распространение в течение последних 150 лет. Первой промышленной пластмассой был эбонит, полученный в 1843 г. вулканизацией натурального каучука серой. В 1872 г. обработкой нитроцеллюлозы камфарой был получен целлулоид, горючая и непрочная пластмасса. С начала XX в. искусственным путем - реакциями синтеза из простых по химическому составу веществ-мономеров научились получать новые высокомолекулярные вещества. Возникновение основ химии полимеров связано с именем творца теории строения органических веществ А.М. Бутлеровым. В 1901 - 1905 гг. была получена негорючая пластмасса -ацетилцел-люлоза (продукт, взаимодействия целлюлозы и уксусного ангидрида). В период 1907 - 1914 гг. осуществлялось промышленное производство синтетических твердых полимеров на основе фенолоальдегидной конденсации. Здесь большое значение имели работы выдающегося русского химика проф. Г.С. Петрова. В 30-х годах XX в. методами полимеризации начали

получать полистирол, поливинилацетат, поливинилхлорид и др. В 1937 г. в Англии был получен полиэтилен. В 40-е годы появились новые виды поликонденсационных пластмасс - полиамидные, полиуретановые, кремнийорганические и др. и была создана крупная промышленная отрасль - производство пластических масс. Для современного периода характерно бурное развитие как мировой, так и отечественной промышленности полимерных материалов. Мировое производство полимеров и материалов на их основе уже превысило 100 млн.т. В Республике Беларусь полимерные материалы производят Полоцкий завод стекловолокна (стеклоткань, стеклопластики, стеклоарматура), Бобруйский завод резинотехнических изделий (различные виды линолеумов), Гомельский завод торгового оборудования и Гомсельстройматериалы (бумажно-сложные пластики, линолеум на теплоизоляционной основе), Минский гипсовый завод (изоплен, декоративные панели) и др.

Состав пластических масс. Пластмассы можно отнести к композиционным материалам, в состав которых, кроме полимера, входят следующие компоненты: наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, отвердители, красители, антистатик, антипирены, иногда порообразователи и другие компоненты. Каждый компонент имеет свое назначение и влияет на физические и механические свойства материала.

Полимер в пластмассах является основным и обязательным компонентом, выполняющим роль связующего вещества, аналогично цементу в бетоне. По происхождению полимеры подразделяют на природные (белки, янтарь, целлюлоза, натуральный каучук, нуклеиновые кислоты и др.), искусственные, или синтетические (полиэтилен, полиамиды и др.).

Современное производство полимеров базируется на реакциях химического синтеза полимеризации и поликонденсации. При реакции полимеризации происходит процесс соединения мономера без изменений его химического состава и выделения побочных продуктов. Полимеризационными являются полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид и др. При реакции поликонденсации образуются высокомолекулярные соединения с выделением побочных продуктов. Химический состав таких полимеров отличается от состава исходных веществ. Например, при поликонденсации фенола и формальдегида получают фенолформальдегидная смола и вода. Поликонденсационными полимерами являются карбамидные, полиамидные, эпоксидные смолы и др.

Все полимеры по их поведению при нагревании подразделяются на термопластичные и термореактивные.

Термопластичные полимеры при нагревании размягчаются и отвердевают при охлаждении. Эти свойства не утрачиваются и при многократном повторении нагревания и охлаждения. Термопластичные полимеры широко применяют в производстве эластичных пленок, лакокрасочных материалов, искусственного волокна и др. К ним относятся полистирол, полиэтилен, поливинилхлорид, поливинилацетат и др.

Термореактивные полимеры затвердевают при действии теплоты и давления и не размягчаются при повторных нагревах. Молекулы термореактивных смол-олигомеров химически активны, соединяются друг с другом, образуя сплошную пространственную сетку, как бы одну огромную молекулу. Термореактивные олигомеры отличаются большой прочностью, твердостью и теплостойкостью. Из них широко используют фенолформальдегидные, аминокформальдегидные и эпоксидные полимеры.

Наполнители - неорганические или органические вещества, которые добавляют к полимерному связующему в целях его экономии и улучшения свойств полимерных материалов. Химическая природа, физическое строение и форма наполнителя определяют механические, электрические и химические свойства полимеров, а также их водо-, термо- и теплостойкость. В производстве полимерных материалов используют наполнители порошкообразные (мел, каолин, древесная мука, молотая слюда и др.), волокнистые (асбестовые, стеклянные, целлюлозные, древесные волокна) и слоистые (бумага, хлопчатобумажная ткань, стеклоткань, древесный шпон и др.). Наполнители значительно дешевле полимеров, поэтому их использование в пластической массе снижает стоимость материалов и изделий.

Пластификаторы - вещества, повышающие пластичность и эластичность материалов, облегчающие технологический процесс их формования в изделия. Пластификаторы должны быть нетоксичными, нелетучими, хорошо смешиваться с полимером. Пластификаторы понижают температуру переработки и придают материалу такие свойства, как свето-, термо- и морозостойкость, негорючесть. В качестве пластификаторов применяют сложные эфиры спиртов и кислот, камфару, глицерин и др.

Стабилизаторы — вещества, способствующие длительному сохранению свойств пластмасс в процессе их эксплуатации, т.е. повышению

долговечности материала. Они предотвращают или замедляют процессы старения полимеров при тепловом или световом воздействии (термо- и фотостабилизаторы). Широко применяют следующие стабилизаторы: силикат кальция, свинец кремнекислый, стеарин цинка, амины, фенолы и их производные.

Отвердители применяют для ускорения процесса отверждения полимеров, переводя их в неплавкое и нерастворимое состояние (перекись бензоила, кислоты, уротропин и др.).

Красители или пигменты придают пластмассам определенные цвета. В производстве пластмасс и изделий чаще всего применяют неорганические пигменты: охра, мумия, сурик, умбра, ультрамарин и др. Из неорганических красителей используют нигрозин, хризоидин. В пластмассы при необходимости вводят смазывающие вещества (парафины, воск) для предотвращения прилипания изделия к форме, создание газонаполненных пластмасс достигается с помощью порообразователей, огнестойкость повышается введением антипиренов.

Основные свойства полимерных материалов. Ряд физико-механических свойств дают полимерным материалам значительные преимущества перед наиболее распространенными строительными материалами. Одним из ценных свойств пластмасс является низкая плотность. Средняя плотность пластмасс колеблется от 15 до 2200 кг/м³, истинная плотность пластмасс составляет 0,9... 1,8 г/см³, т.е. они в 2 раза легче алюминия и в 5 раз легче стали. Большинство пластмасс имеет высокие механические характеристики. Они хорошо сопротивляются сжимающим, растягивающим, изгибающим, истирающим и ударным воздействиям. Предел прочности пластмасс с порошкообразным наполнителем 100... 150 МПа, при изгибе 40...60 МПа, предел прочности при растяжении стеклотекстолита 280 МПа. Низкая плотность и высокие прочностные показатели дают возможность создать эффективные конструкции из пластмасс. Коэффициент конструктивного качества для пластмасс значительно выше, чем у большинства строительных материалов: у кирпичной кладки к.к.к. 0,2, у бетона 0,03; дюралюминия 1,6; у плотных стеклопластиков 2,2. Теплопроводность пластмасс зависит от их пористости. Теплопроводность большинства пластмасс 0,2...0,7 Вт/(м·К), а у пористых материалов 0,03...0,04 Вт/(м·К). Пластмассы и изделия на их основе обладают высокой химической стойкостью к воздействию растворов кислот, щелочей, органических растворителей (бензину, бензолу и др.)? солей, имеют высокую коррозионную стойкость, не гниют в условиях переменной влажности. Пластмассы хорошо окрашиваются в массу в любые цвета. Некоторые ненаполненные пластмассы (оргстекло, полиэтиленовые пленки) прозрачны и обладают хорошими оптическими свойствами. Пластмассы

хорошо склеиваются и свариваются как между собой, так и с другими материалами. Пластмассы легко обрабатываются: их можно пилить, строгать, сверлить. Многие пластмассы непроницаемы для воды, что позволяет их применять для гидроизоляции зданий и сооружений, устройства кровель, трубопроводов. Низкая истираемость полимерных материалов позволяет их широко применять для покрытия полов. Положительной характеристикой пластмасс является высокая технологичность, т.е. способность перерабатываться в строительные изделия.

Способность пластмасс сочетаться друг с другом и с другими органическими материалами позволяет создавать на их основе новые эффективные материалы и конструкции.

Однако, как все материалы органического происхождения, пластмассы обладают рядом недостатков. Существенным недостатком пластмасс является малая поверхностная твердость. Твердость пластмасс значительно ниже, чем у металлов и каменных материалов. При длительном действии напряжений пластические массы в большей степени, чем многие другие материалы, склонны к необратимым деформациям — ползучести. Одним из основных недостатков полимерных материалов является низкая теплостойкость. Теплостойкость пластмасс колеблется в диапазоне 80...150°C. Большинство пластмасс можно эксплуатировать при температуре не выше 100 °C, только материалы на основе кремнийорганических полимеров выдерживают температуру до 400 °C. Под влиянием внешних воздействий среды (тепла, света, кислорода воздуха) происходят необратимые изменения важнейших эксплуатационных свойств полимерных материалов: теряется гибкость, эластичность, появляются потемнения поверхности, т.е. происходит процесс старения. Процесс старения замедляют добавки-стабилизаторы. Большинство полимерных материалов относятся к сгораемым. Применение полимерных материалов в строительстве возможно лишь при отсутствии их токсичности. Токсичность некоторых пластмасс в ряде случаев зависит от токсичности не только самих полимеров, но и тех компонентов, которые входят в пластмассы (стабилизаторы, пластификаторы, красители). К токсичным веществам, которые могут выделяться из пластмасс относят ацетон, бензол, фенол, хлор, винилацетат и др. До применения в строительстве новые виды полимерных материалов обязательно проходят санитарно-токсикологические исследования. Но эти недостатки не снижают эффективности их применения в строительном производстве.

Развитие производства пластмасс в ближайшие годы будет продолжаться в направлении увеличения выпуска новых видов

полимерных материалов с улучшенными свойствами. Эти материалы найдут широкое применение для покрытия полов жилых, культурно-бытовых и промышленных зданий, облицовки фасадов, стен и потолков помещений различного назначения, изготовления санитарно-технического оборудования, труб и др.

Полимерные материалы для покрытия полов

К материалам для покрытия полов предъявляют ряд требований: низкая истираемость, малое водопоглощение, эластичность, достаточная долговечность, гигиеничность, необходимые тепло- и звукоизоляционные свойства, возможность индустриализации строительных работ, не содержать токсических примесей, иметь красивый внешний вид. Этим требованиям отвечают полимерные материалы для полов, которые можно разделить на рулонные, плиточные, мастичные и погонажные.

Рулонные материалы изготавливают на основе различных полимеров с добавлением наполнителей, пластификаторов и пигментов. Их делят на линолеумы и синтетические ковровые покрытия. Линолеумы начали выпускать в конце прошлого столетия для устройства полов в жилищном строительстве.

Линолеумные покрытия эластичны, износоустойчивы, имеют минимальное количество швов или вообще бесшовные, гигиеничны, долговечны, легко моются. При настилке полотна на сухое чистое основание и правильной эксплуатации покрытие может служить

20...25 лет. Применение линолеумных покрытий для полов повышает производительность труда по сравнению с устройством дощатых полов в 5, паркетных - в 10 раз. Линолеум настилают после окончания всех отделочных работ. За несколько дней до настилки линолеум раскатывают, чтобы ликвидировать волнистость, которая образовалась при хранении в рулонах. Рулоны линолеума хранят в вертикальном положении в сухом помещении при температуре не ниже 10 °С. При работе в холодное время года рулоны, не разворачивая, выдерживают в течение 1 сут в теплом помещении.

Из общего выпуска полимерных материалов для полов самым распространенным является поливинилхлоридный линолеум, на долю которого приходится 70%.

Поливинилхлоридный линолеум выпускают на тканевой основе, безосновный и на теплоизолирующей подоснове. Основным компонентом является поливинилхлорид (суспензионный или

эмульсионный). Сырьем для изготовления кроме поливинилхлорида служат наполнители (тальк, мел, древесная мука и др.), пластификаторы и пигменты. Поливинилхлоридный линолеум изготавливают в виде полотнищ шириной 1500...4000 мм, толщиной 1,6...2 мм, на теплоизолирующей подоснове - до 5...6 мм и длиной 12 м. По окраске может быть мраморовидным, одноцветным (разных цветов), узорчатым. Водопоглощение его не более 1,5%.

Поливинилхлоридный линолеум (безосновный и на тканевой основе) предназначен для покрытия полов в помещениях общественных и промышленных зданий, не рекомендуется применять в помещениях с повышенной влажностью. Наклеивают на основание безосновный и на тканевой основе линолеумы при помощи битумно-резиновой, кумаронокаучуковой и других холодных мастик, клея КН-2, КН-3 и др.

Поливинилхлоридный линолеум на теплоизолирующей подоснове является двухслойным: верхний лицевой слой изготавливают из поливинил, нижний из хлоридной композиции.



нетканый иглопробивной материал. Наиболее перспективный вид ПВХ линолеума применяют для устройства полов в помещениях с повышенными требованиями звукоизоляции: жилых помещениях, номерах гостиниц, в общественных зданиях и других помещениях с нормальным влажностным режимом.

Укладывается линолеум непосредственно на железобетонное перекрытие без приклейки с креплением ковра по периметру плинтусами. Уложенный на междуэтажное перекрытие линолеум исключает необходимость устройства звукоизоляционной прокладки и теплоизоляционного слоя, т.е. получается «теплый» пол, выполняющий функции звукоизоляционного материала. Кроме того, линолеум одновременно является и отделочным материалом интерьера. Линолеум на теплоизолирующей подоснове поступает на стройку в виде раскроенных ковров размером на комнату, сваренных из отдельных полотнищ при помощи специальных инструментов. Полная заводская готовность делает этот линолеум индустриальным видом покрытия.

Ворсонит — одно- или двухслойный материал на основе химических волокон. Холсты их полиэфиров, полиамидов и других полимеров пропитывают жидким связующим, подвергают термообработке и отделке. Выпускают в рулонах длиной 12...20 м, шириной 2000 мм, толщиной 5 мм. Ворсонит может быть одноцветным и многоцветным, с гладкой или тисненой лицевой поверхностью. У двухслойного ворсонита подосновой является губка из вспененного латекса. Ковер приклеивают к основанию клеями «Бустилат», «Гумилакс», «Синте-лакс» и др. Покрытие необходимо периодически очищать от пыли и грязи пылесосом или щеткой. Бытовые пятна удаляют с помощью пенных препаратов для чистки ковровых изделий.



**Рис. 13.2. Синтетические
ворсовые ковры**

Синтетический ворсовый ковер с вспененной латексной основе — двухслойный материал, в котором верхнеизносостойкое покрытие выполнено из полиамидной синтетической ткани (капроновой), а подоснова — из вспененного натурального или синтетического латекса (рис. 13.2). Высота капронового ворса 3 мм при общей толщине коврового покрытия 8 мм. Длина полотнища 12 м при ширине 1000...4000 мм. Цвет ворса весь разнообразный. Синтетический ворсовый ковер кроме износостойкости отличается высокими художественно-декоративными, тепло-техническими и акустическими свойствами. Ворс ковра не загорается от открытого пламени, а лишь

плавится. Применяют для устройств г полов в читальных залах, номерах гостиниц, концертно-театральны: залах и т.д.

Конструкционные материалы.



Конструкционные полимерные материалы обладают высокой прочностью, низкой теплопроводностью и малой плотностью. Эти материалы применяют в виде листов или трехслойной конструкции, представляющей собой панели, которые используют в стенах и перегородках. В качестве конструкционных материалов используют в основном армированные пластмассы, в которых в качестве армирующего наполнителя служит древесная стружка и шпон, стекловолокнистые материалы: стеклопластики, древесно-слоистые пластики, органическое стекло и др.

Стеклопластики - это материалы, полученные на основе различных полимеров и стекловолокнистых наполнителей. Стекловолокнистые наполнители обеспечивают высокую прочность материала, а полимерное связующее - полиэфирные, фенолоформальдегидные, эпоксидные, кремнийорганические смолы, связывает отдельные волокна, распределяет усилия между ними и защищает их от внешних воздействий.

Стеклопластики весьма декоративны, могут быть светонепроницаемыми, окрашиваются в различные цвета. Выпускают светопрозрачные полиэфирные стеклопластики, пропускающие ультрафиолетовые лучи, что позволяет применять их в помещениях лечебного и оздоровительного характера, в зависимости от расположения волокон различают три вида стеклопластиков: стеклошифер на основе рубленого стекловолокна - волокна расположены хаотично; стекловолокнистые анизотропные материалы (СВАМ) - волокна расположены в заранее заданном направлении;

стеклотекстолиты - волокна расположены во взаимно перпендикулярном направлении вдоль плоскости листов.

Стеклошифер или стеклопластики на основе рубленого стекловолокна выпускают в виде плоских и волнистых листов длиной 1000...6000, шириной до 1500 и толщиной 1...1,5 мм. Связующим служат полиэфирные смолы. Нарезанные стеклонити длиной 25...50 мм смешивают с полимером и при помощи распылителя тонким слоем наносят на поверхность формы. При использовании полимеров горячего отверждения поверхность формы нагревают до той температуры, при которой данный полимер отвердевает. Полотнища смачивают полимером и прессуют. Плотность стеклошифера 1400 кг/м³, предел прочности при растяжении 60, при сжатии 90 и при изгибе не менее 130 МПа, светопрозрачность 50...85%.

Стеклопластики на основе рубленого стекловолокна применяют для устройства светопрозрачных перегородок, кровли сооружений малых архитектурных форм - бутиков, кафе, киосков, используют для отделки балконов.

С стекловолокнистый анизотропный материал (СВАМ) получают путем горячего прессования пакета из листов стеклошпона. Стеклошпон - тонкие полотнища одинаково-направленных стеклянных нитей, склеенных спиртовыми растворами карбамидных или эпоксидных смол. Листы СВАМа имеют длину до 1000, ширину 500 и толщину 1...30 мм. Плотность 1800...2000 кг/м³, предел прочности при растяжении 450, при сжатии 400 и при изгибе 700 МПа. Из СВАМа изготавливают несущие элементы, оболочки навесных панелей и пространственных ограждающих конструкций.

Стеклотекстолит - листовой материал, получаемый на основе стеклоткани, уложенной правильными слоями в пакеты и пропитанной растворами фенолоформальдегидных смол, путем горячего прессования. Размеры листов: длина 2400, ширина 700... 1000, толщина 9...35 мм. Плотность стеклотекстолитовых листов 1850 кг/м³, предел прочности при растяжении 220...300, при сжатии 95 и при изгибе 120 МПа. Как и все другие стеклопластики, стеклотекстолит водостойкий, теплостойкий материал с хорошей химической и коррозионной стойкостью. Применяют для изготовления наружных стеновых панелей типа сэндвич, оболочек и других конструкций.

Органическое стекло или оргстекло представляет собой пластифицированный и непластифицированный полиметилметакрилат и его сополимеры. Выпускается несколько видов оргстекла: конструкционное, техническое, светотехническое и др. Оргстекло

поддается всем видам механической обработки, склейке, сварке. В зависимости от назначения оно выпускается бесцветным прозрачным, окрашенным прозрачным в виде листов с размерами: длиной до 1600, шириной до 1400 и толщиной 0,8...30 мм. Органическое стекло отличается хорошими оптическими свойствами, а также свето- и атмосферостойкостью. Светопрозрачность его достигает 99%, водопоглощение после выдерживания его в воде в течение 24 ч не превышает 0,3%.

Древесно-стружечные плиты (ДСП) изготавливают методом горячего плоского прессования древесных частиц с синтетическим связующим. Сырьем для ДСП является любая малоценная древесина как хвойных, так и лиственных пород. Стружку получают переработкой на специальных станках бревен или кусковых отходов деревообработки.

По физико-механическим свойствам ДСП превосходит натуральную древесину: они менее горючи, не коробятся, меньше разбухают от влаги, имеют хорошие тепло- и звукоизоляционные свойства.

Поверхность плиты может быть шлифованной и нешлифованной, почти полностью покрыта пленкой синтетического связующего, что делает древесно-стружечные плиты биостойкими. ДСП - эффективный заменитель натуральной древесины, 1 м³ ДСП заменяет 3,6 м³ первосортного пиломатериала. Плиты облицовывают. Облицовка придает декоративность и улучшает их физико-механические свойства - истираемость, твердость, устойчивость к воздействию тепла, воды, химических веществ. Такие плиты с успехом применяют в качестве конструкционных материалов для устройства стен, перегородок, дверей, потолков, полов и т.д.

Наиболее широкое распространение получили следующие методы отделки плит ДСП: ламинирование бумагой, пропитанной синтетическими клеями, отделка пленками на основе термореактивных и термопластичных полимеров, облицовка лущеным шпоном, строганой фанерой из древесины ценных пород, фанеропластиком, фанеропленкой, покрытие лаками, красками и эмалями.

Древесноволокнистые плиты (ДВП) изготавливают прессованием размолотой древесной массы, пропитанной синтетическими связующими, с введением в массу добавок. ДВП являются равноценным заменителем других строительных материалов. Их применяют для звуко- и теплоизоляции междуэтажных перекрытий, стен, полов и потолков, для утепления кровель и перекрытий промышленных корпусов. Отделочные древесноволокнистые плиты выпускают с

матовой лицевой поверхностью, зеркально-глянцевой или полуматовой, окрашенной эмульсионными синтетическими эмалями.

Твердые плиты (плотностью 800... 1000 кг/м³) применяют для внутренней отделки зданий, обшивки железнодорожных вагонов, отделки салонов самолетов, кают пароходов, а сверхтвердые (плотность 950... 1100 кг/м³) - для покрытия полов. Из этих плит изготавливают мебель, делают киоски, торговые ларьки. Каждые 1000 м³ древесноволокнистых плит заменяют 14... 16 м³ пиломатериалов.

Лицевая поверхность плит должна быть гладкой, однородной расцветки, без вмятин, выпуклостей и прогаров. На кромках плит не допускаются дефекты в виде бахромы, сколов и повреждения углов. Отделочные древесноволокнистые плиты имеют длину 1200...2700, ширину 1200... 1700 и толщину 3...6 мм.

Плиты достаточно прочны и обладают высокими эксплуатационными свойствами.

Бумажно-слоистый декоративный пластик - листовой отделочный материал получают горячим прессованием специальных видов бумаги, пропитанных синтетическими термореактивными связующими. Верхний слой бумажно-слоистого пластика однотонный, многоцветный или с печатным рисунком. Листы имеют длину 400...3000, ширину 400... 1600 и толщину 1...5 мм.

5. Лакокрасочные материалы. Плёнкообразующие вещества, пигменты и наполнители; растворители. Классификация и применение лакокрасочных материалов.

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) – это вязкие жидкости (реже порошки), которые после нанесения превращаются в твердую пленку на поверхности окрашиваемого материала. Эту пленку называют лакокрасочным покрытием. А окрашиваемый материал – подложкой.

Свойства лакокрасочных покрытий:

- Декоративные
- Защитные
- Психологические
- Санитарно-гигиенические
- Маскировочные

1) Декоративные – для создания красивого внешнего вида, как в интерьере, так и при наружном оформлении здания.

- 2) Защитные – для предохранения металлических конструкций и изделий от коррозии, древесины от загнивания и т.д.
- 3) Психологические – создание настроения, оповещение о возможной опасности и т.п.
- 4) Санитарно-гигиенические – облегчение уборки, дезактивации.

Классификация ЛКМ по применению:

- Материалы для наружных работ
- Материалы для внутренних работ
- Материалы для специальных работ

По применению лакокрасочные материалы делятся на материалы для наружных, внутренних и специальных работ. Они должны прочно связываться с основанием, не терять своих свойств при действии солнечных лучей, снега и дождя. Красочные композиции могут быть одно- или многокомпонентными.

Компоненты лакокрасочных материалов:

- 1) Пленкообразующее вещество (связующее)
- 2) Пигмент
- 3) Растворитель
- 4) Разбавитель
- 5) Наполнитель
- 6) Различные химические добавки

Пленкообразующие вещества - связующие (пленкообразующие) вещества в красочных составах «склеивают» частицы пигмента между собой и с окрашиваемой поверхностью, образуя тонкую пленку.

Пленкообразующее вещество (связующее) – обязательный компонент в составе всех лакокрасочных материалов.

Основные виды пленкообразующих веществ:

Олифы– (от греческого - масло) – традиционные пленкообразующие вещества на основе жидких растительных масел или алкидных полимеров, модифицированных растительными маслами.

По составу и технологии приготовления олифы могут быть:

- Натуральные
- Полунатуральные (олифы-оксоль)
- Синтетические

Олифу натуральную получают из ненасыщенных растительных масел (льняного и конопляного) двумя способами: «окислением» — продувкой воздуха через подогретое до 150...160° С масло или «полимеризацией» — нагревом масла до температуры 270...280° С. При этом происходит частичная полимеризация молекул масел благодаря наличию в них двойных связей, т. е. натуральная олифа — олигомерный продукт. Для ускорения отвердевания

олифы в нее вводят *сиккативы* (лат. — высушивающий) — соли жирных кислот РЬ, Мп, Со, катализирующие окислительную полимеризацию ненасыщенных масел. Количество вводимого сиккатива 0,01...0,1 % (по сухому веществу) от массы масел. При отсутствии кислорода процесс полимеризации практически не идет. Например, краска, залитая водой, не отвердевает.

Олифу-оксоль (полунатуральную олифу) получают более глубокой окислительной полимеризацией растительных масел до получения вязкой жидкости. Ее растворяют уайт-спиритом в соотношении 1:1. Олифу-оксоль получают как из льняного или конопляного масла (марка В), так и из подсолнечного, соевого (марки ПВ и СМ) и др.

Краски на олифе марки «В» используют как для наружных, так и для внутренних работ; краски на олифе марки «ПВ» годятся только для внутренних работ. Краски на олифе-оксоль менее долговечны и дают более хрупкую пленку, чем краски на натуральной олифе.

Синтетические олифы (алкидные) представляют собой растворы низковязких жирных алкидных смол (60...65 % масла) в уайт-спирите. Их выпускают двух типов: глифталевая (ГФ) и пентафталевая (ПФ). Получают их путем олигомеризации глицерина (или пентаэритрита), фталевого ангидрида и ненасыщенных растительных масел. Последние являются внутренними пластификаторами, придающими пленке, получаемой из этих олиф, эластичность.

Из рассмотренных олиф в строительстве в основном используют алкидные, на базе которых выпускают широкий ассортимент красок.

2) Полимерные связующие:

- синтетические смолы
- синтетические каучуки
- производные целлюлозы

Многие полимерные краски менее долговечны, чем масляные

3) Животные клеи:

- *глиотиновые клеи* (костный, желатиновый и т.п.) — эти клеи не водостойки и склонны к загниванию;

- *казеиновый клей* — краски на казеиновом клее имеют довольно высокую атмосферостойкость (срок службы окраски фасадов 4 – 5 лет) и хорошую адгезию к силикатным материалам (бетону, штукатурке и т.п.)

4) Минеральные вяжущие — известь, жидкое стекло, цемент

Для получения покрытия с необходимыми эксплуатационными показателями пленкообразующий материал в рабочем состоянии должен обладать определенными реологическими свойствами:

- легко наносится на отделываемую поверхность в виде тонкой пленки с помощью того или иного инструмента (кисть, валик, распылитель);

- сразу же после нанесения пленка должна хорошо удерживаться, не стекая, на любых поверхностях

- Под действием кислорода и УФ-излучения в пленке возникают напряжения от структурных изменений в связующем, все эти процессы вызывают *растрескивание пленки* и ослабляют ее сцепление с основанием, и тем больше, чем толще красочный слой.
- Поэтому, более надежными и долговечными оказываются тонкие лакокрасочные пленки.
- При необходимости получения толстой пленки целесообразно производить окраску в несколько слоев.

Пигменты – тонкодисперсные цветные порошки, нерастворимые в олифе, воде и органических растворителях.

Свойства пигментов

1) Технологические свойства:

- красящая способность (интенсивность) пигмента
- кроющая способность (укрывистость)
- дисперсность (тонкость измельчения) пигмента
- маслосмолемкость пигмента

Красящая способность (интенсивность) пигмента — способность передавать свой цвет при смешивании с белым пигментом. Чем больше красящая способность, тем меньше требуется пигмента для получения краски нужного тона, и он может быть частично заменен наполнителем.

Кроющая способность (укрывистость) — способность пигмента, диспергированного в связующем, перекрывать цвет подложки, т. е. делать его невидимым. Это свойство обусловлено рассеянием света частицами пигмента и зависит от разности показателей светопреломления пигмента и пленкообразующего вещества. Чем она больше, тем более укрывист пигмент. Укрывистость зависит также от дисперсности пигмента.

Оценивается укрывистость расходом пигмента (г) на 1 м² окрашиваемой поверхности, необходимым для закрытия контрастной окраски (например, черных и белых полос) этой поверхности.

Дисперсность (тонкость измельчения) пигмента существенно влияет как на его красящую способность, так и на укрывистость. Чем мельче частицы пигмента, тем выше эти показатели. Грубодисперсные пигменты дают шероховатую поверхность и провоцируют быстрое разрушение покрытия. Природные пигменты, получаемые измельчением горных пород, состоят из частиц размером 0,5...40 мкм; у искусственных дисперсность выше — 0,1...2 мкм.

Маслосмолемкость пигмента характеризуется количеством (в %) связующего (олифы), необходимым для образования пасты пигмента путем его перетирания с олифой. Чем меньше олифы требует пигмент, тем дешевле краска и тем более стойким будет покрытие, так как в красочном слое в первую очередь деградирует пленка связующего. Маслосмолемкость зависит от дисперсности частиц, их формы и смачиваемости.

2) Эксплуатационные свойства:

- светостойкость
- атмосферостойкость
- химическая стойкость
- теплостойкость
- безвредность пигмента
- специальные свойства (антикоррозионные и т.п.)

Светостойкость — способность пигментов сохранять свой цвет под действием солнечного света (в основном, УФ-компонента). Некоторые пигменты (в основном органические) на свету «выцветают».

Атмосферостойкость — комплексное свойство — способность пигментов выдерживать без разрушения и изменения цвета воздействие внешней среды: кислорода, CO₂ и других газов, содержащихся в воздухе, воды, замораживания и оттаивания. Это свойство является важнейшим для пигментов фасадных красок.

Химическая стойкость — способность пигментов противостоять действию кислот и щелочей. В частности, щелочестойкость абсолютно необходима пигментам красок, наносимых на бетонные и оштукатуренные стены, и пигментам, используемых в известковых и силикатных красках.

Теплостойкость — способность пигмента выдерживать действие высоких температур без изменения цвета и разложения. Теплостойкость пигментов следует учитывать при окраске систем отопления и тепловых установок.

Безвредность пигментов. Эта проблема связана с тем, что некоторые пигменты содержат ядовитые вещества: соединения свинца, хрома и других тяжелых металлов; это необходимо учитывать при окраске интерьеров.

Специальные свойства пигментов необходимы в тех случаях, когда лакокрасочное покрытие выполняет специальные функции. Так, если основная задача окрашивания — защита от коррозии, что важно для металлоконструкций, желательно, чтобы пигмент обладал пассивирующими свойствами (алюминиевая пудра, свинцовый сурик). Другим примером может служить электропроводность пигмента, необходимая в тех случаях, когда покрытие не должно накапливать статическое электричество.

Существуют пигменты, меняющие свой цвет при изменении температуры в определенных пределах. Краски с такими пигментами могут служить индикаторами температуры.

Классификация пигментов.

- По происхождению:
 - природные и синтетические
- По цвету:
 - ахроматические (белые, серые, черные)
 - хроматические (цветные)
- По химическому составу:
 - неорганические и органические

Природные неорганические пигменты

- Мел
- Охра
- Природная мумия
- Сурик железный
- Умбра
- Перекись марганца (пиролюзит)
- графит

Природные неорганические (минеральные) пигменты Их получают механическим обогащением, помолом или отмучиванием окрашенных горных пород (главным образом, глин). Преобладающая гамма оттенков природных пигментов — желто-красно-коричневая, вызванная присутствием в составе глин оксидов железа различного состава. К таким пигментам относятся: *охра* (желтый цвет), *сурик железный* (кирпично-красный цвет), *мумия* (коричневато-красный), *умбра* (коричневый, после прокаливания — красно-коричневый), *сиена* (темно-желтый, после прокаливания — каштановый).

Черные природные пигменты — *перекись марганца* (MnO_2) — марганцевая руда пиролюзит и *графит* — модификация чистого углерода — дают красивую гамму тонов от серебристо-серого до черного; исключительно термо-, химически- и атмосферостойкий пигмент.

Белый природный пигмент — *мел* ($CaCO_3$) используется ограниченно (в основном в водных красках); применяется как наполнитель в шпатлевках.

Синтетические неорганические пигменты

- *Белые пигменты* - известь, белила цинковые, титановые, свинцовые
- *Желтые пигменты* – соли хромовой кислоты – крон цинковый желтый, кроны свинцовые желтые
- *Синие пигменты* – ультрамарин, лазурь малярная
- *Зеленые пигменты* – зелень свинцовая хромовая, оксид хрома
- *Красные пигменты* – мумия искусственная, крон красный, сурик свинцовый, редоксайд
- *Черный пигмент* - сажа
- *Синтетические (искусственные) неорганические пигменты* получают химической обработкой минерального сырья. Они имеют более яркую и разнообразную окраску и большую стабильность цвета по сравнению с природными пигментами, однако в некоторых случаях долговечность (свето- и атмосферостойкость) их ниже, чем у природных.

Металлические пигменты.

- Пудра алюминиевая (тонкий порошок металлического алюминия)
- Пудра золотистая (тонкий порошок металлической бронзы)

Металлические пигменты используются для защитных окрасок металлоконструкций и как второй пигмент в красках типа – *металлик*. В водных красках не применяются.

Растворители и разбавители

- Растворители – летучие жидкости, применяемые для растворения полимерных связующих и придания малярной консистенции густотертым краскам. Это уайт-спирит, сольвент-нафта, ацетон, бензол, скипидар, дихлорэтан и др.

Растворители — летучие жидкости, образующие со связующими (полимерными, масляными) истинные растворы, стабильные во времени.

Растворители по применению разделяют на три вида:

1. для масляных красок и лаков,
2. для глифталевых и битумных красок и лаков,
3. для эпоксидных, нитроцеллюлозных и перхлорвиниловых красок и лаков.

При выборе растворителей помимо их растворяющей способности необходимо руководствоваться и другими свойствами. Главнейшее из них — *скорость испарения*. Если скорость испарения велика и выше скорости миграции растворителя в объеме красочного слоя, то возможно формирование твердой пленки на поверхности незатвердевшего покрытия с образованием поверхностных дефектов, в частности, типа «шагрень» (усыхающая кожа).

Если скорость испарения мала, то замедляется формирование твердого лакокрасочного покрытия, возрастает вероятность дефектов; особенно нежелательно это в случае «твердеющих» (термореактивных) связующих, так как в этом случае растворитель частично остается в покрытии, ухудшая его свойства.

- Разбавители – жидкости не растворяющие пленкообразующие вещества, а служащие только для уменьшения вязкости красочных составов, т.е. их добавляют для придания краске удобоаносимости.

Разбавители — хорошо совмещающиеся с красочным составом жидкости, образующие с ним устойчивые смеси (суспензии или эмульсии).

Например: роль разбавителя выполняет олифа, добавляемая в густотертую масляную краску, или вода, вводимая в водоземulsionные красочные составы

Наполнители.

Это минеральные порошки, нерастворимые в связующем.

Их используют:

1. Для экономии дорогостоящих пигментов с высокой красящей способностью
2. Для улучшения малярно-технических и эксплуатационных свойств покрытий (повышают прочность, огнестойкость и др. свойства красочных составов).

Каолин, мел, молотый тальк, песок, пылевидный кварц, асбестовая пыль, волокно и другие материалы.

Наполнители в лакокрасочных материалах не только заменяют часть пигментов, но и выполняют специальные функции. Так, тонкодисперсные наполнители, склонные к образованию коагуляционных структур (например, бентонит), «загущают» краски, предотвращая седиментацию пигментов и обеспечивая необходимые реологические свойства. Наполнители с низкой маслосемкостью (барит, слюда) «разжижают» краски.

Наполнители волокнистой (асбест) или пластинчатой (слюда) формы армируют красочную пленку и снижают вероятность растрескивания покрытий.

Виды лакокрасочных материалов:

- Лаки
- Краски (сухие и готовые к употреблению)
- Эмали
- Грунтовки
- Шпатлевки

1. Лаки – растворы пленкообразующих веществ в органических растворителях, образующих твердые прозрачные (обычно блестящие) пленки, прочно удерживающиеся на подложке. Большую часть лаков в настоящее время используют для получения эмалевых красок и грунтовок.

В зависимости от пленкообразующего вещества ЛКМ подразделяются на:

- высыхающие, обратимые (растворимые) пленки, например - битумные, нитроцеллюлозные, шеллачные

- твердеющие, образующие необратимые (нерастворимые) пленки – это все лаки на основе реакционноспособных олигомеров (смола): алкидных, полиуретановых, полиэфирных, эпоксидных и др.

К высыхающим лакам относятся шеллачные, битумные, нитроцеллюлозные.

Битумные(асфальтовые) лаки получают растворением битумов, модифицированных канифолью (для повышения адгезионных свойств), в сольвенте или уайт-спирите. Битумные лаки характеризуются хорошей атмосферостойкостью, водо- и кислотостойкостью, электроизоляционными свойствами. Цвет лаковой пленки — темно-коричневый; в толстых слоях - черный. Применяют битумные лаки для антикоррозионных покрытий металлоконструкций.

Нитроцеллюлозные лаки(нитролаки) — растворы нитроцеллюлозы (коллоксилина) в смеси растворителей (ацетон + сложный эфир + ароматический растворитель). Нитролаки быстро высыхают (15...30 мин) при комнатной температуре. Водостойкость лаков не очень высока, но они устойчивы к бензину и минеральным маслам. При совмещении нитроцеллюлозы с алкидными смолами получают лак твердеющего типа с повышенной водостойкостью. Нитролаки вытесняются лаками на основе синтетических полимеров.

Шеллачные — классические мебельные лаки, получаемые растворением природной смолы шеллака в спирте. Водостойкость этих лаков низкая.

К твердеющим лакам, т. е. образующим необратимые пленки, относятся все лаки на основе реакционноспособных олигомеров (смол): алкидных, полиуретановых, полиэфирных, эпоксидных и т. п.

Алкидные лаки— самый распространенный вид лаков, используемый в основном для получения эмалевых красок. Алкидные лаки твердеют необратимо за счет сшивки кислородом воздуха. Отверждение длится в течение 24...48 ч при 18...20° С.

*Мочевина- и меламиналкидные лаки*дают стойкие и твердые пленки при горячей сушке или при введении отвердителей. Применяют их для покрытия по металлу и древесине и для получения эмалей.

Эпоксидные лаки— двухкомпонентные материалы, состоящие из эпоксидного олигомера, разжиженного растворителем, и аминного отвердителя. После смешивания компонентов лак отверждается через 6...12 часов. Покрытия из эпоксидных лаков характеризуются универсальной химической стойкостью, твердостью и водонепроницаемостью. В отвержденном состоянии эпоксидные лаки биологически инертны.

Полиуретановые лаки— очень перспективный вид твердеющих лаков. Они состоят из реакционноспособного олигомера и растворителя. Отверждение этих лаков идет за счет испарения растворителя и последующей сшивки молекул олигомера влагой воздуха. Эти лаки отличаются очень высокими физико-механическими показателями и химической стойкостью.

2. Масляные краски - представляют собой смесь пигментов и наполнителей, перетертых в краскотерках с олифой. Выпускают в виде густотертых красок, которые перед употреблением необходимо разводить олифой.

Применяются внутри и снаружи для окраски и защиты дерева и металла.

Для окраски стен применяют редко, т.к. образуют прочную паронепроницаемую пленку. Содержат органические растворители, огнеопасны и токсичны.

Олифа в масляных красках, являясь пленкообразующим компонентом, играет также роль разбавителя, т. е. регулятора реологических свойств краски. Растворителей в составе масляных красок нет. Масляные краски на воздухе не высыхают, а твердеют в результате окислительной полимеризации олифы (взаимодействия олифы с кислородом воздуха). Ускоряют твердение олифы с помощью веществ-сиккативов. Образующаяся пленка масляной краски гладкая и блестящая, стойкая к воде и моющим средствам, водо- и паронепроницаема.

Маркировка масляных красок

- Краска МА-025 зеленая

Где «МА» – масляная краска

«0» – густотертая

«2»- группа материала по назначению (ограниченно атмосферостойкая)

«5» – наименование олифы

«зеленая» - цвет краски

1 – олифа натуральная

2 – олифа-оксоль

3 – олифа глифталевая

4 – олифа пенфталевая

5 – олифа комбинированная

Эмалевые краски - получают путем введения пигментов и наполнителей в лаки.

Наиболее употребляемыми являются алкидные, эпоксидные и мочевиноформальдегидные. Применяют для окраски по металлу, дереву, бетону, штукатурке внутренних и наружных поверхностей.

Глифталевые краски(эмали) [марка ГФ] являются промежуточным звеном между масляными красками и эмалями. Глифталевые краски с успехом заменяют масляные для наружной и внутренней отделки.

Пентафталевые краски(эмали) [марка ПФ] — краски, аналогичные глифталевым, но при синтезе связующего вместо глицерина был взят *пентаэритрит*. Свойства и области применения пентафталевых красок аналогичны глифталевым.

Нитроцеллюлозные эмали[марки НЦ] — быстросохнущие краски, применяемые в основном для окраски металлоконструкций, реже дерева.

Нитроглифталевые эмали[марка НГ] — краски высокого качества, объединившие в себе достоинства глифталевых и нитроцеллюлозных красок.

Вододисперсионные краски - также могут называться водоземлюсионными или акриловыми, латексными, поливинилацетатными.

Широко применяются для наружных и внутренних работ по бетонным, кирпичным и гипсовым основаниям после соответствующей подготовки.

Особенно привлекательными свойствами являются экологическая чистота, что связано с отсутствием органических растворителей в их составе. Еще одним достоинством этих красок является то, что они не образуют на поверхности глухой паронепроницаемой пленки, стена «дышит», что полезно как для человека, так и для конструкции.

Вододисперсионные краски(*водоземлюсионные, латексные краски*) — краски, в которых водонерастворимое пленкообразующее и пигменты диспергированы в водной среде, образуя устойчивую суспензию.

Современные вододисперсионные краски — сложные многокомпонентные системы, в которые кроме пленкообразующего полимера и пигмента входят пластификаторы, эмульгаторы (соли жирных кислот, поливиниловый спирт и т. п.), диспергаторы пигментов и наполнителей, загустители (водорастворимые эфиры целлюлозы), структурирующие добавки (бентонит и т. п.), консерванты, пеногасители и др.

Формирование красочной пленки на поверхности материала происходит в результате обезвоживания краски (вода частью всасывается пористой подложкой, а частью испаряется). При этом глобулы полимера сближаются,

контактируют и в конечной фазе образуют пленку (смотри рисунок на слайде 32). Полное высыхание краски происходит через 12...24 ч (это зависит от вида краски, характера подложки и условий твердения). После этого красочная пленка приобретает водостойкость и может быть растворена только в соответствующем органическом растворителе. Частицы пигмента оказываются внутри этой пленки. Фактура красочной поверхности — матовая.

Правила смешивания красок:

- При смешивании красок необходимо учитывать, на каких связующих и растворителях они изготовлены, т.к. возможна их коагуляция «створаживание» или резкое изменение цвета пигмента
- Обязательное условие при смешивании пигментов — их химическая стойкость по отношению одного к другому

При применении красок для получения нужного цвета или оттенка часто используют не одну краску (или не один пигмент), а смесь из двух или нескольких красок (или пигментов).

Лекция 5. Тема 2.1. Общие сведения о зданиях и сооружениях

1. Общие сведения о зданиях, сооружениях, малых архитектурных формах, требования к ним. Конструктивные элементы зданий и сооружений.

Зданиями называются наземные строения с помещениями для жилья и общественных нужд. Сооружения отличаются от зданий тем, что обычно не имеют помещений и предназначены для каких-либо целей (мосты, тоннели, доменные печи и т.п.).

1. По назначению - здания подразделяются на основные типы:

- Жилые здания предназначены для постоянного или временного пребывания людей — жилые дома, общежития, гостиницы.
- Общественные здания предназначены для временного пребывания людей в связи с осуществлением в них различных функциональных процессов (занятия умственным трудом, питание, зрелище, спорт и пр.)
- Промышленные здания служат для осуществления в них производственных процессов различных отраслей промышленности. Они подразделяются на производственные, подсобные, энергетические, складские.
- Сельскохозяйственные здания, в которых осуществляются процессы, связанные с сельским хозяйством.

2. По этажности здания — разделяют на одноэтажные, малоэтажные (1-3 этажа),

многоэтажные (4-9 этажей),
повышенной этажности (10-20 этажей),
высотные (20 и более).

3. По степени распространенности различают здания
массового строительства
уникальные.

4. По народнохозяйственному значению и градостроительным
положениям здания разделяют на четыре класса. Класс здания
определяется строительными нормами и правилами (СНиП). К зданиям:

- 1 класса принадлежат большие общественные здания, жилые здания повышенной этажности, уникальные промышленные здания;
- 2 класса – многоэтажные жилые здания, основные корпуса промышленных предприятий, общественные здания массового строительства;
- 3 класса – жилые здания до 5 этажей, общественные здания небольшой вместимости, вспомогательные здания промышленных предприятий;
- 4 класса – временные здания.

К зданиям первого класса предъявляют повышенные требования долговечности, огнестойкости и комфортности, а к зданиям 4 класса – наименьшие требования. Разделение зданий по классу необходимо, чтобы выявить для них планировочные и конструктивные решения

5. По материалам основных конструкций здания разделяют на:

деревянные,
каменные,
железобетонные,

из легких металлических конструкций и пластмасс.

6. По видам и размерам используемых изделий разделяют здания из:
мелкоразмерных элементов (кирпич, тесанный камень, мелкие блоки),
большеразмерных элементов (панели, укрупненные объемные блоки и др.).

7. По способам возведения разделяют здания

сборные,
монолитные,
сборно-монолитные.

Основные элементы зданий.

Здание складывается из отдельных взаимосвязанных меж собой частей.

Части эти разделяются на три основные группы:

- *объемно-планировочные элементы* – этаж, лестницы, терраса, чердак, мансарда и т.д.;
- *конструктивные элементы* – фундамент, стены, отдельные опоры, перекрытия и покрытия и т. д.;

- *строительные изделия* , из которых складываются конструктивные элементы (стены кладут из кирпичей, лестницы – из ступеней и косоуров, перекрытия из отдельных плит, балок и т. д.

Рассмотрим подробнее каждую из групп.

Объемно-планировочные элементы. Внутреннее пространство зданий складывается из отдельных функционально связанных помещений. Совокупность таких помещений, полы которых расположены на одном уровне, создают этаж. В зависимости от расположения в здании этажи бывают:

мансардный – этаж, в котором помещения расположены в объеме чердака, при этом площадь горизонтальной части потолка помещений должна быть не менее половины площади пола, а высота стен до низа наклонной части потолка – не менее 1,6м;

надземный – этаж, отметка пола помещений которого не ниже планировочной отметки земли;

подвальный – этаж, отметка пола помещений которого ниже планировочной отметки земли более чем на половину высоты помещений;

подземный – этаж, отметка потолка которого ниже уровня планировочной отметки земли;

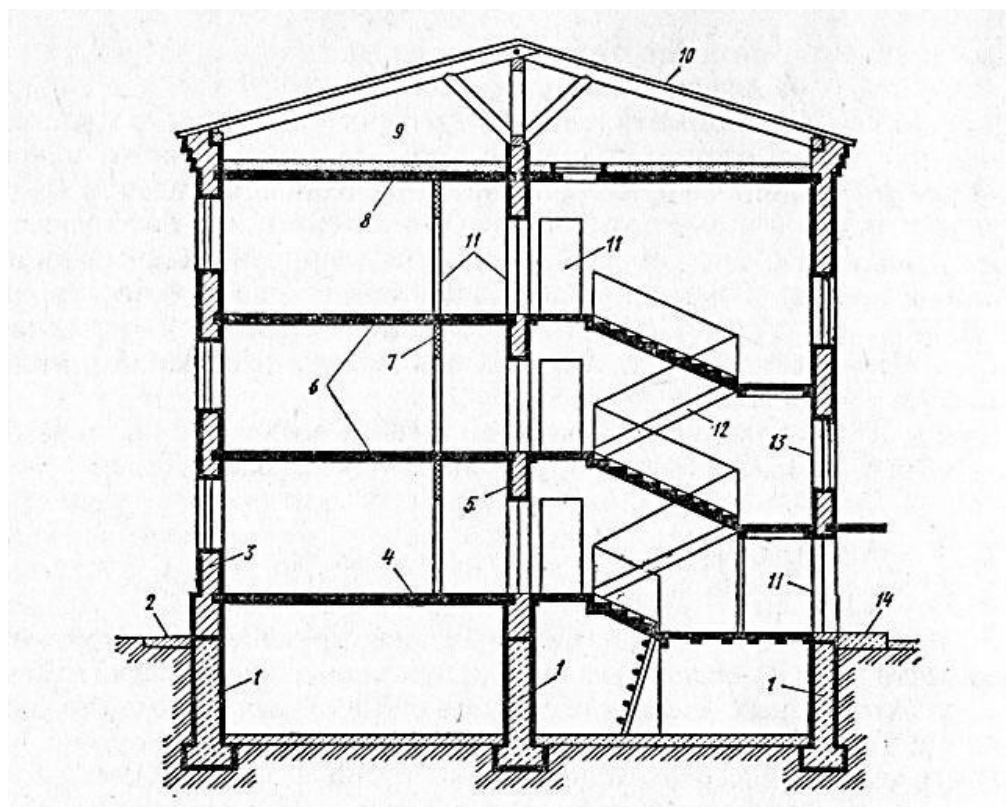
технический – этаж для размещения инженерного оборудования и прокладки коммуникаций; может быть расположен в нижней (в том числе техническое подполье), верхней (в том числе технический чердак) или в средней части здания;

цокольный – этаж, отметка пола помещений которого ниже планировочной отметки земли на высоту не более половины высоты помещений, расположенных в нем;

чердак – пространство между конструкциями кровли (наружных стен) и перекрытием верхнего этажа.

Конструктивные элементы. Каждое здание состоит из отдельных взаимосвязанных конструктивных элементов или частей, имеющих определенное назначение (стены, фундаменты, крыши и т.д.).

Конструктивные элементы либо собираются из более мелких заранее изготовленных элементов – строительных изделий, которые поставляют на строительную площадку в готовом виде (панели стен и перекрытий, лестничные площадки и марши и т.п.), либо возводится на месте из строительных материалов (кирпича, бетона и т.п.).



Основные конструктивные элементы гражданских зданий.

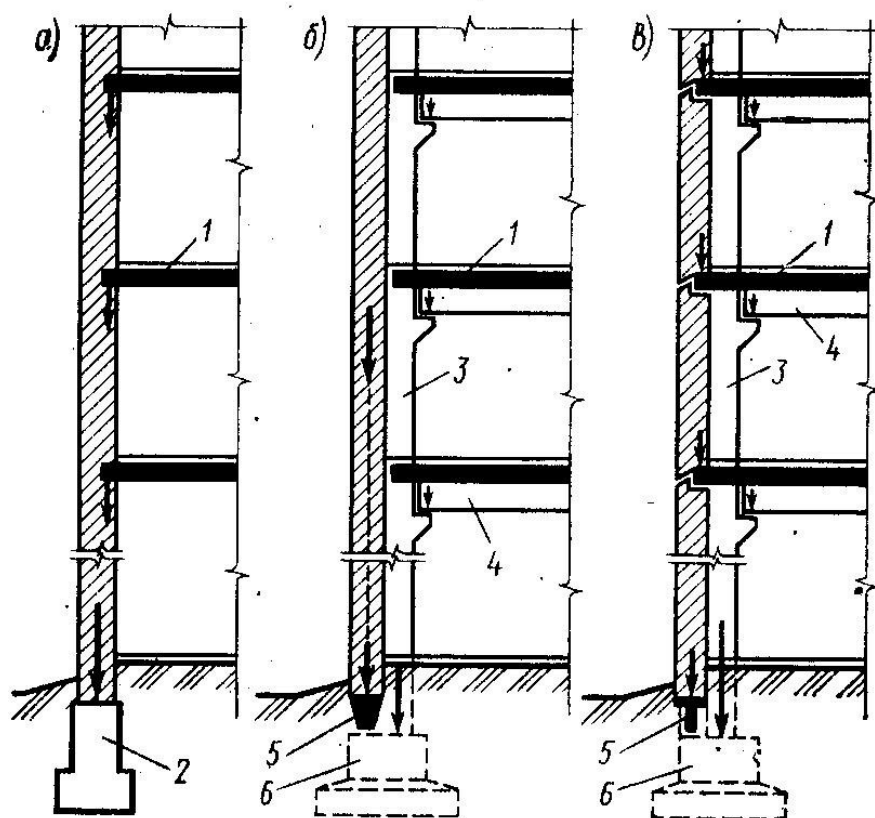
1 – фундаменты; 2 – отмостка; 3 – наружные стены; 4 – надподвальное перекрытие; 5 – внутренние стены; 6 – междуэтажные перекрытия; 7 – перегородка; 8 – чердачное перекрытие; 9 – чердак; 10 – крыша; 11 – двери; 12 – лестница; 13 – окна; 14 – крыльцо.

Конструктивные элементы подразделяются на несущие и ограждающие. Такое подразделение связано с назначением этих элементов, с “условиями их работы” в структуре здания при восприятии тех или иных нагрузок и воздействий, которым подвержено здание и его элементы как в ходе строительства, так и в процессе эксплуатации.

Назначение несущих конструктивных элементов зданий (или, как принято говорить, несущих конструкций) – воспринимать все виды нагрузок и воздействий силового характера, которые могут возникать в здании и передавать их через фундаменты на грунт.

Назначение ограждающих конструктивных элементов здания (или ограждающих конструкций) – изолировать пространство здания от внешней среды, разделять это пространство на отдельные помещения и защищать (“ограждать”) эти помещения и пространство здания в целом от всех видов воздействий несилового характера.

Примеры несущих конструкций: фундаменты, колонны, балки и т.п.; ограждающих: перегородки, кровли, окна, двери и т.п. Многие конструктивные элементы являются одновременно и несущими и ограждающими – в них несущие и ограждающие функции совмещаются.



Виды наружных стен. а – несущие; б,в – несущие – самонесущие (б) и навесные (в); 1 – плита перекрытия; 2 – ленточный фундамент; 3 – колонна; 4 – ригель; 5 – фундаментная балка; 6 – столбчатый фундамент.

Наиболее характерным примером такого совмещения функций являются наружные и внутренние несущие стены, которые одновременно могут являться и ограждающими конструкциями, и вертикальными опорами для размещаемых на них горизонтальных конструктивных элементов. Если стены выполняют только ограждающие функции, их называют несущими. При этом различают самонесущие стены и навесные. К первым относятся стены высотой в один или несколько этажей, опирающиеся на фундамент и передающие ему вертикальные нагрузки только от их собственной массы. Навесными называют стены, расчлененные на отдельные элементы и навешиваемые на несущие вертикальные или горизонтальные конструкции зданий.

Другой тип вертикальных несущих конструкций – отдельно стоящие вертикальные опоры. Так называю вертикальные опоры, один размер которых (высота) значительно превышает два других – толщину и ширину: колонны или стойки, столбы.

Основанием называется грунт, непосредственно воспринимающий нагрузки. Оно может быть естественным (грунты в природном состоянии) и искусственным (грунты с искусственно измененными свойствами за счет уплотнения, укрепления и т.п.).

Фундаменты – подземные конструктивные элементы зданий, воспринимающие все нагрузки от выше расположенных вертикальных элементов несущего остова и передающие эти нагрузки на основание. Они могут выполняться в виде сплошных стен (лент) – ленточные фундаменты, отдельных столбов – столбчатые фундаменты. В домах с подвалами ленточные фундаменты являются одновременно и стенами этих подземных помещений, испытывая дополнительно к другим нагрузкам горизонтальное давление грунта.

Каркас – остов, элемент здания или сооружения; стержневая несущая система, которая воспринимает нагрузки и воздействия и обеспечивает прочность и устойчивость здания или сооружения.

Перекрытия – горизонтальные конструкции, разделяющие здание на этажи; одновременно выполняют несущие и ограждающие функции, так как предназначены для размещения людей, оборудования, мебели, нагрузку от которых перекрытия воспринимают и передают на вертикальные опоры. Различают перекрытия: междуэтажные (разделяют смежные этажи), чердачные (разделяют последний этаж и чердак), надподвальные, над проездами и т.д. Изолирующие слои и другие элементы, входящие в состав этих перекрытий различны. Нижняя поверхность перекрытий называется потолком; тот же термин относится к самостоятельным элементам, при необходимости входящим в состав перекрытий или применяемым автономно: акустический потолок, подвесной, декоративный и т.п.

Крыша – верхняя конструкция, отделяющая помещения здания от внешней среды и защищающая их от атмосферных осадков и других внешних воздействий. Состоит из несущей части (стропил) и изолирующих (ограждающих) частей, в том числе – наружной водонепроницаемой оболочки – кровли. Крыши устраивают чердачные и бесчердачные. Чердачные (над чердаком) бывают холодными (теплозащитные функции выполняет чердачное перекрытие) и утепленными. Утепленная или, как говорят, “теплая” крыша устраивается при наличии и при отсутствии чердака, когда функции

чердачного перекрытия и кровли совмещаются (в последнем случае применяются названия:совмещенная крыша, совмещенное покрытие, бесчердачное перекрытие). Эти термины присущи в основном жилищно – гражданскому строительству. В промышленном строительстве в том же смысле употребляется термин покрытие. В производственных зданиях чердаки обычно не приняты, а термин “крыша” чаще всего ассоциируется с наклонными поверхностями (скатами) крыш жилых зданий, которые правильнее называть скатные крыши.

Перегородки – вертикальные ограждающие конструкции, отделяющие одно помещение от другого. Они опираются на междуэтажные перекрытия или на пол первых этажей.

Лестницы – наклонные ступенчатые конструктивные элементы, предназначенные для вертикальных коммуникаций в зданиях и сооружениях. Часто в целях их защиты от огня и задымления лестницы отгораживают от остальных помещений несгораемыми вертикальными стенами. Эти стены, пространство, выгороженное ими и расположенные в нем лестницы и площадки называют лестничной клеткой. Объемно-планировочный элемент здания, включающий лестничную клетку, примыкающие к ней шахты лифтов (стены, в которых расположен лифт) и обслуживающие их площадки, называют лестнично-лифтовым узлом.

Элементы стен и перегородок – оконные и дверные проемы – заполняют оконными и дверными блоками.

Оконные блоки состоят из коробок и оконных переплетов; дверные – из коробок и дверных полотен. Значительные по площади проемы в стенах, заполненные ограждающей светопрозрачной конструкцией, называют витражами. Все виды ограждающих светопрозрачных поверхностей называют светопрозрачными ограждениями.

К конструктивным элементам зданий относятся также ряд дополнительных, многие из которых будут рассмотрены, а именно: эркеры, лоджии, балконы, веранды, трибуны, фонари и т.п.; к ним относятся также санитарно- технические устройства и инженерное оборудование зданий.

Основные конструктивные элементы здания – горизонтальные (перекрытия, покрытия), вертикальные (стены, колонны) и фундаменты, - взятые вместе, составляют единую пространственную систему – несущий остов здания, - надежно обеспечивающую восприятие и передачу на основание всех видов нагрузок и механических (силовых) воздействий, возникающих в процессе эксплуатации здания.

2.Понятие об унификации, типизации и взаимозаменяемости; модульная координация размеров строительстве. Унификация параметров зданий и сооружений.

Основным способом строительства, обеспечивающим сокращение сроков, повышения качества и снижение его стоимости, является индустриализация.

Индустриализацией называют такую организацию строительного производства, которая превращает его в механизированный и автоматизированный поточный процесс сборки и монтажа здания из крупноразмерных конструкций, в том числе из укрупненных элементов с высотой заводской готовностью.

Индустриализация строительства может осуществляться двумя путями:

Перенесение максимального объема производственных операций в заводские условия: изготовление укрепленных сборных элементов с высоким уровнем заводской готовности на механизированных или автоматизированных технологических линиях с нетрудоемким механизированным монтажом этих элементов на строительной площадке.

Сохранение всех или большинства производственных операций на строительной площадке со снижением их трудоемкости за счет использования механизированного оборудования, машин и инструментов (скользящая, объемная или плоскостная инвентарная переставная опалубка, бетононасосы, бетоноукладчики и т.п.).

Выполнение этих условий невозможно без проведения работ по типизации и в конечном итоге по стандартизации изделий.

Типизацией называется техническое направление в проектировании и строительстве, которое позволяет многократно осуществить строительство как отдельных конструкций, так и целых зданий на основе отбора таких решений, которые при экспериментальном применении оказались лучшими и с технической и с экономической стороны. Соответственно проекты таких решений называют типовыми.

Типовыми бывают проекты отдельных зданий и сооружений, проекты блок секций жилых зданий, унифицированная секция одноэтажного промздания, отдельных конструктивных элементов.

Типовые проекты зданий начали использовать в 50 годы, продолжается их применение и в настоящее время.

Но более перспективным является направление, при котором здание комплектуется из типовых сборных конструкций и деталей.

Сборные изделия объединены в каталоги, и их применение обязательно в пределах региона.

Разработан метод использования изделий таких каталогов, называемый «методом одного каталога» - в пределах региона все здания и сооружения проектируются с обязательным применением основных несущих конструкций каталога в различных комбинаториках наборов этих изделий. Элементы фасадов как типовые, так и специальные разработанные.

Применение метода возможно в том случае, если промышленный регион выпускает изделия, обеспечивает их взаимозаменяемость и универсальность.

Под взаимозаменяемостью понимается возможность замены одного изделия другим без изменения параметров здания (плиты перекрытия 1,2м и 2,4м).

Под универсальностью же подразумевается возможность применение одних и тех же изделий и деталей для зданий различных видов и назначения.

Наиболее совершенные и качественные в техническом отношении типовые изделия, отобранные после многократного их изготовления и внедрения, стандартизует, т.е. превращает их в стандартные (образцовые) строительные элементы, обязательно для применения при проектировании и строительстве. На эти изделия выпускаются ГОСТы, в которых установлены строго определенные размеры, формы изделий, требования к их качеству, технические условия на их изготовления и т.п. (на окна, двери, фундаментные блоки и т.д.).

Для осуществления работы по типизации и стандартизации деталей и конструкций необходима предварительная работа по унификации их параметров.

Унификацией называется установление целесообразной однотипности объемно – планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений, конструкций, деталей оборудования, с целью сокращения числа типов размеров и обеспечения взаимозаменяемости и универсальности изделий.

Унификация обеспечивает приведение к единообразию и сокращению числа основных объемно-планировочных размеров зданий (высот этажей, проемов) и как следствие – к единообразию размеров и форм конструктивных элементов заводского изготовления. Унификация позволяет применять однотипные изделия в здания различного назначения. Она обеспечивает массовость и однотипность конструктивных элементов, что способствует рентабельности заводского изготовления.

Возможность сокращения количества типов несущих конструкций достигается путем унификации расчетных параметров. Так например, для конструкции перекрытия зданий обобщенно унифицирован ряд нагрузок (без учета собственного веса), который включает в себя всего девять величин: 200, 300, 450, 600, 800, 1000, 1250, 1600, 2100 кг/см². При этом размеры сечения железобетонного элемента перекрытия остаются постоянными для нагрузок от 200 до 1000 кг/см², изменяется только армирование и класс бетона.

3. Модульная координация размеров в строительстве.

Основной для унификации и стандартизации геометрических параметров служит модульная координация размеров в строительстве (МКРС). Совокупность правил, позволяющих увязать объемно-планировочные параметры зданий с размерами их конструктивных элементов на базе модуля. Основные положения МКРС установлены в (СТ СЭВ 1001 78. Модульная координация размеров в строительстве. Основные положения).

Модуль – размер, условная единица, принимаемая для координации объемно – планировочных параметров зданий и сооружений, их элементов, деталей и строительных изделий.

Основной модуль – это модуль, принятый за основу для назначения производных от него модулей. Величина основного модуля принята 100мм и обозначается буквой М.

Помимо основного введены производные модули: укрупненные и дробные.

Укрупненные: 2, 3, 6, 12, 30, 60М.

Дробные: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$ М

Модульный размер – это размер, который равен или кратный основному, или производному модулю в пределах, установленных для него зоной применения

Пределы применения модулей, СТ СЭВ 1001-78

Обозначение модуля	Зона применения	Граничные размеры применения, мм
Основной		
М	По всем измерениям	100..1200
Укрупненные		
3М	В плане и по вертикали	300...3600
6М	В плане По вертикали	600...7200 600...без ограничения
6М	В плане По вертикали	600...7200 600...без ограничения
12М	В плане По вертикали	1200...7200 1200...без ограничения
15М	В плане	1500...12000
30М	В плане	3000...18000
60М	В плане	6000...без ограничения
Дробленные		
1/2М	По всем измерениям	50...600
1/5М		20...300
1/10М		10...150
1/20М		5...100
1/50М		2...50
1/100		1...20

* Допускается применение координационной высоты этажа $H_0=2800\text{мм}$.

Для координации размеров всех частей здания, включая объемно-планировочные элементы (основные помещения, коридоры, вертикальные коммуникации), конструктивные элементы (перекрытия, стены, перегородки) и детали инженерного оборудования используется модульная система.

Модульной пространственной координационной системой называют условную трехмерную систему плоскостей и линий их пересечения с

расстояниями между ними равными основному или производному модулям.

Координационной плоскостью является плоскость, ограничивающая координационное пространство. Если такая плоскость определяет членение здания на объемно-планировочные элементы, то ее называют основной координационной.

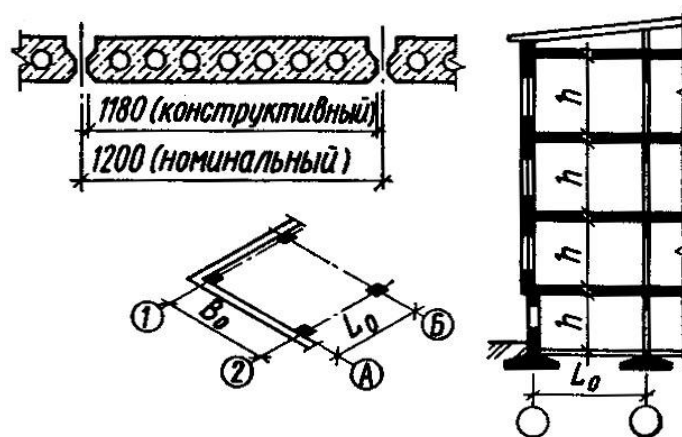
Координационной линией называют линию пересечения координационных плоскостей.

Соответственно координационные оси – горизонтальные проекции основных вертикальных координационных плоскостей. Координационные оси также называют разбивочными осями, вдоль которых располагаются основные несущие конструкции (стены, колонны).

Расстояние в плане между координационными осями здания в направлении, соответствующем расположению основной несущей конструкции перекрытия или покрытия, называют пролетом.

Расстояние в плане между координационными осями в другом направлении называют шагом (часто, например, применяют выражение «шаг несущих конструкций»). Пролет и шаг назначают исходя из условий использования стандартных конструктивных элементов – ригелей, балок, плит перекрытий, ферм.

Высота этажа ($H_{эт}$) в многоэтажных зданиях – расстояние от уровня пола данного этажа до уровня пола вышележащего этажа.



Основные объемно-планировочные параметры зданий и сооружений.

Объемно-планировочный элемент – часть здания, имеющая основные координационные размеры: пролет, шаг, высота этажа.

Объемно-планировочные параметры – основные координационные размеры объемно-планировочного элемента: пролет, шаг, высота.

Планировочный элемент – горизонтальная проекция объемно-планировочного элемента.

Модульная высота этажа (координационная высота этажа) – расстояние между горизонтальными координационными плоскостями, ограничивающими этажи (при определении высоты верхнего этажа высота чердачного перекрытия условно принимается равной толщине ниже лежащего перекрытия с). Согласно МКРС, высота этажей всегда должна быть модульной. В одноэтажных производственных зданиях высота этажа равна расстоянию от уровня пола до нижней грани несущей конструкции покрытия.

Систему модульных разбивочных осей упрощенно называют еще сеткой осей. Их обозначают кружками и маркируют: продольные оси буквами, поперечные – цифрами. Последовательность маркировки осей принята слева направо и снизу вверх. Эта система осей при проектировании служит той координационной сеткой, на основе которой устанавливается взаимное расположение всех несущих конструкций между собой, а при строительстве они служат той размерной основой, которая позволяет точно осуществить в натуре эти согласования.

Для одноэтажных производственных зданий наиболее распространена сетка 12х6, 18х12, 24х12м и т.д., для многоэтажных – 6х6, 9х6м.

Для жилых и общественных зданий размеры поперечных и продольных шагов (расстояние между колоннами каркаса или несущими стенами) принимают по таблице.

Таблица

Унифицированные размеры шагов несущих конструкций жилых и общественных зданий

Конструктивная схема	С продольными несущими стенами	С поперечными несущими стенами	С несущим каркасом	Из объемных блоков	Каркасная (залы общественного назначения)

	ми	ми			
Поперечные шаги (пролеты), см: жилые дома общественные здания кратность интервала	480... 600 480... 600 и 630 3М	480... 600 - 3М	600; дополнительный 300*	420... 600 - 3М	Продольные и поперечные шаги, см: 900; 1200; 1500; 1800; 2400 и 3000
Продольные шаги, см: жилые дома общественные здания кратность интервала	240... 360 300; 600 3М	240; 300; 360; 480; 600** 570; 630; 660		240... 360 и более 3М	

Для жилых домов и больниц допускается 450.

Допускается шаг 270; 330; для экспериментального строительства – 720.

МКРС устанавливает четыре типа размеров для объемно-планировочных и конструктивных элементов здания.

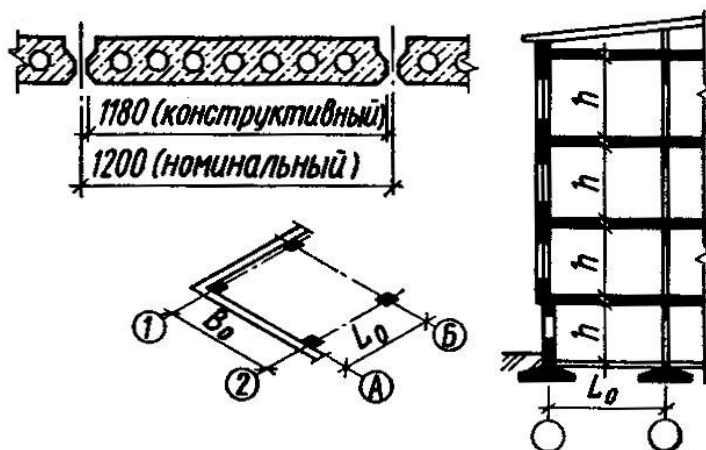
- основные координационные размеры -проектное расстояние между координационными осями здания, например, объемно-планировочные параметры: пролеты L_0 , шаги $Ш_0$, H_0 .

- координационные размеры элементов, отличающиеся аддитивными (слагаемыми) размерами основных координационных размеров: l_0 , b_0 , h_0 (высота) или d_0 (толщина);

- конструктивные размеры элементов (l , b , h или d) – проектный размер элемента, который отличается от координационного размера на величину зазора ($l = l_0 - \delta$), где δ – зазор, необходимый для установки элементов, в соответствии с особенностями конструктивных узлов, условиями монтажа и т.д. Конструктивные размеры могут быть и больше на величину выступов, координационных располагаемых в смежном координационном пространстве;

- наружные размеры элементов – фактический размер элементов, отличающийся от конструктивного на величину, определенного допуска ДСТУ, который зависит от установленного класса точности для каждого типа изделий.

Натурный размер здания может отличаться от проектного в пределах нормативно-конструктивных допусков.



Система размеров МКРС при применении конструктивных элементов:
 I – модульные координационные размеры; II – связь конструктивных размеров и координационных; L – основной координационный размер; l_0, l_{01}, l_{02} – координационные размеры; l, l_1, l'' – конструктивные размеры; $\delta, \delta_1, \delta_2$ – зазоры; а – координационный размер элемента, перекрывающего пролет, равен основному координационному; б – то же, с уменьшением на опорные элементы; в – сумма взаимозаменяемых модульных координационных размеров равна основному координационному; г – координационный размер конструктивного элемента (или его части) больше основного координационного

4. Правила привязки конструктивных элементов к координационным осям.

Привязка подчиняется определенным правилам, которые обеспечивают:

- требуемую площадь опирания вышерасположенного конструктивного элемента (балки, плиты перекрытия и т.п.);
- применение минимального количества типоразмеров элементов в проектируемом здании;
- взаимозаменяемость элементов;

- исключение доделочных работ, например, при заделке пустот в перекрытиях, если в перекрываемое расстояние не укладывается целое число элементов.

Привязку высотных размеров (в том числе – высотных отметок) зданий и расположения их конструкций и элементов по высоте производят по отношению к горизонтальным основным координационным плоскостям.

В многоэтажных зданиях координационные плоскости чистого пола лестничных площадок следует совмещать с горизонтальными основными координационными плоскостями. При этом отметку горизонтальной основной координационной плоскости первого этажа принимают равной 0.000м.

В одноэтажных зданиях следует совмещать координационные плоскости: чистого пола – с нижней горизонтальной основной координационной плоскостью; низа горизонтальной несущей конструкции на опоре.

Правила привязки стен и колонн в координационных осях установлены для сечений на уровне опирания на них перекрытий и покрытия. Грань стены или колонны в зависимости от способностей примыкания их к другим элементам может отстоять от модульной координационной оси или совпадать с нею.

При проектировании гражданских зданий руководствуется следующими правилами привязки:

- геометрические оси внутренних стен и колонн обычно совмещаются с координационной осью, исключения допускаются при привязке стен лестничных клеток и стен с вентиляционными каналами для возможности применения унифицированных элементов лестниц и перекрытий;

- в наружных несущих стенах внутреннюю грань следует размещать на расстоянии от координационной оси равном половине толщины внутренней несущей стены и кратном М или $\frac{1}{2}$ М. Для соблюдения кратности размеров, свойственных кладке искусственных камней с учетом швов, в стенах из кирпича привязочные размеры могут быть: 130, 250, 380 и т.д;

- в наружных самонесущих стенах внутреннюю их грань совмещают с координационной осью («нулевая привязка»), если это не ведет к выполнению доделочных работ или же смещают на расстояние а, если

это целесообразно по условиям раскладки элементов перекрытий или покрытий;

- в каркасных зданиях наружную грань крайних колонн совмещают с координационной осью («нулевая привязка»), если ригель перекрывает все сечение колонны, если ригели опираются на консоли колонн, а панели перекрытий на консоли ригелей, то внутреннюю грань колонн размещают на расстоянии, равном половине толщины внутренней колонны $b/2$.

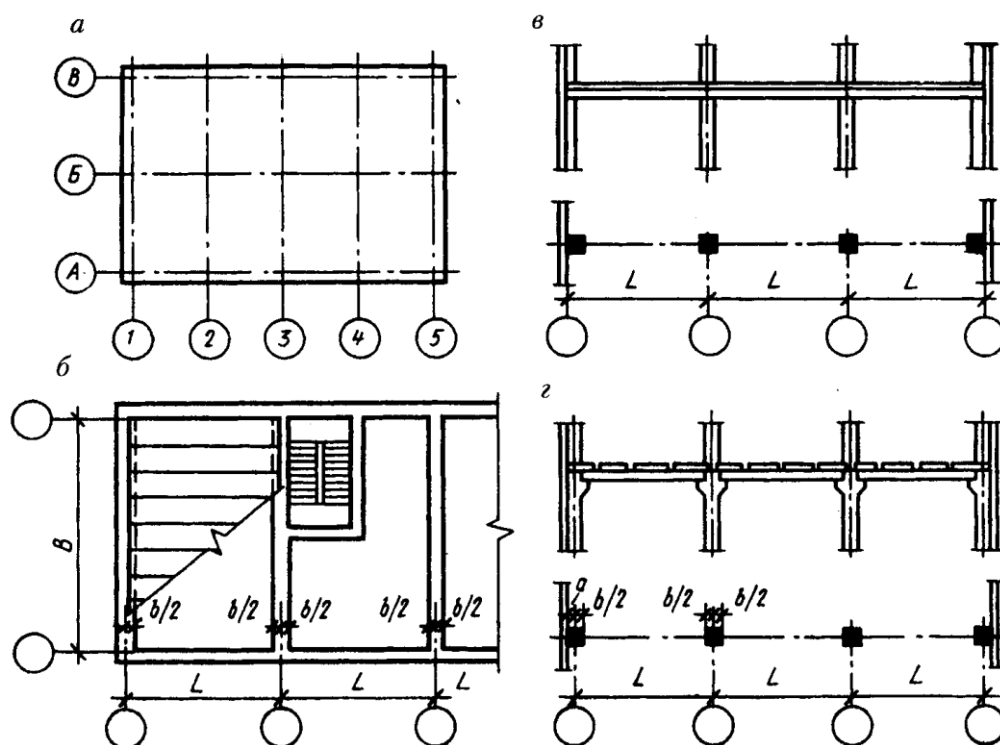


Рис. 1.5. Маркировка координационных (разбивочных) осей и привязка конструкций:
a — маркировка осей; *б* — привязка стен; *в, г* — привязка колонн; *г* — привязка на расстоянии «а»

Лекция 6. Тема 2.2. Конструктивные части зданий

1. Основания и фундаменты. Механическая характеристика грунтов оснований

Грунт- это обобщенное наименование горных пород, залегающих преимущественно в пределах зоны выветривания Земли и являющихся объектом инженерно-строительной деятельности человека.

Основанием называется грунт, воспринимающий нагрузку от вышележащих конструкций здания/сооружения.

По классификации, принятой в строительных нормах и правилах, грунты разделяются на скальные и нескальные.

К скальным грунтам относятся изверженные, метаморфические и осадочные породы с жесткими связями между зернами, залегающие в виде монолитного или трещиноватого массива. К нескальным (рыхлым) относятся грунты: крупнообломочные нецементированные (валунные, галечниковые, гравийные, щебенистые, дресвяные), песчаные (пески разной крупности), глинистые (глины, суглинки), супеси.

По физико-механическим свойствам породы делятся на монолитные, пластичные, сыпучие и плавунные (насыщенные водой сыпучие породы — плавунны).

Физико-механические свойства грунтов (пород) характеризуются рядом показателей:

Объемная масса породы — это масса единицы объема породы при естественной влажности и пористости. Объемная масса влажной породы зависит от количества содержащейся в ней воды и пористости. Объемная масса влажной породы учитывается в горном деле при расчетах горного давления, давления грунтов на свайное крепление котлованов и др.

Пористость — это суммарный объем всех пор, приходящийся на единицу объема породы. Показатели, характеризующие пористость пород, используют при определении водопроницаемости и сжимаемости пород.

Влажностью называют отношение массы воды, содержащейся в породе, к массе абсолютно сухой породы в процентах.

Сжимаемостью называют способность породы к уменьшению объема под воздействием нагрузки.

Кроме указанных свойств пород, при решении отдельных строительных вопросов учитывают прочность, твердость, упругость, пластичность, хрупкость, вязкость, разрыхляемость горных пород;

Прочность — это свойство горных пород сопротивляться разрушению под действием внешней нагрузки. Различают прочность при сжатии, растяжении, изгибе, скалывании и ударе.

Твердостью называют способность горной породы сопротивляться проникновению в нее другого более твердого тела (например, острия пики отбойного молотка). Твердость пород определяют по специальной шкале.

Упругость — свойство горных пород изменять свою форму или объем под действием внешней нагрузки и возвращаться к первоначальной форме или объему после снятия этой нагрузки.

Пластичность — это свойство горных пород деформироваться без разрушения под действием внешней нагрузки и оставаться в деформированном состоянии после ее снятия.

Хрупкость — свойство горных пород разрушаться под действием ударных нагрузок без заметной остаточной деформации.

Вязкостью называют способность горной породы сопротивляться силам, стремящимся разъединить ее частицы. При горных работах вязкость пород оценивают по сопротивлению, оказываемому породой при отделении части ее от массива.

Разрыхляемость — это увеличение объема горной породы при ее выемке из массива. Разрыхляемость характеризуется коэффициентом разрыхления, представляющим собой отношение объема вынутой породы к первоначальному объему породы в массиве.

Крепость горных пород характеризуется их сопротивляемостью различным механическим воздействиям: бурению, отбойке, взрыванию, разработке другими механическими средствами. Крепость пород зависит от многих физико-механических свойств: твердости, вязкости, трещиноватости, хрупкости, упругости.

2. Нормативные и расчетные значения характеристик грунтов

Основными параметрами механических свойств грунтов, определяющими несущую способность оснований и их деформации, являются прочностные и деформационные характеристики грунтов - угол внутреннего трения φ , удельное сцепление c , модуль деформации дисперсных грунтов E , предел прочности на одноосное сжатие скальных грунтов R_c .

Характеристики грунтов природного сложения, а также искусственного происхождения определяются, как правило, на основе их непосредственных испытаний в полевых или лабораторных условиях.

На основе статистической обработки результатов испытаний по методике, изложенной в ГОСТ 20522-96 устанавливают нормативные и расчетные значения характеристик грунтов.

Расчетные значения характеристик грунтов φ , c и γ для расчетов по несущей способности обозначают φ_I , c_I и γ_I , а по деформациям – φ_{II} , c_{II} и γ_{II} .

Все расчеты оснований должны выполняться с использованием расчетных значений характеристик грунтов X , определяемых по формуле:

$$X = X_n / \gamma_g$$

где X_n - нормативное значение данной характеристики;
 γ_g - коэффициент надежности по грунту.

Коэффициент надежности по грунту при вычислении расчетных значений прочностных характеристик (φ , c , γ , R_c) устанавливают в зависимости от изменчивости этих характеристик, числа определений и значения доверительной вероятности α . Для прочих характеристик грунта допускается принимать γ_g равным 1.

3. Классификация фундаментов; материалы для устройства фундаментов. Ленточные, сплошные, столбчатые и свайные фундаменты. Мелкозаглубленные фундаменты. Основные положения проектирования оснований и фундаментов.

Основными требованиями, предъявляемыми к фундаментам, являются: прочность, устойчивость, сопротивляемость влиянию атмосферных условий и отрицательных температур, долговечность, соответствующая эксплуатационному сроку службы надземной части зданий и сооружений, индустриальность устройства конструкций, экономичность.

По форме в плане фундаменты делятся на ленточные, столбчатые, сплошные и свайные. Ленточные фундаменты выполняют в виде непрерывных стен, столбчатые — в виде системы отдельно стоящих

столбов и сплошные — в виде сплошной плиты прямоугольного или ребристого сечения под все здание.

По виду материала фундаменты бывают железобетонные, бетонные, бутовые, бутобетонные, кирпичные и деревянные. Под все ответственные здания и сооружения, как правило, устраивают железобетонные фундаменты.

По характеру работы под нагрузкой фундаменты делят на жесткие и гибкие, по способу производства — на сборные и монолитные. Под железобетонные колонны применяют железобетонные сборные и монолитные фундаменты стаканного типа. Сборные фундаменты могут состоять из одного железобетонного блока (башмака) стаканного типа или из железобетонного блока-стакана и одной или нескольких опорных плит под ним. Монолитные железобетонные фундаменты имеют симметричную ступенчатую форму с двумя или тремя прямоугольными ступенями и подколенником, в котором размещен стакан для колонны. Дно стакана, как правило, располагается на 50 мм ниже проектной отметки низа колонны, чтобы иметь возможность компенсировать неточности в размерах и заложении фундаментов.

Фундаменты под стены. Под стены зданий и сооружений различного назначения устраивают столбчатые, ленточные или свайные фундаменты.

Столбчатые фундаменты под стены устраивают при небольших нагрузках и прочных основаниях. В жилых и гражданских их проектируют, как правило, в малоэтажных зданиях без подвалов. Столбчатые фундаменты выполняют в виде деревянных стульев и в форме столбов квадратного, прямоугольного и трапецеидального сечений из керамического кирпича, бута, бетона, железобетона и других материалов.

Ленточные фундаменты могут быть сборными и монолитными. В настоящее время их чаще возводят из сборных бетонных и железобетонных блоков. Стеновые блоки изготовляют из бетона М150, блоки-подушки — из бетона марок 150...200.

Монолитные ленточные фундаменты устраивают из бетона и железобетона, бута, бутобетона и других материалов.

Свайным фундаментом называют фундамент, в котором для передачи нагрузки от сооружения на грунт используют сваи. Он состоит из свай и объединяющей их жесткой связи. Жесткая связь оголовков свай осуществляется специальным устройством — ростверком или плитами

перекрытий. В соответствии с этим свайные фундаменты подразделяются на ростверковые и безростверковые.

В зависимости от нагрузок, действующих на фундамент, сваи в нем располагают: по одной — под отдельные опоры; рядами — под стеновые конструкции; кустами — под колонны; свайными полями — под здания и сооружения малой площади со значительными нагрузками. Сваи классифицируют по различным признакам.

По материалу сваи бывают железобетонные, бетонные, стальные и деревянные. Железобетонные сваи в свою очередь делят на сборные и монолитные.

Ленточные фундаменты представляют собой непрерывную подземную стену, передающую нагрузку от наземных стен или колонн грунту через уширенную нижнюю часть - подушку и песчаную либо щебеночную подсыпку толщиной 50-100 мм. Уширение подушки необходимо для приведения в соответствие величины дополнительного давления под подошвой фундамента несущей способности грунта, так как величина расчетных давлений на грунт существенно меньше расчетных сопротивлений каменных или бетонных стен. Ленточный фундамент без подушек устраивается только под малонагруженными стенами. Ленточные фундаменты проектируют монолитными или сборными. Монолитные ленточные фундаменты выполняют из бетона или бутобетона. Снижение трудоемкости возведения монолитных фундаментов обеспечивается применением многократно оборачиваемой инвентарной опалубки.

Наиболее распространенным вариантом ленточных фундаментов является сборная конструкция из железобетонных блоков-подушек трапециевидного сечения и прямоугольных бетонных стеновых блоков. Совместность статической работы сборных элементов обеспечивается их укладкой горизонтальными рядами на цементный раствор с взаимной перевязкой швов и армированием стальными сварными сетками горизонтальных швов в местах пересечений стен.

Несущую способность сборной конструкции ленточного фундамента при его работе на изгиб на сильно сжимаемых и неравномерно деформирующихся грунтах повышают, устраивая монолитный армированный пояс по верху фундамента и армированный горизонтальный шов между подушкой и нижним рядом блоков стенки.

При основаниях из сухих и маловлажных песков можно уменьшить материалоемкость блочной конструкции сборных ленточных фундаментов путем прерывистой раскладки подушек и замены

стеновых блоков сплошного сечения пустотелыми или уменьшения толщины стеновых блоков в пределах, допустимых по требованиям прочности (но не менее 300 мм).

Применение сборных ленточных фундаментов из бетонных блоков сокращает построечную трудоемкость вдвое по сравнению с монолитными фундаментами. Однако наименее трудоемкой и наиболее индустриальной является панельная конструкция ленточных фундаментов. Она служит основным вариантом конструкции ленточных фундаментов в панельном домостроении, а в случаях, когда это позволяет материальная база строительства, может применяться в крупноблочных, объемно-блочных и кирпичных зданиях.

Столбчатые фундаменты в виде сборных железобетонных столбов и подушек применяют для передачи грунту нагрузок от колонн каркасных зданий. Столбчатые фундаменты возводят в основном под дома без подвалов с легкими стенами (деревянными, щитовыми, каркасными). Закладывают их и под кирпичные стены, когда требуется глубокое заложение и ленточный фундамент неэкономичен. Столбчатые фундаменты по расходу материалов и трудозатратам в 1,5-2 раза экономичнее ленточных. Сооружать столбчатые фундаменты предпочтительнее на пучинистых грунтах, так как с минимальными затратами их можно устанавливать ниже глубины промерзания.

В зависимости от конструкции здания столбы для фундамента могут быть каменные, кирпичные, бетонные, бутобетонные, железобетонные и из других материалов. Чаще всего при устройстве столбчатых фундаментов применяют готовые сборные бетонные и железобетонные блоки. Столбчатые фундаменты обязательно устанавливают под углы дома, в местах пересечения стен, под стойками каркаса, тяжелыми и несущими простенками, балками и другими местами сосредоточенной нагрузки.

Для уменьшения давления на слабые грунты столбчатые фундаменты из штучных материалов уширяют в нижней части, делая уступы высотой не менее двух рядов кладки.

Для повышения устойчивости столбчатых фундаментов, во избежание горизонтального их смещения и опрокидывания, а также для устройства опорной части цоколя между столбами делают ростверк. При устройстве столбчатых фундаментов под деревянные постройки функцию ростверка может выполнять деревянная обвязка из бревен или бруса. При этом пространство между планировочной отметкой земли (отмосткой) и обвязкой заполняют забиркой.

Подушки таких фундаментов выполняют в виде специальных блоков стаканного типа или различных комбинаций из трапецевидных сборных подушек ленточных фундаментов. При больших нагрузках фундамент колонны может быть дополнен плоскими железобетонными плитами необходимых размеров. Наружное ограждение подпольного пространства зданий со столбчатыми фундаментами устраивают из цокольных панелей, которые опирают на специальные консоли колонн наружных рядов или уступы фундаментных подушек.

Сплошные (плитные) фундаменты применяют преимущественно при строительстве многоэтажных зданий на слабых, неравномерно сжимаемых грунтах. Плитные фундаменты являются разновидностью мелкозаглубленных, а точнее, незаглубленных фундаментов, глубина заложения которых составляет 40-50 см. Устройство плитного фундамента связано с расходом бетона, арматуры и может быть целесообразно при сооружении небольших и компактных в плане домов или других построек, когда не требуется устройство высокого цоколя, и сама плита используется в качестве пола.

Фундаментная плита проектируется плоской или ребристой с расположением ребер под несущими стенами или колоннами. Ребристая конструкция обеспечивает снижение расхода стали и бетона, но отличается большей трудоемкостью, чем сплошная. При выполнении фундаментов из плоских плит предельно упрощаются опалубка, арматурные работы (раскатка готовых арматурных сеток), механизированы бетонные работы. Благодаря меньшей трудоемкости фундаменты в виде плит сплошного сечения распространены больше ребристых. Толщина фундаментной плиты назначается в зависимости от пролета (шага) несущих конструкций и типа самой плиты и составляет для ребристых плит $1/8-1/10$ пролета, а для сплошных $1/6-1/8$ пролета.

Сплошная незаглубленная плита в составе пространственной системы «плита - надфундаментное строение» обеспечивает восприятие внешних силовых воздействий и возможных деформаций грунтового основания и исключает необходимость различного рода мероприятий, предотвращающих неравномерные деформации грунта, на которые обычно в условиях слабых, песчаных и пучинистых грунтов затрачиваются значительные ресурсы.

Свайные фундаменты применяют для зданий различных конструктивных систем, этажности и в разнообразных грунтовых условиях. Наиболее целесообразны такие фундаменты при слабых, неравномерно деформируемых основаниях.

Различают два типа свай - свай-стойки и висячие сваи. Первые прорезают напластования слабых грунтов и передают всю приходящуюся на них нагрузку через острие на подстилающий слой прочного грунта. Фундамент на таких сваях обеспечивает минимальную осадку здания.

Висячие сваи не достигают прочного слоя и передают нагрузку основанию через острие и через боковые поверхности за счет сил трения между ними и уплотненным грунтом. Наиболее распространены фундаменты из забивных висячих коротких (длиной 4-7 м) железобетонных свай квадратного или круглого, сплошного или полого сечения площадью до 0,1 м². Верхняя часть свай, частично разрушаемая при забивке, срезается, усиливается специальным сборным железобетонным оголовком, а полость между оголовком и свайей замоноличивается. Нагрузка от несущих конструкций передается на сваи через сборные или монолитные элементы - ростверки. Их располагают в плане здания в виде перекрестных балок под несущими стенами по сваям, забитым в один- два ряда (в зависимости от требований прочности).

В панельных домах высотой до 12 этажей с малым шагом поперечных стен и перекрытиями из панелей размером на комнату применяется наиболее экономичный вариант конструкции - безростверковые свайные фундаменты. При этом роль продольных ростверков выполняют наружные цокольные панели, роль поперечных ростверков - поперечные стены в первом этаже, а панели перекрытия в уровне пола первого этажа опираются непосредственно на оголовки свай.

Под колонны многоэтажных каркасных зданий забивают несколько (куст) свай так как несущая способность одной забивной сваи относительно невелика. Наряду с забивными используют набивные сваи из монолитного бетона, заполняющего специально пробуренные скважины в грунте. Под сильно нагруженные колонны высотных зданий устраивают опоры глубокого заложения (15-40 м) из набивных железобетонных свай-оболочек. Несущая способность таких свай выше, чем забивных, в 8-10 раз.

Расчет мелкозаглубленных фундаментов

Расчет мелкозаглубленных фундаментов производится в следующей последовательности:

а) на основе материалов изысканий определяется степень пучинистости грунта основания, и в зависимости от нее выбираются тип фундамента и конструкция фундамента;

б) задаются предварительные размеры подошвы фундамента, глубина его заложения, толщина песчаной (песчано-гравийной) подушки;

в) выполняется расчет основания мелкозаглубленного фундамента по деформациям морозного пучения грунта.

Расчет основания по деформациям пучения грунта, промерзающего ниже подошвы фундамента, производится исходя из следующих условий:

$$h_{\text{ф}} \leq S_{\text{п}},$$

$$e_{\text{ф}} \leq \left(\frac{\Delta S}{L} \right)_{\text{п}},$$

Где $h_{\text{ф}}$ - расчетное значение подъема основания от пучения грунта под фундаментом с учетом давления под его подошвой;

$e_{\text{ф}}$ - расчетная относительная деформация пучения грунта основания под фундаментом;

Значения предельных деформаций основания

Конструктивные особенности зданий	Предельные деформации оснований фундаментов		
		относительные деформации $(\Delta S/L)_{\text{п}}$	
	подъем, $S_{\text{п}}$, см	вид	значение
Бескаркасные здания с несущими стенами из:			
панелей	2,5	относительный прогиб или выгиб	0,00035
Блоков и кирпичной кладки без армирования	2,5	- "-	0,0005*
Блоков и кирпичной	3,5	- "-	0,0006*

кладки с армированием или железобетонными поясами при наличии сборно- монолитных (монолитных) ленточных или столбчатых фундаментов со сборно- монолитными фундаментными балками			
Здания с деревянными конструкциями			
на ленточных фундаментах	5,0	- "-	0,002
на столбчатых фундаментах	5,0	относительная разность подъёмов	0,006

Особенности проектирования мелкозаглубленных фундаментов на локальноуплотнённом основании

- Требования к грунтам и конструкциям фундаментов на локально уплотненном основании
 - К фундаментам на локально уплотненном основании относятся фундаменты в вытрамбованных (выштампованных) котлованах или траншеях, фундаменты из забивных блоков.
 - Характерной особенностью указанных типов фундаментов является наличие окружающей их уплотненной зоны грунта, которая формируется при вытрамбовывании или выштамповывании полостей в основании, погружении блоков путем забивки.
- 4. Стены. Архитектурно-конструктивные элементы стен. Стены из кирпича, мелких и крупных блоков. Стены из дерева и**

древесных материалов; бревенчатые и брусчатые стены, конструкции сопряжений бревенчатых стен; каркасные и каркасно-панельные стены. Перегородки.

Стены должны быть прочными и устойчивыми, обладать требуемыми для данного здания теплотехническими качествами и минимальным весом.

По роду материала стены зданий делятся: 1) на каменные; 2) деревянные; 3) из различных местных материалов. Каменные стены подразделяются: а) на монолитные; б) из каменной кладки; в) крупноблочные и крупнопанельные.

Монолитными называются стены, отлитые в специальной форме (опалубке), выполняемой обычно из досок или щитов. К числу монолитных стен относятся бетонные, бутобетонные, шлакобетонные, глинобитные и стены из крупнопористого бетона. Каменная кладка стен выполняется из естественных или искусственных камней на растворе.

Прочность кладки зависит от прочности камня и раствора, от системы перевязки вертикальных швов между камнями, а также от воздействия влаги, температур, ветра и коррозии.

Для кладки стен в зависимости от вида и назначения, величины воспринимаемых ими нагрузок, местных особенностей атмосферных воздействий и характера внутренней среды помещения применяют известковые, цементные и известково-цементные растворы.

Стены из сплошной каменной кладки тяжелы и обладают низкими теплотехническими качествами. Крупноблочные стены монтируют из крупных блоков, изготовленных на заводах или построечных полигонах, и являются более индустриальными, чем стены из мелких камней.

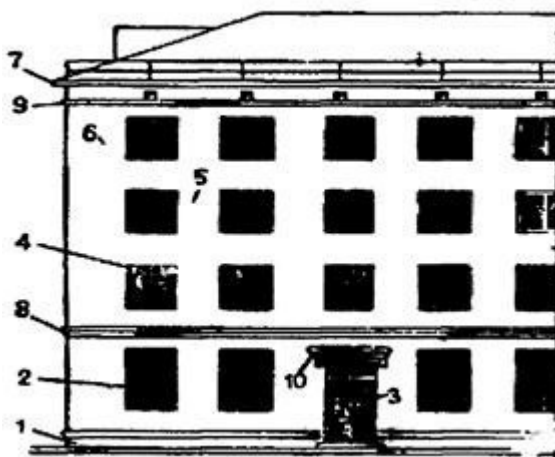
Крупнопанельные стены выполняют из готовых крупных стеновых панелей с вмонтированными на заводах окнами, дверьми, приборами отопления и др. 28 Нормативные сроки службы: для каменных стен составляют 100 и более лет; для деревянных, рубленых из бревен или брусьев — 50 лет; для деревянных сборно-щитовых и каркасных, а также для глинобитных и саманных — 30 лет.

Наиболее увлажняемая часть стен, расположенная непосредственно на фундаменте и выполненная из отборного атмосферо- и морозостойкого материала, называется цоколем. В цоколе располагают горизонтальную гидроизоляцию стен. По периметру цоколя устраивают отводящую дождевые воды отмостку в виде бетонной подготовки, асфальтового покрытия уклоном от здания в

3...5 %) или другого типа. Ширина отмостки должна быть на 20 см больше выноса верхнего карниза здания, но не менее 50 см.

Архитектурно-конструктивные элементы стен.

К архитектурно-конструктивным элементам стен относятся: цоколь, карниз, парапет, пилястры, контрфорсы, простенки, ниши, перемычки и др.



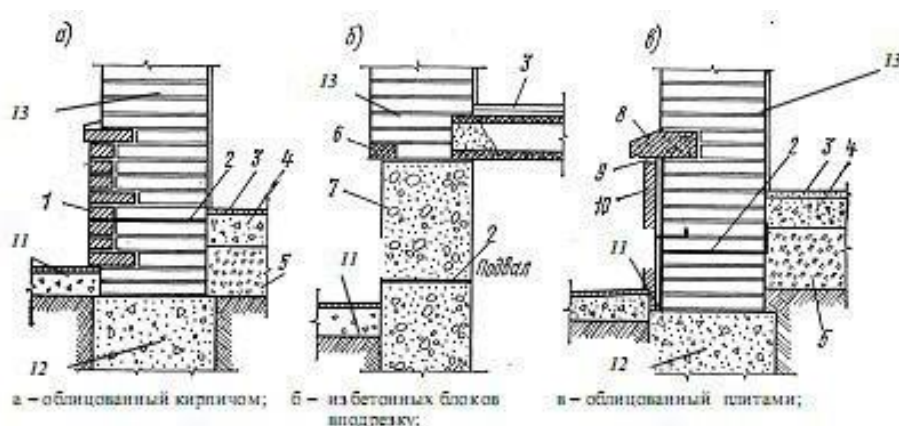
Архитектурно – конструктивные элементы и детали стен.

1 – цоколь; 2 – оконный проем; 3 – дверной проем; 4 – перемычки; 5 – простенок рядовой; 6 – простенок угловой; 7 – карниз венчающий; 8 – карниз промежуточный; 9 – поясок; 10 – сандрики; 11 – полуколонны; 12 – ниши; 13 – контрфорс

Цоколь 1 – нижняя часть стены, расположенная непосредственно над фундаментом. Верхняя граница цоколя (кордон) всегда делается строго горизонтальной, при этом цоколь зрительно воспринимается как постамент (основание), на котором возведено здание. Цоколь в первую очередь подвергается атмосферным и механическим воздействиям, поэтому его выполняют из прочных долговечных материалов, стойких против атмосферных воздействий. Верх цоколя находится обычно на уровне пола первого этажа.

Цоколи зданий можно устраивать из бетонных фундаментных блоков, такой цоколь называется подрезным; из кирпича с расшивкой швов или оштукатуренного цементным раствором (нередко применяют добавку в виде гранитной крошки); из природного камня или плит из искусственных и природных материалов. Применение силикатного, пустотелого и легкого кирпича, легкобетонных камней для устройства цоколя допускается только выше горизонтальной

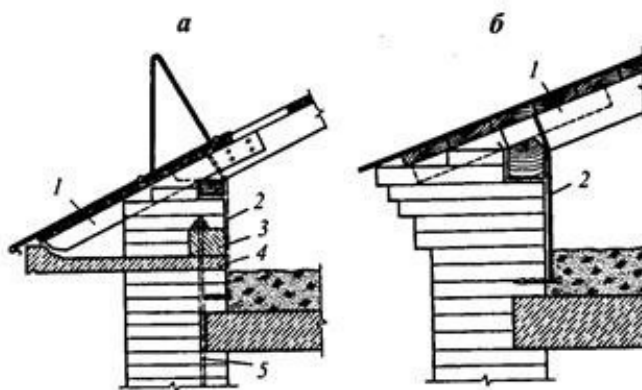
гидроизоляции при условии облицовки на высоту 500—600 мм прочными влаго- и морозостойкими материалами.



Типы конструкций цоколей

1 — лицевой кирпич; 2 — гидроизоляционный слой; 3 — пол первого этажа; 4 —бетонная подготовка; 5 — уплотненный грунт; 5 — кордон из железобетонных брусков; 7 — стена подвала из бетонных блоков; 8 — кордонный камень; 9 — осадочный зазор; 10 — облицовочные плиты; 11 — отмостка; 12 — фундамент; 13 —стена.

Карниз 7, 8 — горизонтальный выступ из плоскости стены, предназначенный для отвода вод, падающих на ограждающие конструкции здания. Верхний карниз называют венчающим (главным), он и придает зданию законченный вид. При небольших выступах карниза за поверхность стены (до 300 мм) его устраивают путем постепенного выпуска нескольких рядов кирпичей по 5—6 см в каждый ряд. В массовом строительстве чаще всего применяются сборные железобетонные карнизы

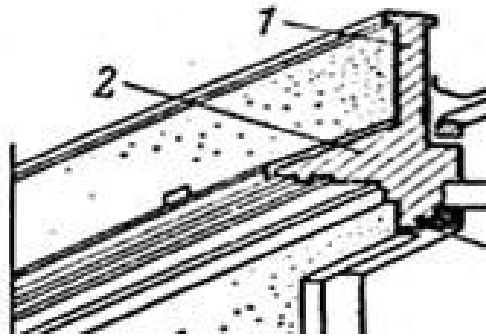


Конструкции карнизов

Промежуточные карнизы, имеющие меньший выступ, устраивают обычно на уровне междуэтажных перекрытий и называют поясками, их обычно образуют выпуском кирпича.

Иногда устраивают отдельные карнизы над проёмами (окон или дверей), называемые сандриками

Парапет – невысокая стенка, выходящая за кровлю и ограждающая крышу. Парапет обычно имеет высоту 0,5–1 м и может ограждать крышу по всему периметру, по двум или трем сторонам.



Конструкция парапета

Проемы – отверстия в стенах для окон и дверей. Боковые и верхние плоскости проемов называют откосами (притолоками).

Простенки - участки стены, расположенные между проёмами.

Раскреповка – утолщение части стены, образующее вертикальный выступ. Иными словами, раскреповки, это вертикальные утолщения (до 250 мм) протяженного участка.



Раскреповка

Перемычки – конструкции, перекрывающие проём сверху. Перемычки различают:

- по роду материала: железобетонные, металлические, кирпичные (железокирпичные), деревянные;
- по конструкции: балочные (горизонтальные), арочные (криволинейного очертания);
- по характеру восприятия нагрузки: несущие (на которые опираются перекрытия). Опираются несущие перемычки на простенки не менее чем на 250 мм. при ее ширине не более 1,2 м. и ненесущие (воспринимающие нагрузку только от вышележащей кладки). Они опираются на простенки не менее 120 мм

Получили распространение следующие виды перемычек:

сборные железобетонные – брусковые, плитные (с нижней опорной полкой);

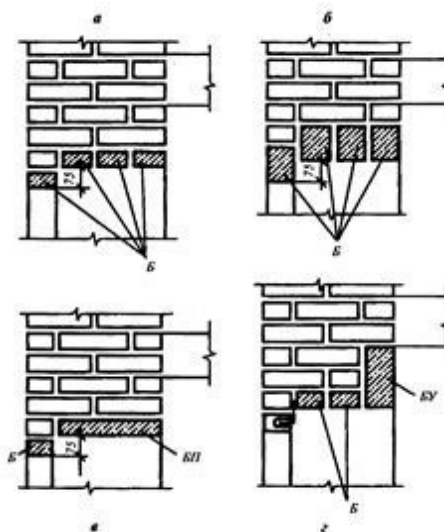
кирпичные — рядовые, выкладываемые из кирпича на растворах повышенных марок и дополнительно усиленные арматурой. Их устраивают, если этого требует архитектурное оформление фасада.

В отдельных случаях устраивают арочные перемычки из кирпича, уложенного наклонными рядами по специальной опалубке (кружалу), или железобетонные; разновидностью арочных перемычек являются клинчатые.

Железобетонные перемычки подразделяют на следующие типы:

- ПБ - брусковые, шириной до 250 мм включительно;
- ПП - плитные, шириной более 250 мм;
- ПГ – балочные, с четвертью для опирания или примыкания плит перекрытий;
- ПФ – фасадные, выходящие на фасад здания и предназначенные для перекрытия проемов с четвертями при толщине выступающей части кладки в проеме 250 мм и более. Фасадный брусок обычно смещают по отношению к остальным по вертикали вниз для образования четверти.

Перемычки, воспринимающие нагрузку только от собственной массы и вышерасположенной стены, называются самонесущими, они опираются на простенки не менее 120 мм.



Сборные железобетонные перемычки
 а, б – брусковые (тип Б)
 в – плинные (тип БП) г – балочные (тип БУ)

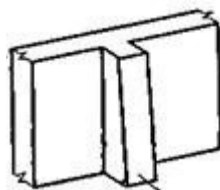
Ниша – углубление в стене для приборов отопления или других целей.

Пилястры – вертикальные узкие выступы стен (для придания устойчивости стенам большой высоты и протяжённости)



Пилястра

Контрфорсы – вертикальные выступы стен с наклонной внешней гранью (для усиления стен против опрокидывания).



Контрфорс

Фронтон – участок стены треугольной формы, ограждающей чердачное пространство. Если фронтон не имеет внизу карниза, его называют щипцом.

Деформационные швы устраивают во избежание появления в стенах зданий трещин от неравномерной осадки фундаментов или вследствие деформаций материала стены, вызванных колебаниями температуры. Они могут быть осадочными и температурными. *Осадочные* швы устраивают при различной этажности частей здания или если

залегające в основании грунты имеют разные физико-механические свойства. Такой шов разрезает здание полностью на отсеки, которые могут самостоятельно работать под нагрузкой.

Температурные швы делают в стенах большой протяжённости во избежание образования трещин от изменения температуры. Швы представляют собой зазоры (шириной 30-50 мм), которые как бы разрезают стену от верха до фундамента. Швы заделывают конопаткой, паклей и раствором

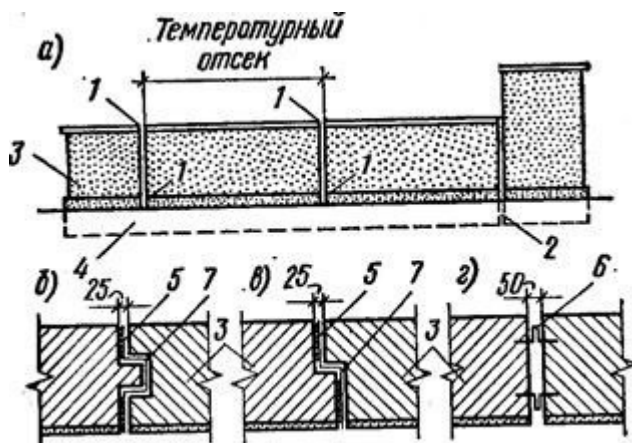


Схема размещения и конструкции деформационных швов

1 – температурный шов; 2 – осадочный шов; 3 – стена;
4 – фундамент; 5 – утеплитель; 6 – компенсатор; 7 – рулонная
изоляция

а – фасад здания б – температурный или осадочный шов с пазом и
гребнем в – то же «в четверть» г – температурный шов с
компенсаторами

Балкон — открытая площадка, выступающая за плоскость наружной стены и огражденная перилами. Несущая конструкция выполняется из железобетонных плит, защемленных с одной стороны в стене и прикрепленных сваркой к стальным анкерам, заделанным в стене, а также к плите перекрытия.



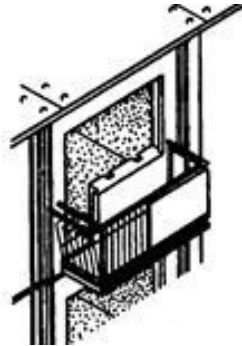
Балкон

Лоджия — открытое с одной стороны помещение (ниша) на фасаде здания.



Лоджия

Эркер — остекленный выступ в наружной стене здания, позволяющий увеличить освещенность и инсоляцию помещений



Эркер

Стены из кирпича, мелких и крупных блоков. Стены из дерева и древесных материалов; бревенчатые и брусчатые стены, конструкции сопряжений бревенчатых стен; каркасные и каркасно-панельные стены. Перегородки.

Стены — вертикальные конструктивные элементы, ограждающие здание от внешних воздействий и воспринимающие нагрузки от вышележащих конструкций.

Классификация кирпичных стен

По материалу:

- каменные материалы;
- деревянные;
- синтетические.

По характеру работы:

- несущие;
- самонесущие;
- навесные.

По местоположению:

- внутренние;
- наружные.

По конструкции и способу возведения:

- из мелкоштучных элементов (кирпич);
- из кирпичных камней (блоки);
- монолитные;
- панельные.

Требования к кирпичным стенам

- прочность;
- устойчивость;
- долговечность;
- удовлетворять требованиям тепло- и звукоизоляции, пожарной безопасности;
- индустриальность;
- экономичность.

В строительстве распространены стены из кирпича, керамических и бетонных блоков и панелей. Швы стен из каменной кладки заполняют известковым, известково-цементным или цементным растворами.

Для уменьшения массы стен и снижения их теплопроводности применяют пустотелый или пористый кирпич. Несущая способность

сплошных кирпичных стен при малоэтажном строительстве или в верхних этажах многоэтажных зданий не используется, в таких случаях целесообразно применять облегченные стены системы Н. С. Попова, кирпичные стены с облицовкой плитным утеплителем или керамические камни (семищелевые и др.). Цоколи кирпичных стен следует выкладывать из обыкновенного глиняного кирпича (применение для цоколей силикатного кирпича не разрешается).

Кладку из семищелевых керамических камней при наличии тычковых камней с поперечными щелями ведут по трехрядной системе, а при их отсутствии — по цепной системе.

С каждым годом в строительстве увеличивается применение стеновых конструкций из крупных сборных элементов — блоков и панелей. Крупные блоки изготовляют из легких и тяжелых бетонов (объемная масса более 1800 кг/м³), а также из керамических и природных материалов. Для жилых и промышленных зданий и сооружений изготовляют крупные блоки разных размеров с учетом требований типизации и модуля.

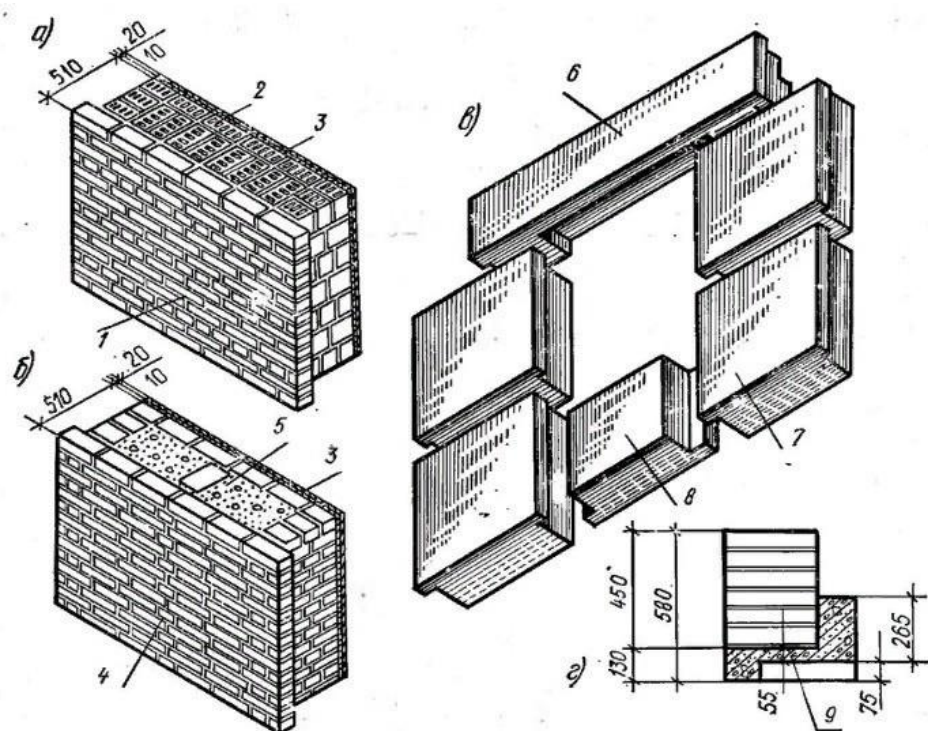
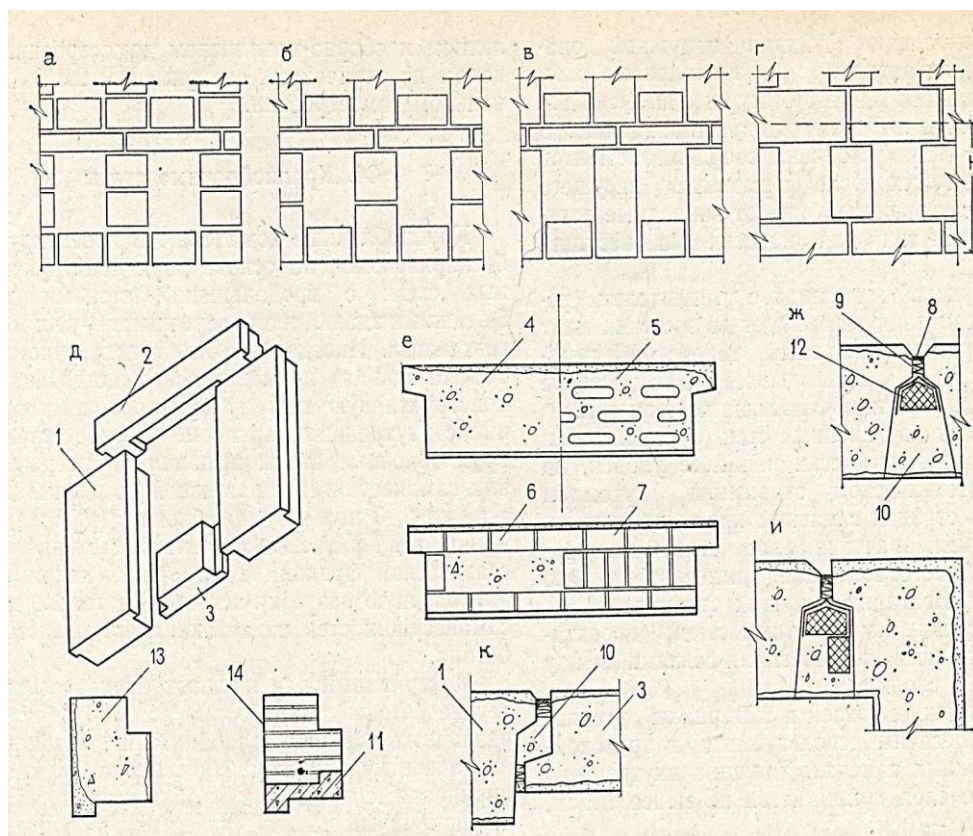


Рис. 214. Стена из кирпичных крупных блоков:

а — блок из семищелевых камней; б — блок колодезной кладки; в — трехрядная разрезка стены; г — перемычный блок с железобетонной плитой; 1 и 2 — лицевой и семищелевой кирпичи; 3 — сухая штукатурка; 4 — сплошной кирпич с расшивкой швов; 5 — шлакобетон; 6 — блок-перемычка; 7 — простеночный блок; 8 — подоконный блок; 9 — железобетонная плита

Толщину блоков назначают исходя из теплотехнических требований. Для уменьшения массы, улучшения условий твердения и повышения теплотехнических свойств блоки изготовляют пустотными. Размеры блоков (высоту, ширину) определяют с учетом системы разрезки стен

зданий и сооружений. В каждом этаже укладывают два или четыре горизонтальных ряда блоков (соответственно при двух-или четырехрядной разрезке стен). Блоки делают с четвертями или полукруглыми пазами для стыкования между собой. Каналы, образуемые пазами или четвертями, заполняют тяжелым раствором. С лицевой стороны блоков вертикальные швы проконопачивают и расширяют раствором. С элементами перекрытий блоки скрепляют сваркой закладных деталей.

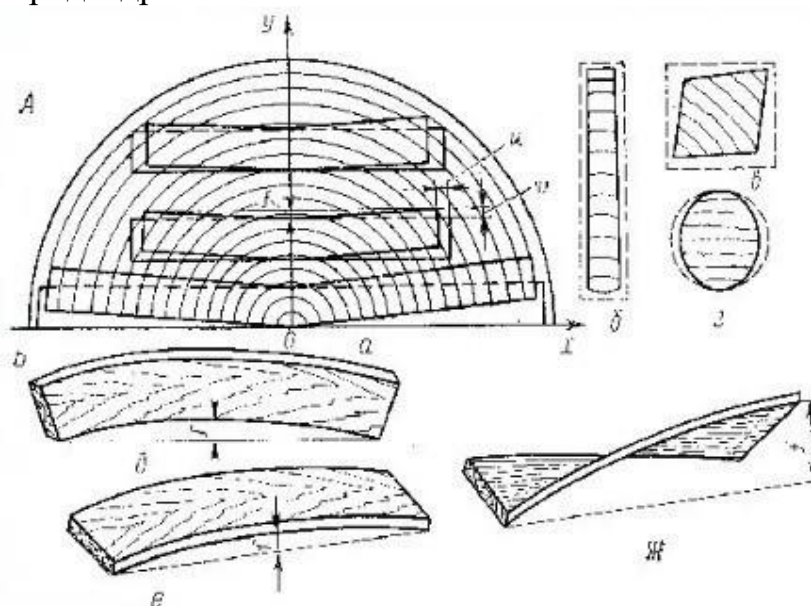


Схемы разрезов наружных крупноблочных стен на блоки:
а – четырёхрядная разрезка; б – трёхрядная разрезка; в – двухрядная разрезка; г – двухрядная разрезка для самонесущих стен крупноблочных домов; Н – высота этажа

Дерево экологически чистый материал, оно «дышит». Бревенчатые и брусчатые стены накапливают тепло и равномерно распределяют его по помещению, поддерживая постоянный, комфортный температурно-влажностный режим.

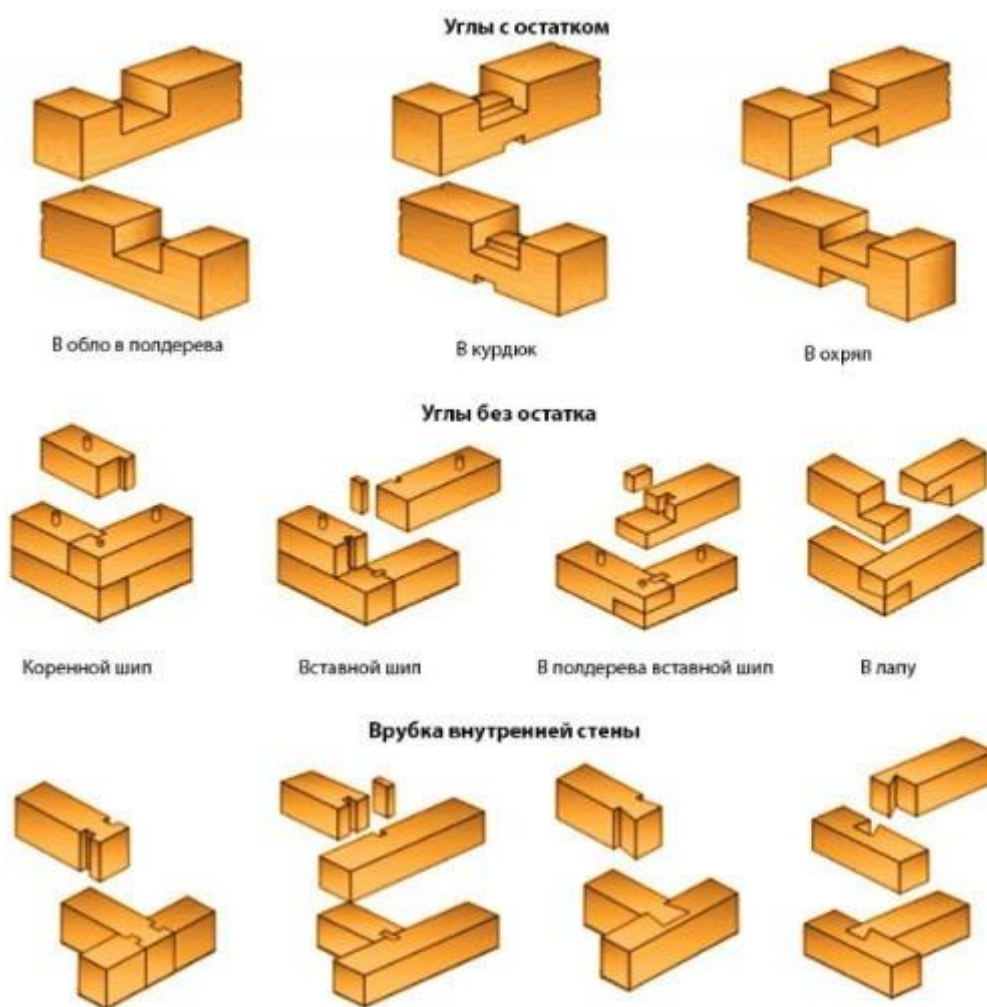
Но дерево имеет недостатки – оно подвержено гниению и возгоранию, деформации с изменением влажности (сушка сырого дерева вызывает дугообразное и винтообразное коробление). Поэтому при рубке дома из сырого дерева возможна усадка стен на 4-5 см на метр высоты. Следует иметь в виду, что во влажной среде лучше

применять древесину лиственных пород, а в нормальной среде – хвойные породы древесины.



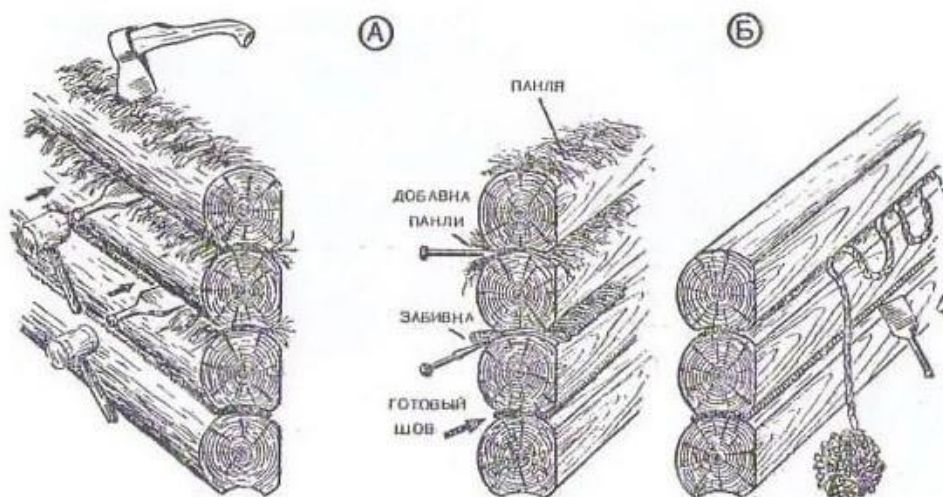
Коробление древесины А – поперечная: а – желобчатая; б – трапецевидная; в – ромбовидная; г – овальная; Б – продольная: д – по кромке; е – по пласти; ж – крыловатость

Рубленные стены возводят из бревен венцами с соединением углов с остатком (выбло, чашу) или без остатка (в лапу).



Рубка углов из бруса

Горизонтальные пазы и швы врубок заполняют паклей, льняным полотном, джутом.

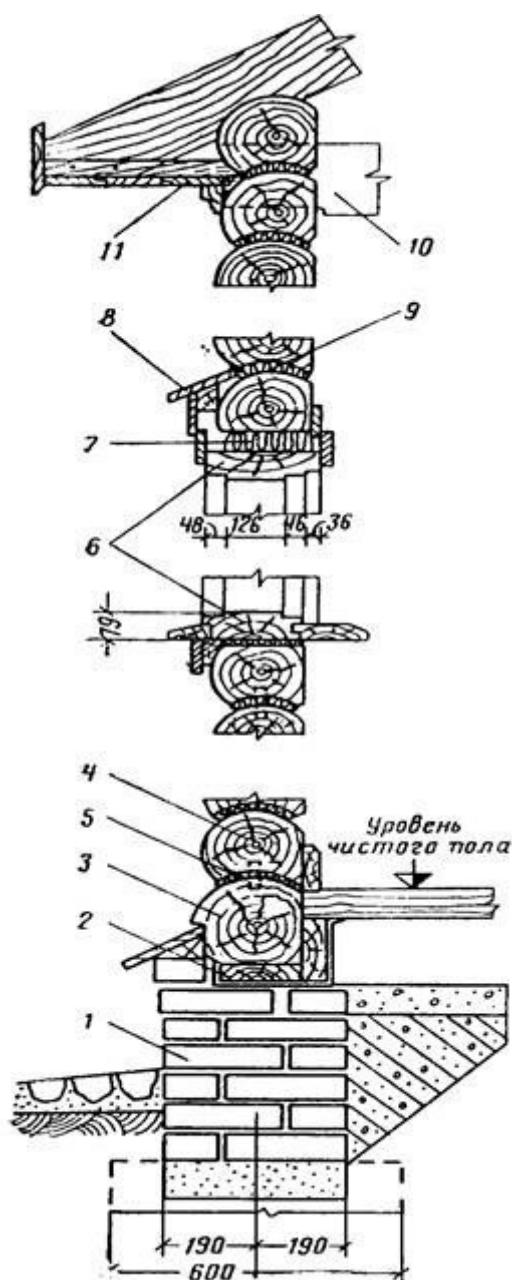


А- пазы заполненные паклей; Б- пазы заполненные джутом

В местах врубок и по длине венцов не реже, чем через два метра ставят деревянные шипы. Углы и врубки пересекающихся стен, в целях избежания их продувания, иногда зашивают дощатыми пилястрами.

Бревенчатые и брусчатые стены, конструкции сопряжений бревенчатых стен; каркасные и каркасно-панельные стены. Перегородки.

По конструкции стен деревянные здания делятся на бревенчатые, брусчатые, каркасные и щитовые.



Конструкция бревенчатых зданий:

1 – цоколь; 2 – осмоленная доска; 3 – закладной венец; 4 – рядовой венец; 5 – вставной шип; 6 – оконная коробка; 7 – осадочный зазор; 8 – сандрик; 9 – пакля; 10 – балка чердачного перекрытия; 11 – подшивной карниз.

Бревенчатые стены состоят из горизонтально уложенных друг на друга бревен, связанных в углах врубками и в совокупности образующих «сруб».

Каждый ряд сруба называют венцом. Венцы сплачивают между собой в паз. В пазы для утепления кладут паклю или сухой мох. Для устойчивости венцы скрепляют вставными шипами.

Вследствие усушки древесины и уплотнения швов новые стены дают осадку.

Толщина бревен наружных стен принимается в пределах 200-260 мм. Для внутренних стен используют более тонкие бревна.

Для уменьшения продуваемости швы между венцами конопатят.

Иногда стены с внутренней стороны штукатурят, а снаружи обшивают тесом. Обшивка бывает «чистая» и под штукатурку. Штукатурка имеет большое противопожарное значение как защита от возгорания.

Обшивку и штукатурку выполняют после окончания осадки стен.

Проемы для окон и дверей обрамляют оконными и дверными коробками. Зазоры утепляют паклей и обшивают досками.

Бревенчатые стены прочны, сравнительно долговечны, но не экономичны по расходу леса и трудоемки, так как изготавливаются вручную.

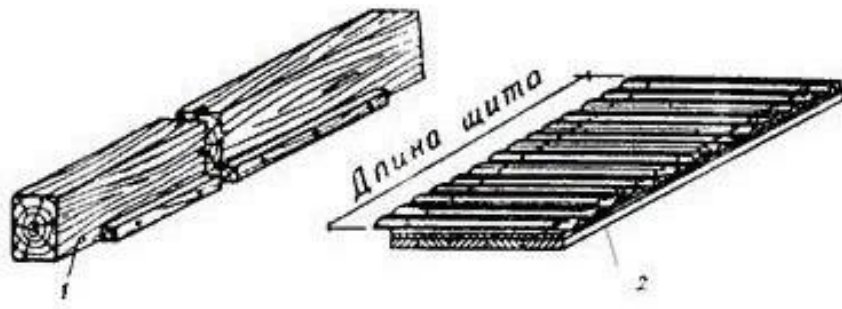
Брусчатые стены собираются из заготовленных брусьев со всеми деталями их сопряжений. Они проще бревенчатых по конструкции, экономичней по расходу леса и менее трудоемки при сборке.

Фундаменты и цоколи деревянных зданий делают обычно из каменных материалов ленточными или столбчатыми.

Столбы располагают на расстоянии 2,5-3 метра друг от друга и обязательно в углах здания и в местах пересечения стен. На столбчатые фундаменты ставят кирпичные столбики, служащие опорой нижнего венца.

Для защиты от загнивания нижние венцы следует располагать от поверхности земли на высоте не менее 0,4 метра с антисептированием, осмолкой и изоляцией от каменной кладки гидроизоляционными материалами.

Балки изготавливаются в виде брусьев прямоугольного сечения. Концы балок упираются в гнезда каменных или деревянных стен и глубина их опирания должна быть не менее 150 мм. Концы балок антисептируют или обмазывают смолой. Заполнение между балками состоит из щитового дощатого наката



Деревянные перекрытия:

1 – деревянная балка; 2- щитовой дощатый накат.

Полы первого этажа настилают по лагам и кирпичным столбикам, а при устройстве подполья – по балкам нижнего перекрытия.

Лестницы выполняют деревянными. Марши их состоят из двух тетив, ступеней и перил.

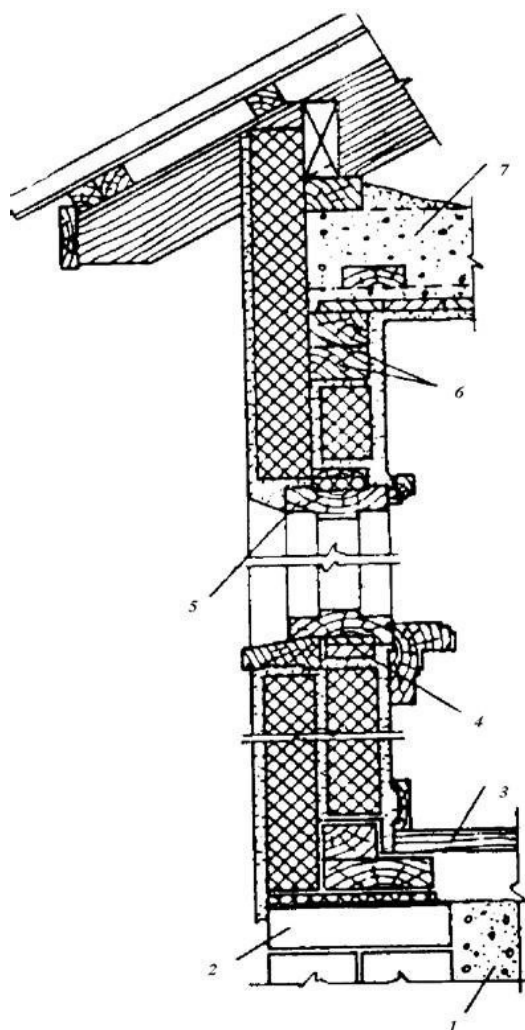
Перегородки делают деревянными с устройством над ними осадочных зазоров.

Крыши возводят по деревянным стропилам. Наиболее целесообразной кровлей является асбестоцементная из волнистых листов. Уклоны деревянных кровель принимают 35-45°.

Каркасные здания

Деревянные каркасные здания состоят из каркаса и ограждающих конструкций.

Каркас выполняют из брусьев или досок. Он состоит из нижней обвязки, стоек, поэтажных обвязок, раскосов жесткости и балок перекрытий



Вертикальный разрез по наружной стене деревянного каркасного здания:

1 – утепление подпольного пространства; 2 – цоколь; 3 – пол первого этажа; 4 – ригель;

5 – оконная коробка; 6 – верхняя обвязка; 7 – перекрытие.

В двухэтажных зданиях стойки могут быть поэтажные и сквозные.

Несущие стойки каркаса располагают друг от друга на расстоянии 1-1,2 метра, увязывая их шаг со стандартными размерами окон и дверей.

Для придания каркасу необходимой пространственной жесткости на наружную дощатую обшивку делают под углом 45° или ставят в углах здания между стойками каркаса раскосы жесткости.

По стойкам каркаса делают внутреннюю и наружную обшивки, между которыми располагают утепляющий слой. Для предупреждения

проникания водяных паров из помещения к утеплителю к внутренней обшивке со стороны последнего приклеивают пароизоляционный слой из толя или пергамина. Утепляющий слой выполняют из сыпучих, рулонных или плитных материалов.

Перекрытия в каркасных зданиях делают по дощатым балкам с щитовым накатом. Сверху по настилу устраивается чистый пол.

Крыши, лестницы, перегородки, а также фундаменты и цоколи применяют такие же, как в бревенчатых и брусчатых зданиях.

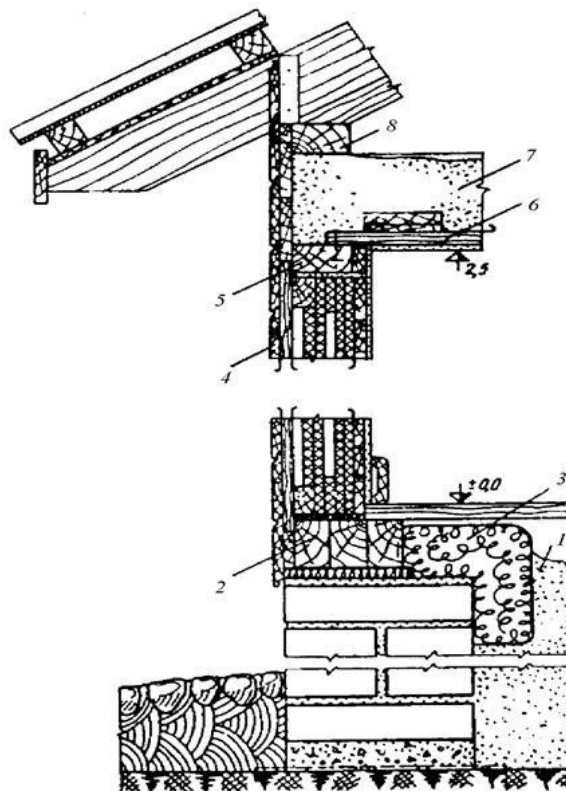
Щитовые здания

Щитовые здания изготавливаются одноэтажными и поступают на стройки в виде комплектов сборных маркированных щитов, обвязок и других деталей.

Щиты при монтаже скрепляются между собой и с обвязками гвоздями, образуя жесткую конструктивную схему здания.

Основой здания служит нижняя обвязка, которая укладывается по цоколю и крепится к нему. На обвязку опирают и крепят гвоздями стеновые щиты и щиты нижнего перекрытия.

Стеновые щиты бывают наружные, внутренние, глухие, оконные и дверные. Высота щитов 2,5 метра.



Разрез по стене щитового здания:

1 – утеплитель; 2 – цокольная обвязка; 3 – пакет из минерального волокна; 4 – дощатая обшивка наружных стен; 5 – верхняя обвязка по периметру стен; 6 – щитовой накат; 7 – утеплитель; 8 – мауэрлат.

Перегородки монтируют из дощатых щитов и крепят гвоздями к лагам.

В нижней части здания предусматривается цокольное перекрытие с теплым подпольным пространством, вентилируемым через вентиляционные решетки в углах пола или плинтусах. Перекрытие устраивается из прогонов, опираемых на кирпичные столбики и цокольные стенки, лаг и пола из шпунтованных досок.

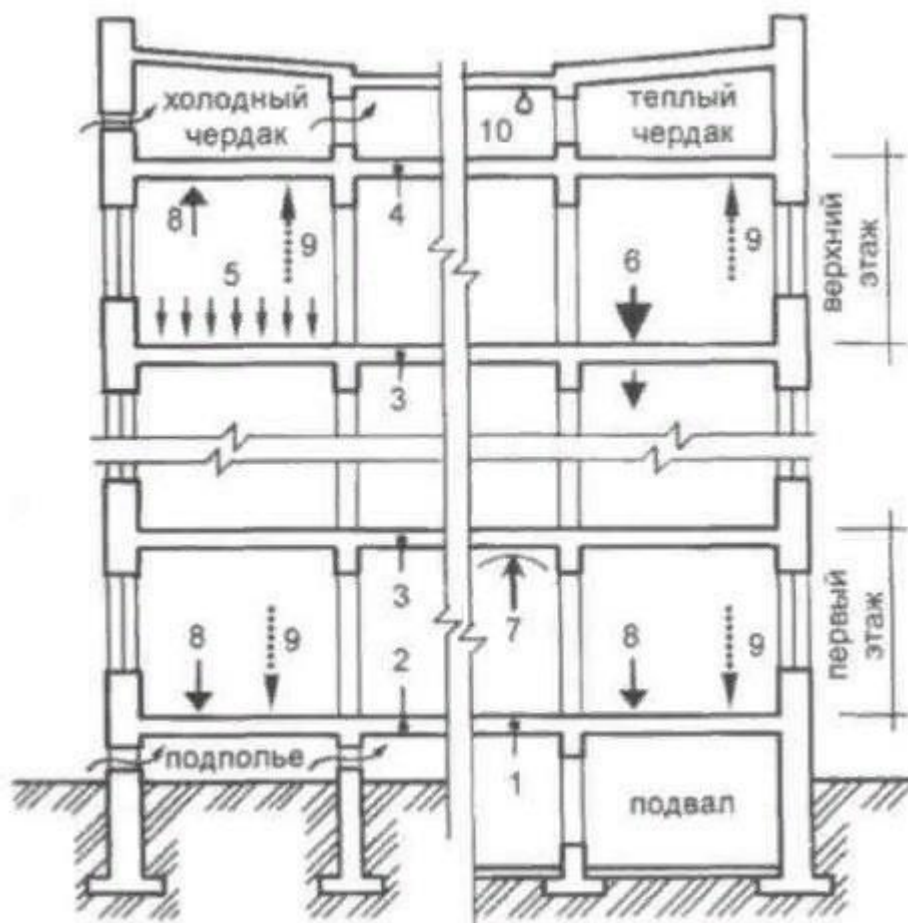
Чердачные перекрытия бывают щитовые и обычной конструкции по балкам, укладываемым по верхним обвязкам стен. Крыша двухскатная из дощатых стропил, обрешетки и кровли.

Стены, перегородки и потолки обшивают листами сухой штукатурки.

5. Перекрытия и полы. Классификация перекрытий и требования к ним, конструктивные решения перекрытий. Полы, их виды и требования к ним; конструктивные решения полов.

Перекрытия – основные горизонтальные конструктивные элементы здания, расчленяющие его по высоте на уровни (этажи) и выполняющие одновременно несущие функции.

Конструкции перекрытий образуют горизонтальные жесткие диски (диафрагмы). Они объединяют вертикальные несущие конструкции здания, обеспечивая его работу при воздействии вертикальных и горизонтальных нагрузок как единого целого. Перекрытия передают постоянные (перегородки) и временные (мебель, оборудование, люди) вертикальные нагрузки на стены или колонны здания



Виды перекрытий и воздействия на них: 1 – надподвальное; 2 – цокольное; 3 – междуэтажное; 4 – чердачное; 5 – силовая нагрузка; 6 – ударный шум; 7 - воздушный шум; 8 – тепловой поток; 9 – диффузия водяного пара; 10 – капель с крыши

Силовые воздействия вызывают напряженное состояние и деформации элементов перекрытия, наиболее ярко проявляющиеся в прогибах.

Несилловые воздействия вызывают необходимость придания перекрытиям соответствующих теплотехнических, акустических, гидроизоляционных, огнезащитных и др. качеств, отвечающих требованиям эксплуатации.

Классификация перекрытий

По местоположению в здании и эксплуатационному назначению перекрытия разделяют на:

- надподвальные, отделяющие первый этаж от подвала;
- цокольные, отделяющие первый этаж от подполья или сквозного этажа (над проездом);
- междуэтажные, разделяющие этажи;
- чердачные, отделяющие верхний этаж от чердака. Все перекрытия, кроме чердачного, включают в себя конструкцию пола.

По материалу основных элементов перекрытия бывают: деревянные, железобетонные, сталежелезобетонные, сталебетонные.

По способу возведения: сборные, сборно-монолитные, монолитные.

Сборные перекрытия по размерам применяемых строительных изделий выполняются:

- из мелкогабаритных элементов (главным образом в малоэтажном строительстве);
- из крупногабаритных элементов (для многоэтажных зданий).

По конструктивному решению перекрытия разделяют на:

- балочные, состоящие из несущей части (балок) и заполнения или настила;
- безбалочные (или плитные), выполняемые из однородных элементов – плит.

По теплотехническим характеристикам перекрытия бывают утепленные (надподвальные, цокольные, чердачные) и неутепленные (междуэтажные).

По способам достижения нужной звукоизоляции перекрытия могут быть акустически однородными и акустически неоднородными. Акустически однородные перекрытия состоят из несущих плит, нижняя поверхность которых является потолком, а верхняя – основанием для настилки пола. При этом защита от воздушного шума достигается доведением массы 1 м² перекрытия до определенной величины (например, для жилых зданий до 400 кг, что соответствует толщине плиты из тяжелого бетона 160 мм). Акустически неоднородные перекрытия включают несколько слоев, один из которых – несущий – может иметь толщину, определяемую расчетом на прочность.

Остальные слои предназначены для звукоизоляции, величина которой определяется акустическим расчетом.

Требования к перекрытиям

Перекрытия должны обладать прочностью – выдерживать действующие на них постоянные и временные нагрузки.

Эксплуатационные качества перекрытий определяет их жесткость. Если жесткость недостаточна, то под влиянием нагрузок перекрытия дают значительные прогибы. Величина жесткости оценивается значением относительного прогиба, равного отношению абсолютного прогиба к величине пролета.

Прогиб элементов перекрытий (балки, прогоны, плиты, настилы), открытых для обзора, ограниченный исходя из эстетико-психологических требований, не должен превышать при пролетах: 3 м – 1/150 часть пролета; 6 м – 1/200; 12-24 м – 1/250.

Прогиб элементов перекрытий, ограниченный конструктивными требованиями, не должен превышать расстояния (зазора) между нижней поверхностью этих элементов и верхом перегородок, витражей, дверных коробок, расположенных под несущими элементами.

Противопожарные требования к перекрытиям соответствуют степеням огнестойкости соответствующих зданий. Так, по СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» предел огнестойкости междуэтажных, надподвальных и чердачных перекрытий должен быть не менее: для I степени огнестойкости здания – REI60; для II и III – REI 45; для IV – REI15; для V – не нормируется.

Теплозащитные требования предъявляют к перекрытиям, отделяющим отапливаемые помещения от неотапливаемых пространств – чердачных, цокольных, надподвальных. Особое внимание необходимо уделять конструированию перекрытий в местах опирания и примыкания к наружным стенам во избежание образования мостиков холода.

Достаточная звукоизоляция – важнейшее требование, которое определяется местоположением перекрытий (чердачное, междуэтажное, надподвальное) и функциями разделяемых ими помещений. Перекрытия должны обеспечивать звукоизоляцию как от ударного, так и от воздушного шума.

Перекрытия должны быть возможно меньшими по толщине и весу. Высота перекрытий определяет общую высоту этажа и здания. При увеличении высоты перекрытия (а значит, и здания) возрастают общие затраты на строительство здания. Высота перекрытий зависит от: пролета, нагрузки и допустимого прогиба, расположения балок (в одном или двух уровнях), толщины плит, наличия инженерных коммуникаций в толще перекрытия, высоты подвесного потолка, толщины конструкции пола.

Деревянные перекрытия малоэтажных зданий должны удовлетворять требованиям по биостойкости, т.е. не должны подвергаться загниванию, особенно в местах опирания на стены и примыкания к ним.

Конструктивные решения перекрытий должны быть обоснованы экономически и технологически – они должны обладать индустриальностью в устройстве.

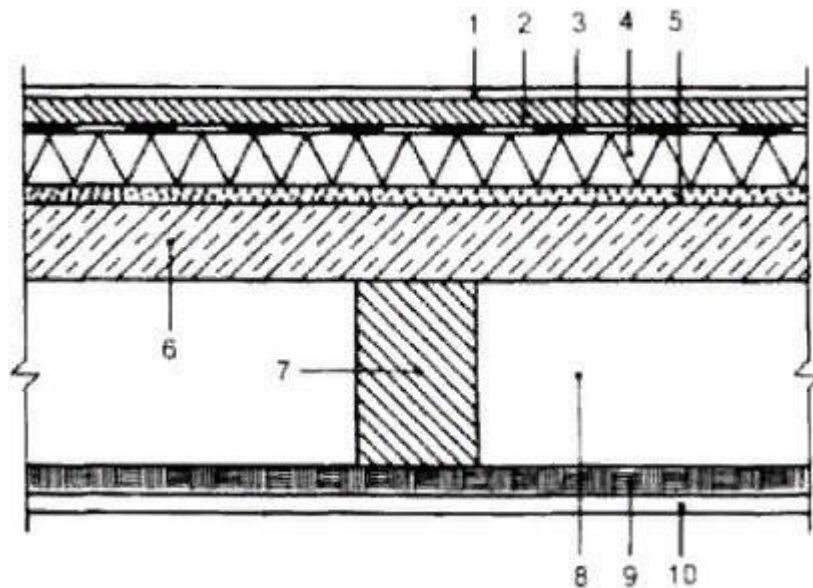
Эстетические качества перекрытий решаются на основе общего архитектурно-художественного замысла по интерьерам здания.

В зависимости от назначения помещений к перекрытиям могут предъявляться специальные требования: водонепроницаемость (для перекрытий в санузлах, душевых, банях, прачечных), несгораемость (в пожароопасных помещениях), газонепроницаемость (при размещении в нижних этажах помещений, выделяющих газы).

Для выполнения этих требований в большинстве случаев необходима многослойная конструкция перекрытия. От состава, структуры и толщины отдельных слоев зависят функциональные качества и высота перекрытия.

Перекрытие в его общем виде, как правило, имеет три функциональные слоя:

- несущая конструкция, которая обычно состоит из плит и балок перекрытия;
- пол (над несущей конструкцией) с настилом, изолирующим и распределяющим нагрузку слоями;
- потолок, представляющий собой подвесную или подшивную конструкцию нижней плоскости перекрытия.



Состав перекрытия в обобщенном виде: 1 – покрытие пола; 2 – стяжка; 3 – изоляция (гидро-, паро-); 4 – утеплитель; 5 – выравнивающий слой; 6 – плита; 7 – балка; 8 – воздушная прослойка; 9 – прокладка; 10 – облицовка

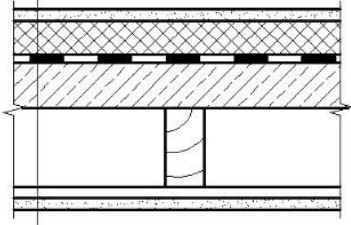
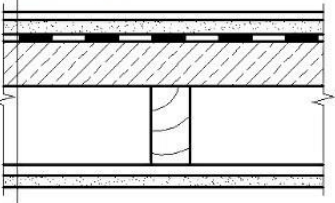
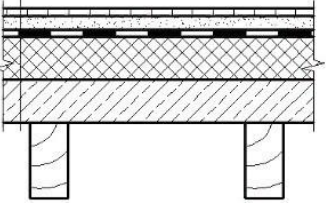
В таблице указано назначение отдельных слоев перекрытия. В зависимости от местоположения и конкретного решения перекрытия некоторые слои могут отсутствовать.

Таблица

Назначение слоев перекрытия

Слои перекрытия	Несущая функция	Теплоизоляция	Звукоизоляция	Защита от влаги	Огнезащита	Разводка инж. коммуникаций	Эстетическая функция
Пол:							
покрытие пола			+	+			+
стяжка			+			+	
изоляция				+			
утеплитель		+	+				
выравнивающий слой			+			+	
Несущие элементы:							
плиты	+		+	+	+		+
балки	+						+
Воздушная прослойка			+			+	
Потолок:							
прокладка		+	+				
облицовка			+	+	+		+

Состав перекрытия в обобщенном виде:

чердачного	междуэтажного	надподвальные, цокольные
<p>Известково-песчаная стяжка</p> <p>Утеплитель</p> <p>Пароизоляция</p> <p>Несущая конструкция (плитная или балочная)</p> <p>Отделка потолка, подшивной или подвесной потолок</p> 	<p>Покрытие пола</p> <p>Основание пола</p> <p>Гидроизоляция (для "мокрых" помещений)</p> <p>Звукоизоляция</p> <p>Несущая конструкция (плитная или балочная)</p> <p>Отделка потолка, подшивной или подвесной потолок</p> 	<p>Покрытие пола</p> <p>Основание пола</p> <p>Пароизоляция</p> <p>Утеплитель</p> <p>Несущая конструкция (плитная или балочная)</p> 

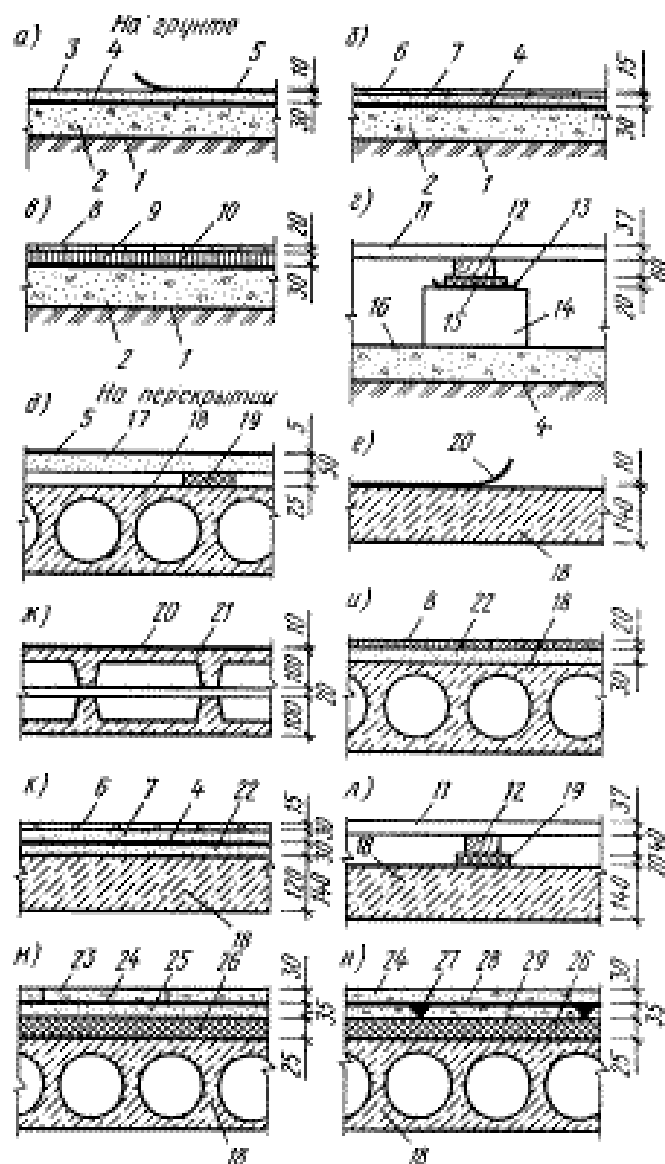
В зависимости от конструктивного решения перекрытия делятся на сборные балочные (монтируются из мелкогазобетонных элементов) и плитные, а также сборно-монолитные и монолитные.

По материалу основных элементов перекрытия бывают: деревянные, железобетонные, сталежелезобетонные и сталебетонные.

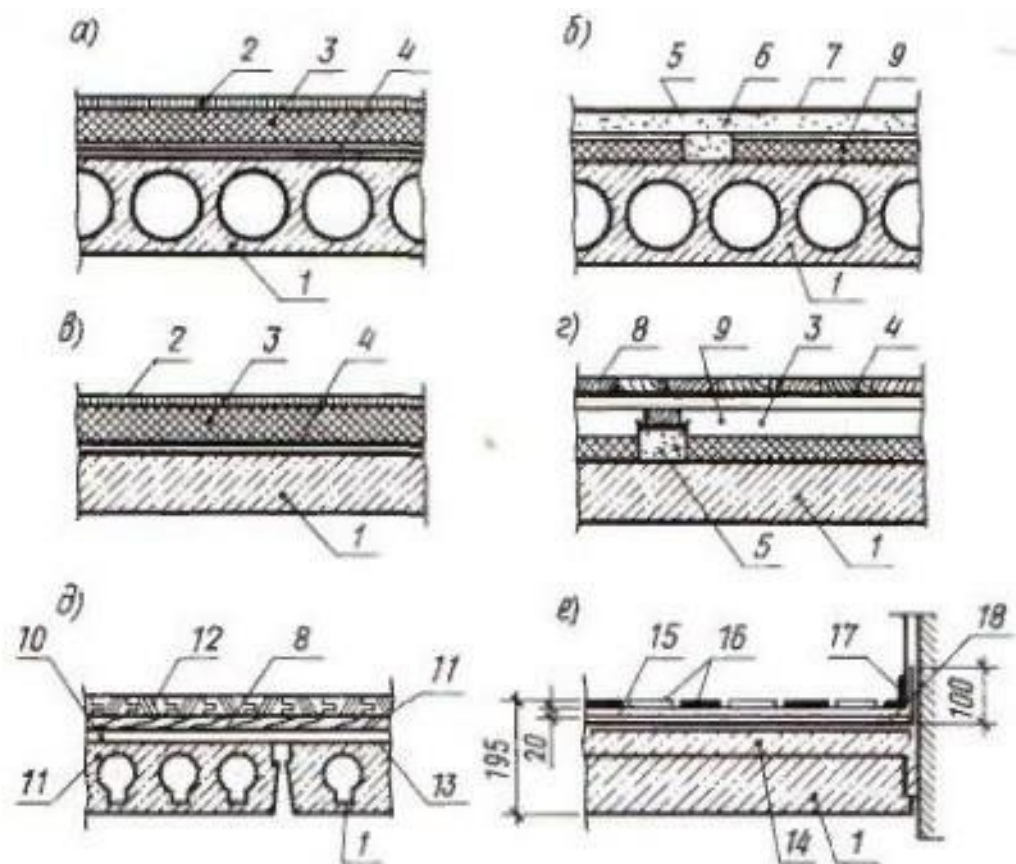
Полы, их виды и требования к ним; конструктивные решения полов.

Полы устраивают по перекрытиям или непосредственно по грунту (для первых этажей бесподвальных зданий и подвалов). Верхний слой пола, который непосредственно подвергается эксплуатационным воздействиям, называют покрытием (или чистым полом).

Материал пола укладывают на специально подготовленную поверхность, которую называют подстилающим слоем (или подготовкой) под полы. Между подготовкой и чистым полом может быть расположена прослойка — промежуточный соединительный слой между покрытием и стяжкой. Стяжка - слой, служащий для выравнивания поверхности подстилающего слоя, а также для придания покрытию требуемого уклона. Для устройства стяжки применяют бетон, цементно-песчаный раствор, асфальт, гипсобетон.



Конструкции полов: а – из линолеума; б, к – из керамических (метлахских) плиток; в, и – паркетные; г, л – дощатые; д – из линолеума по гипсобетонной плите; е, ж – из тапифлекса; м, н – из древесностружечных плит; 1 – утрамбованный грунт; 2 – бетонная подготовка; 3 – стяжка из цементного раствора; 4 – слой рубероида или толя на мастике; 5 – линолеум; 6 – керамические плитки; 7 – цементный раствор; 8 – паркет; 9 – асфальт; 10 – смазка горячим битумом; 11 – дощатый пол; 12 – лага; 13 – два слоя толя; 14 – кирпичный столбик; 15 – антисептированная прокладка; 16 – известково-щебеночная подготовка; 17 – гипсобетонная плита; 18 – панель перекрытия; 19 – звукоизоляционная прокладка; 20 – тапифлекс; 21 – раздельное перекрытие из вибропрокатных панелей; 22 – шлакобетон; 23 – древесноволокнистая плита; 24 – клеящая мастика; 25 – монолитная стяжка; 26 – звукоизоляционный слой; 27 – гипсовый раствор; 28 – древесностружечная плита; 29 – сборная стяжка



Типы перекрытий: а, б — чердачные; в, г — над подвалами и подъездами; д — междуэтажные; е — в санузлах.

Подстилающий слой распределяет нагрузку от пола по основанию (грунту), на котором должен быть уложен подстилающий слой. В полах по перекрытию основанием является несущая часть перекрытия, а подстилающий слой отсутствует. Дополнительно в конструкцию пола могут быть включены слой звукоизоляции, а также термо- и гидроизоляционный слой.

В зависимости от назначения здания и характера функционального процесса, протекающего в помещениях, полы должны удовлетворять следующим требованиям: быть прочными, т. е. обладать хорошей сопротивляемостью внешним воздействиям; обладать малым теплоусвоением, т. е. не быть теплопроводными; быть нескользкими и бесшумными; обладать малым пылеобразованием и легко поддаваться очистке; быть индустриальными в устройстве и экономичными.

Полы в мокрых помещениях должны быть водостойкими и водонепроницаемыми, а в пожароопасных помещениях — несгораемыми.

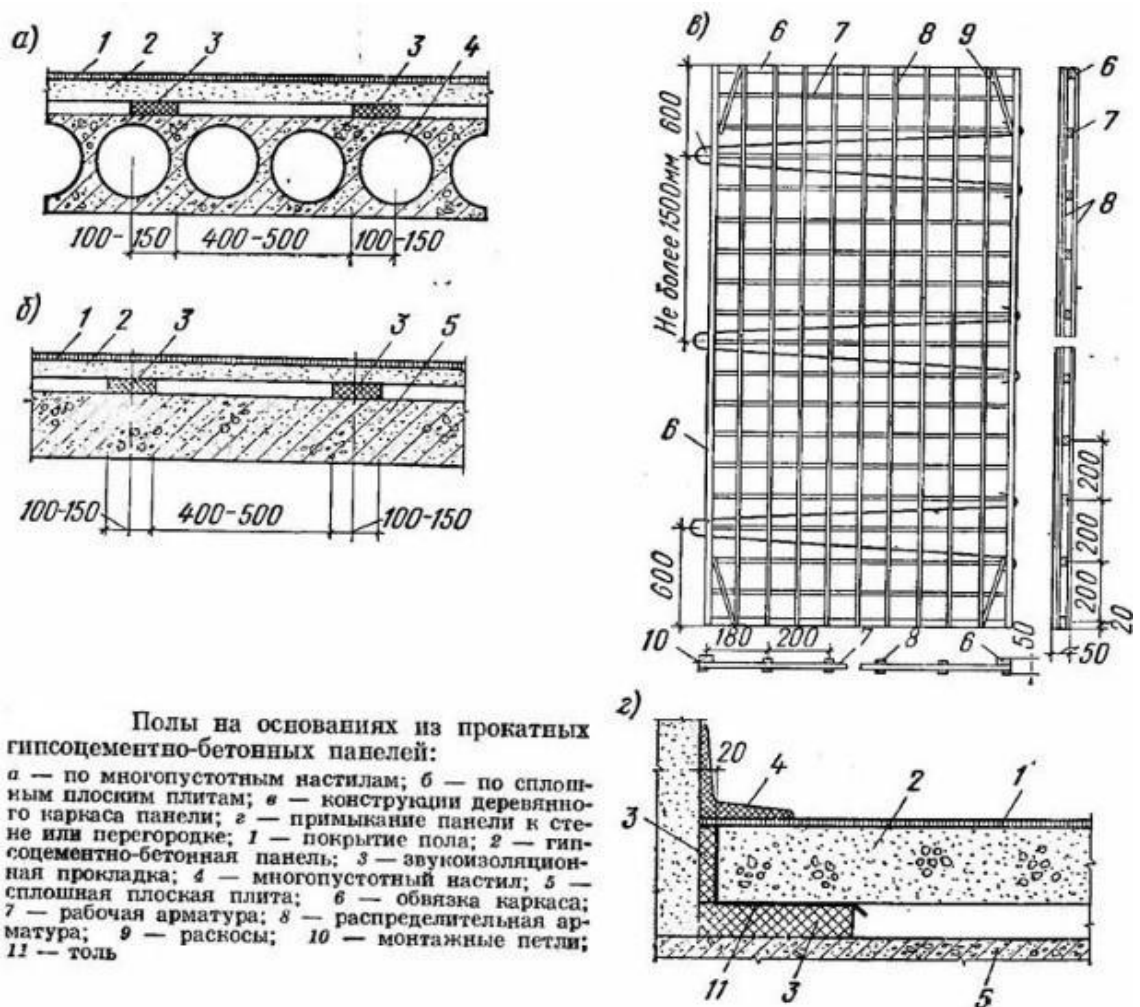
По способу устройства полы подразделяют на монолитные, из штучных и рулонных материалов. Название (вид) пола определяется материалом, из которого он сделан (дощатый, паркетный, линолеумный, из керамических плиток, цементный, из древесноволокнистых плит и т. д.).

Монолитные (бесшовные) полы. К ним относят полы цементные, террацевые, асфальтовые, ксилолитовые, мастичные и глинобитные.

Цементные полы устраивают из цементного раствора состава 1:1 ... 1:3 слоем 20 мм по бетонному основанию. Эти полы применяют в основном в нежилых помещениях, так как пылят, теплопроводны и недекоративны.

Террацевые полы устраивают часто в общественных зданиях. Они являются двухслойными - нижний слой толщиной не менее 15 мм выполняют из цементного раствора по бетонному основанию, а верхний — из цементного раствора с мраморной крошкой состава 1 : 2. После затвердения пол шлифуют специальными машинами до образования гладкой поверхности, что придает им красивый внешний вид.

Асфальтовые полы выполняют в виде монолитного слоя литого асфальта толщиной 20...25 мм по бетонной или уплотненной щебеночной подготовке толщиной 100...120 мм. Асфальтовые полы настилают в подвалах и иногда в коммуникационных помещениях (коридорах, лестничных клетках, переходах и др.) общественных зданий.



Ксилолитовые полы представляют собой покрытие из смеси каустического магнезита, водного раствора хлористого магния и мелких древесных опилок. Их изготовляют по бетонной подготовке или железобетонным плитам в два слоя общей толщиной 20 мм. Иногда в смесь добавляют краситель, позволяющий получить различную окраску покрытия пола. Ксилолитовые полы устраивают в коридорах жилых и общественных зданий и других сухих нежилых помещениях.

Мастичные (наливные) полы устраивают из синтетических материалов. Мелкий песок с добавлением поливинилацетатной эмульсии, которая является вяжущим веществом, образует высокопрочное и эластичное покрытие пола, имеющее стоимость почти в два раза ниже, чем покрытие из линолеума. Мастичное покрытие толщиной 2...3 мм устраивают по шлакобетонной, цементной или ксилолитовой стяжке или по древесноволокнистым или древесностружечным плитам.

Основные технико-экономические показатели перекрытий различных видов

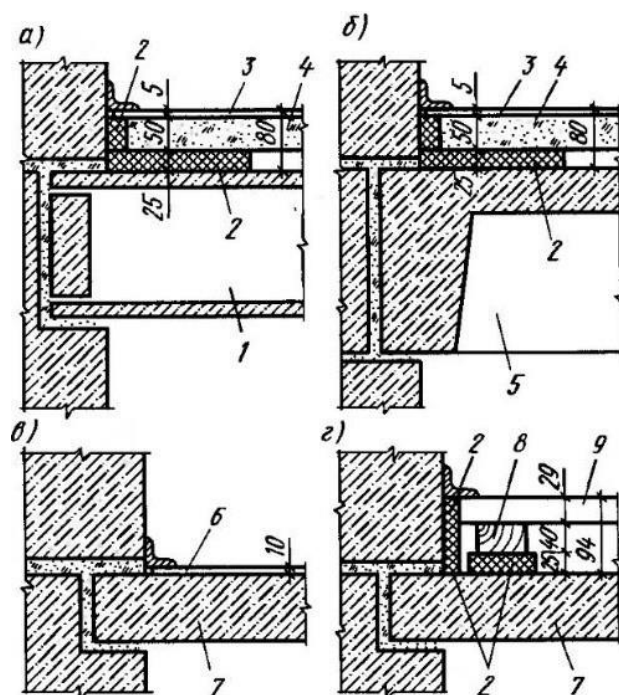
Схема по рис. 6.17	Характеристика перекрытия	Высота перекрытия, м	Поверхностная плотность перекрытия, кг/м ² (%)
I	Железобетонный настил, пол из линолеума на войлочной основе	0,20	470(100)
II	Легкобетонная плита, основание из легкого бетона толщиной 40 мм, пол из линолеума	0,16	210(45)
III	Панель из тяжелого бетона толщиной 12 см, основание пола из керамзитобетона слоем 40 мм, пол из линолеума	0,18	350(75)
IV	Многopустотный настил, пол паркетный по дощатому основанию	0,29	330(70)
V	Легкобетонная плита, потолок подвесной, пол из линолеума на войлочной основе	0,18	300(64)
VI	Ребристый настил, потолок подвесной, пол из линолеума на войлочной основе	0,26	200(42)

Глинобитные полы делают по уплотненному грунту из смеси увлажненной глины с песком и щебнем. Их толщина составляет 120...150 мм. Устраивают эти полы во вспомогательных помещениях гражданских зданий, но крайне ограниченно.

Полы из рулонных и штучных материалов позволяют повысить индустриальность строительства.

Плиточные полы, для устройства которых используют керамические плитки толщиной 10 и 13 мм, имеющие квадратную, прямоугольную или восьмиугольную форму. Их укладывают по бетонному основанию на цементную стяжку толщиной 10...20 мм. Применяют также покрытия из ковровой мозаики, состоящие из мелких керамических плиток толщиной 6...8 мм, размерами 23 x 23 и 28 x 28 мм. На строительную площадку эти покрытия чаще всего поступают картами размером 300 x 500 или 500 x 800 мм, изготавливаемыми на заводе по заданному рисунку и наклеенными плитками лицевой стороной на листы плотной бумаги. После укладки таких карт на стяжку бумагой сверху ее смачивают теплой водой и снимают, а швы между плитками заполняют жидким цементным раствором. Полы из керамических плит устраивают в санитарных узлах, вестибюлях, на лестничных площадках и др.

Широкое распространение получили полы из полимерных плиток, имеющих различные размеры, на основе полихлорвинила, фенолита и отходов резины. Такие плитки укладывают по бетонному, асфальтобетонному и ксилолитовому основанию или по древесностружечным или древесноволокнистым плитам и приклеивают специальными мастиками.



Примыкание полов к стенам: а, б — полы из линолеума, в — полы из тапифлекса, г — дощатый пол, 1 — панель с круглыми пустотами, 2 — упругие прокладки, 3 — линолеум, 4 — панели из гипсобетона, 5 — шатровая панель, 6 — тапифлекс, 7 — сплошная панель, 8 — лаги, 9 — дощатый пол.

Дощатые полы устраивают из шпунтованных досок толщиной 29 мм, прибиваемым к лагам. Лаги опирают на балки или ребра перекрытий с обязательной прокладкой упругих звукоизоляционных прокладок, а при устройстве полов первого этажа по грунту — на кирпичные столбики сечением 250 x 250 мм, располагаемые на расстоянии 800...1000 мм.

Могут быть и двухслойные дощатые полы, состоящие из черного пола в виде диагонально расположенного настила из нестроганных досок и чистого пола из строганных шпунтованных досок толщиной 29 мм.

Паркетные полы устраивают из небольших прямоугольных дощечек (клепок), изготовленных на заводах. Паркетные полы настилают по бетонному или дощатому основанию. Для устранения скрипа паркетных полов при ходьбе и обеспечения лучшей звукоизоляции между паркетом и деревянным основанием прокладывают тонкий картон или два слоя толстой бумаги. Индустриальными являются паркетные полы, устраиваемые из изготовленных на заводе паркетных досок и щитов.

В бетонное основание укладывают деревянные рейки и паркетные клепки наклеивают на них водостойким синтетическим клеем на фенолформальдегидной, мелановой или резорциновой основе.



Полы из рулонных материалов устраивают из синтетических материалов: поливинилхлоридного линолеума (на тканевой основе, безосновный, одно- и многослойный); полиэфирного (глифталевого) линолеума (на тканевой основе); коллоксилинового (безосновного); резинового линолеума — релина (двухслойного материала); рулонных материалов на пористой или войлочной основе. Линолеумные покрытия устраивают по основаниям из досок, твердых древесноволокнистых и древесностружечных плит или по цементным стяжкам. Приклеивают линолеум к основанию специальным клеем на основе синтетических, казеиновых или битумных смол. Основание должно быть тщательно подготовлено, так как в противном случае возможно отслоение линолеума (местные вздутия).

6. Покрытия. Виды покрытий и их основные элементы; скатные крыши, их конструктивные решения. Настилы скатных крыш. Кровли; разновидности кровельных материалов. Несущие конструкции покрытий.

Покрытия. Виды покрытий и их основные элементы;скатные крыши, их конструктивные решения.Настилы скатных крыш.

Конструктивный элемент, ограждающий здание сверху, называется покрытием. Основными видами покрытий являются чердачные крыши, бесчердачные покрытия, большепролетные плоские и пространственные покрытия.

Исходя из основного назначения покрытия — защиты здания от атмосферных осадков в виде дождя и снега, а также от потерь тепла в зимнее время и перегрева в летнее время, оно состоит из несущих конструкций, воспринимающих передаваемые нагрузки от вышележащих элементов, и ограждающей части.

К покрытиям предъявляются следующие основные требования. Конструкция покрытия должна обеспечивать восприятие постоянной нагрузки (от собственной массы), а также временных нагрузок (от снега, ветра и возникающих при эксплуатации покрытия). Ограждающая часть покрытия (кровля), служащая для отвода осадков, должна быть водонепроницаемой, влагоустойчивой, стойкой против воздействия агрессивных химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе и выпадающих в виде осадков на покрытие, солнечной радиации и мороза, не подвергаться короблению, растрескиванию и расплавлению. Конструкции покрытия должны иметь степень долговечности, согласованную с нормами и классом здания.

Важными требованиями к покрытиям являются экономичность их устройства и обеспечение расхода минимальных денежных средств на их эксплуатацию. Особое значение имеет применение индустриальных методов при устройстве покрытий, что снижает трудозатраты на строительной площадке и способствует повышению качества строительно-монтажных работ.

Для обеспечения отвода осадков покрытия устраивают с уклоном. Величина уклона зависит от материала кровли, а также климатических условий района строительства. Так, в районах с сильными снегопадами величина уклона определяется условиями снегоотложения и удаления снега; в районах с обильными дождями уклон кровли должен обеспечивать быстрый отвод воды; в южных районах уклон покрытия, а также выбор материала кровли определяется с учетом солнечной радиации.

Величины уклонов скатов покрытий

Тип покрытия		Уклон скатов покрытия			
		В градусах	В процентах	В долях	В виде дроби (отношение высоты к длине)
Скатное	крутое	≥ 45	≥ 100	≥ 1	$\geq 1:1$
	пологое	3...45	5 %...100	0,05...1	1:20...1:1
Плоское		0,6...3	1 %...5	0,01...0,05	1:100...1:20

Скатные крыши и их конструкции

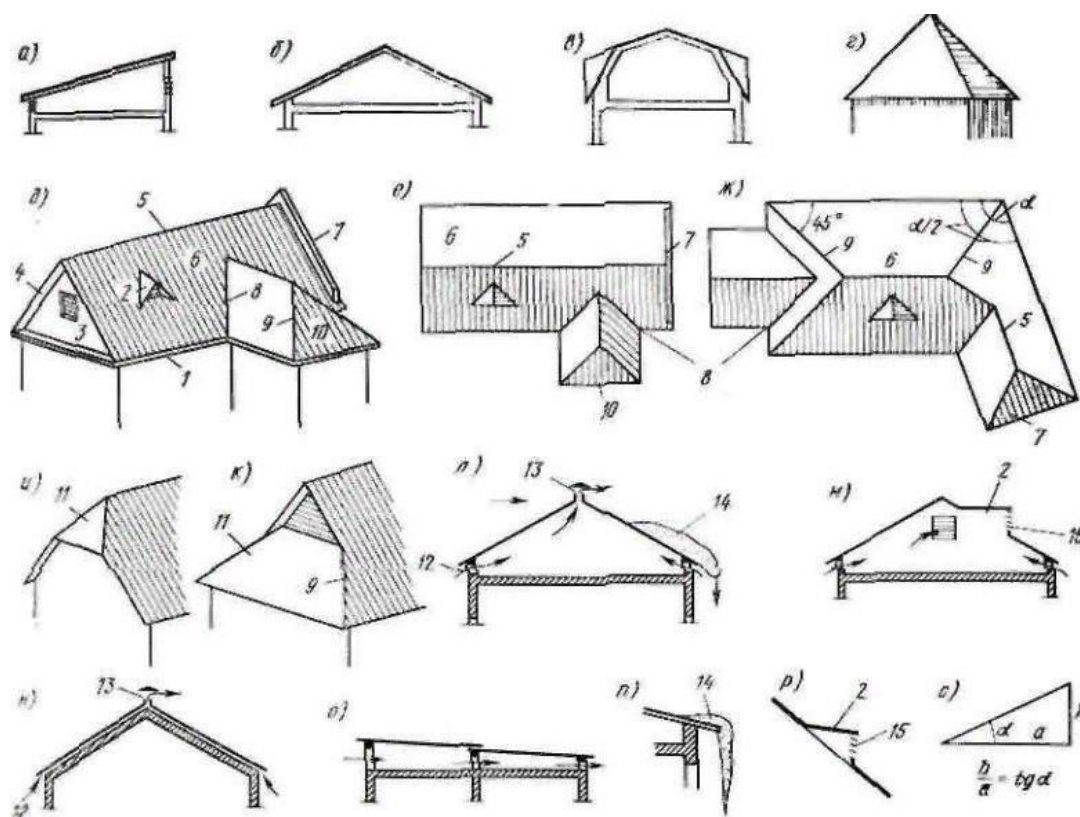
Крыши обычно выполняют в виде наклонных плоскостей—скатов, покрытых кровлей из водонепроницаемых материалов.

В чердачных крышах образуемое между несущей и ограждающей частью покрытия помещение (чердак) используют для размещения различных устройств инженерного оборудования (труб центрального отопления, вентиляционных коробов и шахт, машинного отделения лифтов). Для входа на чердак делают лестницы, двери или входные люки. Высоту чердака для движения по нему людей принимают не менее 190 см. Для освещения и проветривания чердака в крыше устраивают чердачные окна.

Формы скатных крыш зависят от формы здания в плане и архитектурных соображений. Уклон крыш выражают в градусах наклона ската к условной горизонтальной плоскости через тангенс этого угла в виде дроби или процентов.

В зданиях небольшой ширины часто устраивают односкатные крыши. Крыша здания со стоком воды на две противоположные стороны называется двускатной. Ребро двугранного угла, образуемого в вершине крыши двумя скатами, называется коньком.

Пересечение скатов, образующих выступающий наклонный угол, называется накосным ребром, а западающий угол — ендовой или разжелобкой. Нижняя часть ската называется спуском, нижняя кромка ската — обрезом кровли. Торец двускатной крыши может быть решен в виде фронтона. Фронтон образуется в том случае, если скаты крыши перекрывают торцовую стену дома и выступают перед ней.



Основные типы форм чердачных скатных крыш:

а — односкатная; б — двускатная; в — крыша с мансардой; г — шатровая; д, е — общий вид и план крыши дома; ж — пример построения ската крыши; и, к — полувальмовые торцы двускатной крыши; л, м, н, о — схемы проветривания чердаков и воздушных прослоек крыши; п — схема образования наледи на карнизе; р — схема слухового окна; с — обозначения уклонов крыши; 1 — свес крыши; 2, — слуховое окно; 1 — тимпан фронтона; 4 — фронтон; 5 — конек; 6 — скат; 7 — щипец; 8 — ендова; 9 — накосное ребро; 10 — вальма; 11 — полувальма; 12 — приточное вентиляционное отверстие; 13 — вытяжное отверстие; 14 — снег и наледь на карнизе; 15 — решетка жалюзи

С целью предотвращения подтаивания снега на крыше под влиянием тепла, проникающего снизу через кровлю, образования наледей и сосулек на свесе крыши и повреждения крыш необходимо произвести теплотехнический расчет чердачного перекрытия и обеспечить его хорошее утепление. Одновременно необходимо устройство под утеплителем надежного пароизоляционного слоя и обеспечение интенсивного проветривания чердака. Для вентиляции используют слуховые окна и окна, устраиваемые во фронтонах.

Форма крыши принимается прежде всего с учетом обеспечения быстрого и полного стекания воды и возможного снижения снеговых

нагрузок. Скатные крыши малоэтажных зданий целесообразно устраивать со свободным стоком воды по периметру свесов крыши. В зданиях высотой 3—9 этажей вода отводится с крыши по наружным водосточным трубам, что исключает смачивание стен. В зданиях высотой более 9 этажей устраивают, как правило, совмещенные плоские крыши с внутренними водостоками.

Кровли; разновидности кровельных материалов.

Общие требования, предъявляемые к кровлям

Кровли должны быть водонепроницаемыми, легкими, долговечными, недорогими в эксплуатации и удовлетворять требованиям огнестойкости. Кровли выполняют из различных материалов, в том числе из листовой кровельной стали, асбестоцементных листов, черепицы, рулонных материалов, стеклопластика.

Виды кровель

стальные кровли устраивают из листовой кровельной оцинкованной или неоцинкованной стали. Кровли эти легки, имеют сравнительно небольшие уклоны (18...24°).

Стальные листы кровли укладывают по деревянным брускам обрешетки (50×50 мм), прибиваемым через 25 см к стропильным ногам. На 70...75 см от обреза карниза, на ширину доски по обе стороны конька и в ендовах крыши делают сплошной настил из досок толщиной 50 мм.

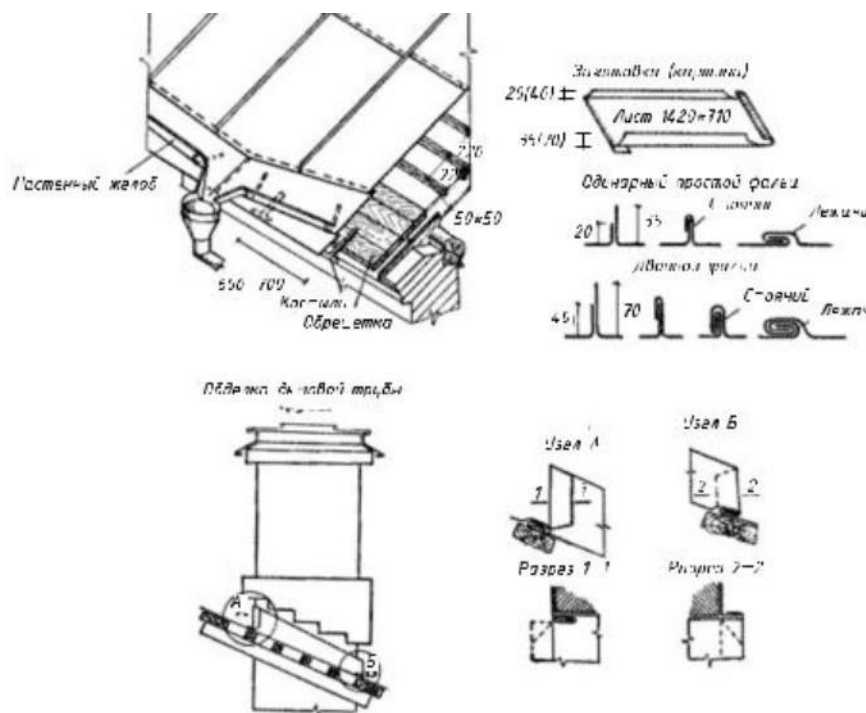
Устройство кровли начинают с укладки листов свеса над карнизом. Соединение листов в швах, параллельных направлению стока воды, выполняют одинарным или двойным вертикальным, а в швах, перпендикулярных направлению стока воды, горизонтальным фальцем. Около конька вертикальный фальц переходит в горизонтальный.

Для устройства кровли заготавливают «картины» из нескольких листов стали, соединенных по меньшим сторонам горизонтальным (лежащим) фальцем. Длинные стороны «картин» имеют отгибы для соединения с соседними, вертикальным фланцем.

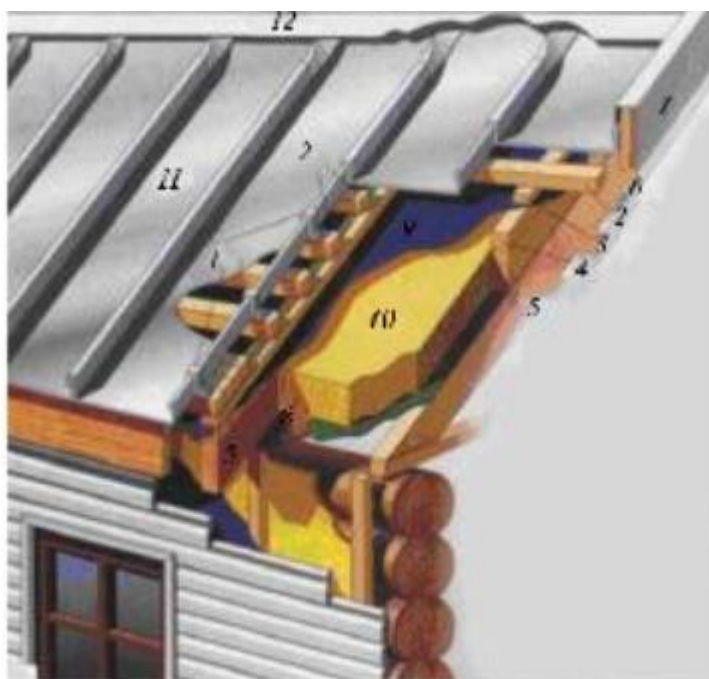
Стальную кровлю крепят к обрешетке клямерами (полосками шириной 20 мм из той же кровельной стали), прикрепляемыми к обрешетке под стоячим фальцем, пропускаемыми в фальц и отгибаемыми вместе с ним. Расстояние между клямерами в зависимости от уклона кровли колеблется от 65 до 130 см.

Для организованного отвода воды с крыши над карнизом устраивают настенные желоба, подводящие воду к воронкам водосточных труб,

располагаемых через 15...20 м. Звенья водосточных труб на расстоянии не менее 12 см от стены крепят к ней стальными ухватами.



Конструкция стальной кровли



Устройство теплой стальной кровли: 1 — кляммер с гвоздем; 2 — обрешет-

ка (брус 50×50 мм); 3 — контрообрешетка (рейка 25×50 мм); 4 — повысительный брус (50×50 мм); 5 — стропило (200×50 мм); 6 — торцевая доска (100×25 мм.); 7 — торцевая планка; 8 — пароизоляция; 9

— гидроизоляция; 10 — утеплитель — 150 мм; 11 — фальцевый лист;
12 — коньковая планка

Кровли из волнистых асбестоцементных листов очень распространены,

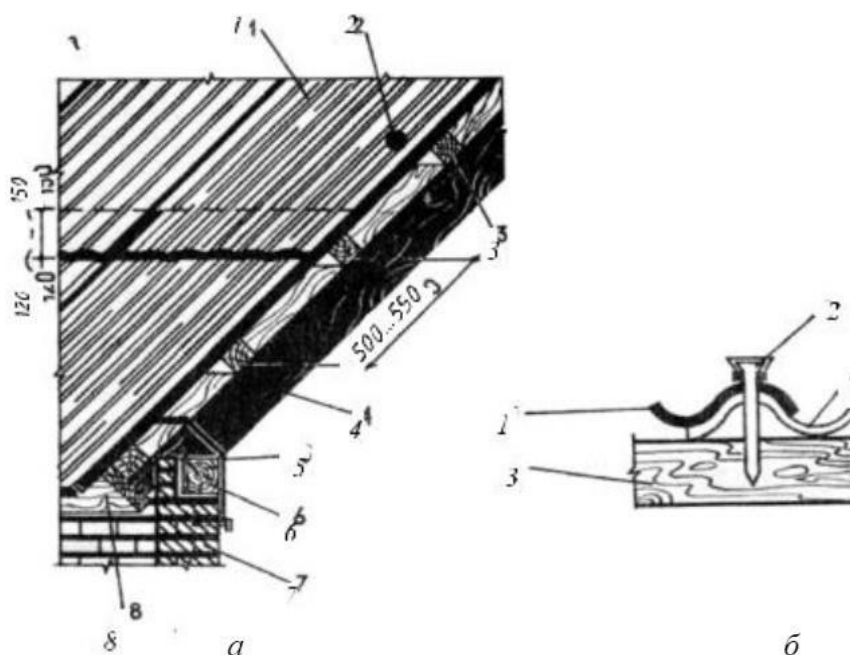
так как они легки, просты в устройстве, атмосфероустойчивы, негораемы, экономичны, не требуют окраски и легко поддаются ремонту.

Под листы обыкновенного профиля обрешетку делают из досок толщиной (3...5 см) или брусков (5×6 см) с шагом 54 см.

Листы укладывают, начиная от карниза к коньку, с напуском каждого верхнего ряда на нижележащий на 12 см. Боковые грани листов заходят один на другой на одну волну.

Коньки и ендовы перекрывают специальными фигурными асбестоцементными коньковыми или лотковыми листами. Под лотки в ендове устраивают сплошную обрешетку из досок. При отсутствии коньковых или лотковых элементов конек и ендову можно покрывать кровельной сталью.

Листы к обрешетке крепят специальными гвоздями или шурупами с прокладкой шайб из оцинкованной стали и рубероида или прорезиненной ткани. В целях большей сохранности листов при эксплуатации или ремонте кровли, через 3...4 мм под линию конька устраивают крючья для крепления к ним стремянок (ходов из досок).



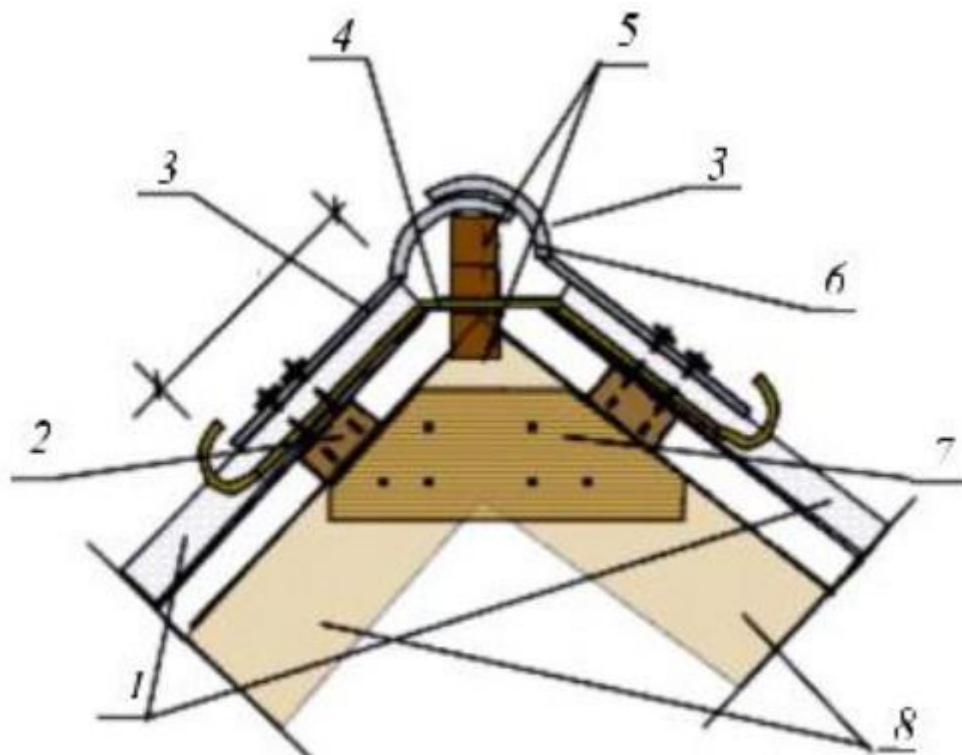
Кровля из асбестоцементных волнистых листов:

а — детали кровли; б — крепление листов к обрешетке: 1 — асбоцементный лист; 2 — гвоздь; 3 — обрешетка; 4 — стропильная нога; 5 — хомут или проволоочная скрутка; 6 — мауэрлат; 7 — наружная стена; 8 — карнизная доска

Для организованного отвода воды устраивают настенные (как и по стальной кровле) или подвесные желоба.

Кровлю из плоских асбестоцементных плиток устраивают по разреженной (с зазором 10...15 мм) или сплошной обрешетке из досок. Различают плитки рядовые размером 400×400, 300×300 мм, краевые, фризные и коньковые. Плитки к настилу крепят гвоздями.

Крепление плиток между собой осуществляют противовеетренными кнопками и скобами. Кровля из плоских асбестоцементных плиток не возгораема, долговечна, легка, но трудоемка и имеет большое количество швов, что вызывает необходимость устраивать уклон кровли не менее 27°.



Узел конька крыши из плоских асбестоцементных плиток:

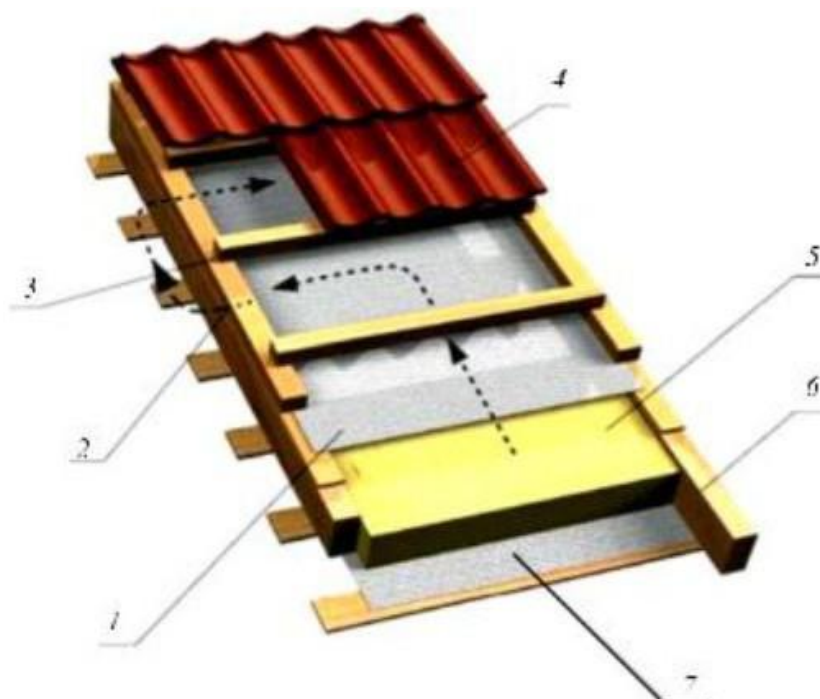
1 — асбоцементный шифер; 2 — брусок 50×100 мм; 3 — коньковая деталь; 4 — металлическая скоба — полоса сечением 6×40 мм; 5 — бруски 50×50 мм с прокладкой; 6 — толевая прокладка шириной 350 мм; 7 — накладка доска толщиной 50 мм; 8 — стропильная нога

Черепичные кровли долговечны, огнестойки, красивы, но тяжелы (35...50 кг/м) и требуют крутых уклонов (35...45°).

Наибольшее применение получила гончарная (глиняная), пазовая штампованная, пазовая ленточная черепица, пазы и гребни которых позволяют получать плотные соединения при нахлестке черепицы на черепицу.

Кроме гончарной, применяют и пазовую цементно-песчаную черепицу. Обрешетку под черепицу делают из брусков сечением 5×5 см (или 5×6 см) с расстоянием между ними, соответствующим размеру черепицы. Пазовая черепица снизу имеет выступы, которыми она закрепляется за бруски обрешетки.

Через 1—2 ряда черепицу крепят к обрешетке вязальной проволокой. Неплотности швов заделывают глинопесчаным или сложным раствором. Для перемещения рабочего по крыше к трубам и к другим устройствам черепичные крыши оборудуют щитовыми стремянками, закрепленными на металлических скобах.



Черепичная крыша: 1 — ветровлагозащитная мембрана; 2 — контробрешетка; 3 — поперечная решетка; 4 — черепица; 5 — утеплитель; 6 — стропила; 7 — пароизоляция

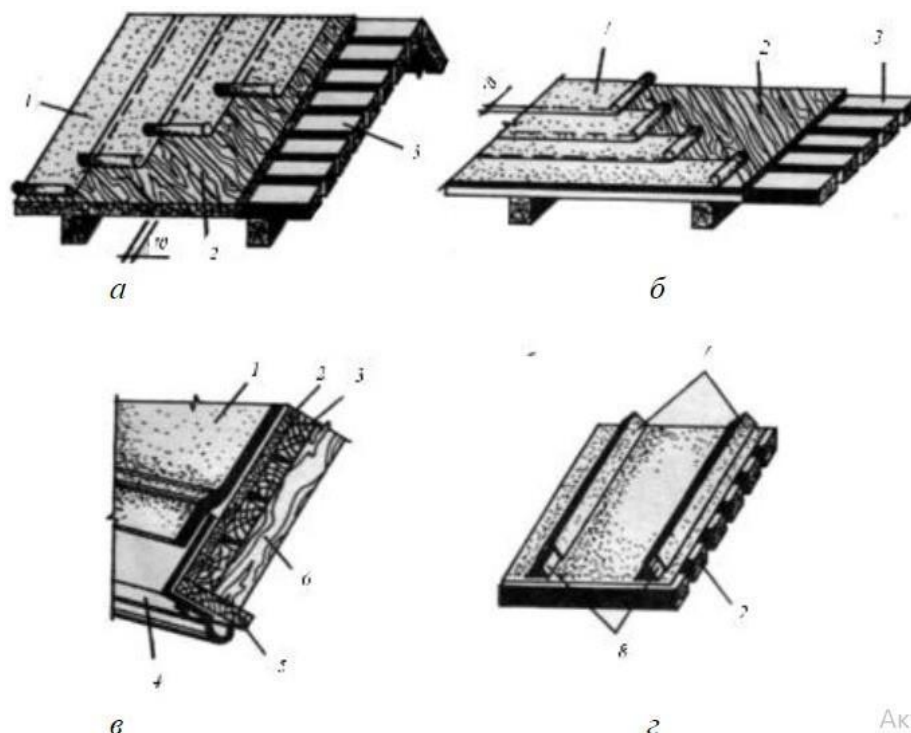
Кровлю из рулонных материалов устраивают по дощатому или бетонному основанию. Дощатое основание делают двухслойным в виде сплошного защитного настила толщиной 19...25 мм из узких досок (50...70 мм) влажностью не более 20 % и разреженного рабочего настила

из досок толщиной 25...35 мм, прибиваемых к стропильным ногам параллельно коньку. Доски защитного слоя под углом 45° прибивают к рабочему настилу, образуя малодеформируемое деревянное основание, к которому на мастике крепят двух-, трехслойный гидроизоляционный ковер.

Верхний слой кровельного ковра защищает нижний (подкладочный) от разрушающих атмосферных осадков.

При уклонах 15...18 % кровлю делают двухслойной, при 8...15 % — трехслойной.

Нижний слой кровельного ковра в кровле с уклоном более 20% крепят к настилу мастикой и гвоздями. Полотнища наклеивают с напуском последующих на предыдущие не менее 5...7 см (подкладочных) и 7...10 см — верхних.



Рулонные кровли: а — перпендикулярный способ настилки рулонного ковра (при уклоне ската более 15°); б — параллельный способ настилки рулонного ковра (при уклоне ската менее 15°); в — карнизный свес; г — настилка рулонного ковра с применением треугольных брусков: 1 — толь или рубероид; 2 — выравнивающий настил; 3 — рабочий настил; 4 — фартук; 5 — карнизная доска; 6 — стропила; 7 — толевый колпак; 8 — треугольный брус

Эксплуатируемые кровли — это не только своеобразные архитектурные решения, но и возможность использовать дополнительную площадь. В

зависимости от площади кровли на ней могут быть размещены: бассейн, спортзал, оранжерея и даже теннисный корт. Эксплуатируемой может стать кровля, имеющая уклон до 15°.

К материалам эксплуатируемых кровель предъявляются повышенные требования.

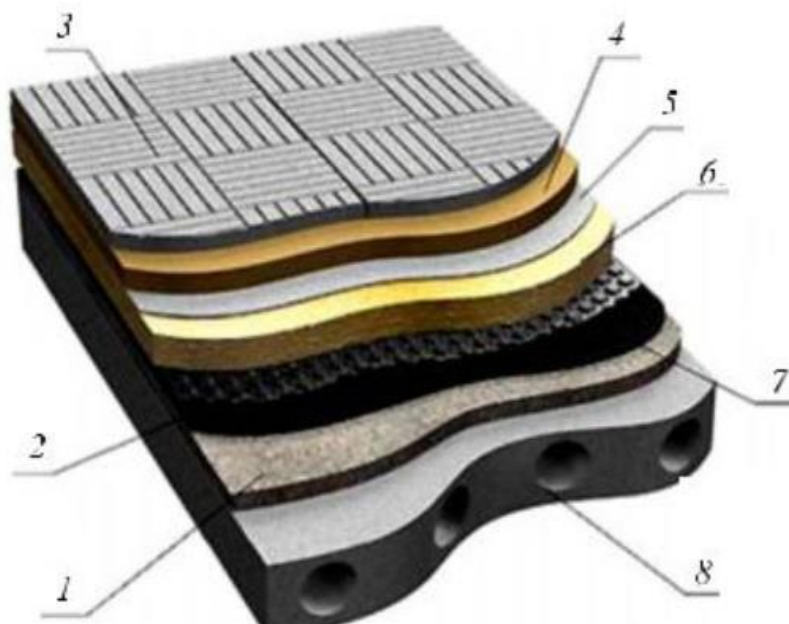
Поскольку поверхность эксплуатируемых кровель подвержена усиленному воздействию УФ-излучения, необходимо использовать для ее покрытия только устойчивые к ультрафиолету материалы. То же самое касается и износоустойчивости покрытия крыш.

В современном варианте гидроизоляционный слой располагают под утеплительным слоем, тогда как традиционно теплоизоляция защищена от влаги сверху. Это стало возможным с появлением утеплителей, имеющих низкие водопоглощающие показатели. В таком варианте эксплуатируемые кровли более надежно защищены как от влаги, так и от холода.

Такой вид устройства кровли называется инверсионным. Теплоизоляция, размещенная над гидроизоляционным слоем, снижает температурные и ультрафиолетовые нагрузки на него, обеспечивая тем самым долговечность кровли.

Все слои кровельного пирога несут свою функцию и при пренебрежении хотя бы одним из них, теряется смысл всей конструкции.

В самом низу расположен уклонообразующий слой, представляющий собой выведенное под уровень с 0,5...3 % уклоном основание из смеси бетона и наполнителя (шлак, керамзит и т. п.). Уклонообразующий слой устраивается непосредственно по плите перекрытия. Поверх него выполняют выравнивающую стяжку. Данный слой направляет сток воды в заданном направлении и противостоит застойным явлениям. Следующим идет гидроизоляционный слой. Материалом для гидроизоляции могут служить различные кровельные герметики, рубероид и ПВХ-мембраны. Главные требования к гидроизоляционным материалам — устойчивость к механическим нагрузкам (растяжению, сжатию, сдавливанию) и длительный срок службы (25...50 лет). Как известно, под гидроизоляционным слоем в процессе эксплуатации помещений скапливается конденсат, для чего в конструкции обычных кровель предусматривается слой пароизоляции под утеплителем, иначе увлажнение кровли спровоцирует появление грибка. В инверсивных кровельных конструкциях с этой целью применяют флюгарки или капельники.



Детализовка эксплуатируемой кровли: 1 — бетонная стяжка; 2 — дренажный материал; 3 — тротуарная плитка; 4 — песчано-цементная подушка; 5 — геотекстиль; 6 — утеплитель; 7 — гидроизоляционная мембрана; 8 — бетонное основание (плита перекрытия)

Далее идет теплоизоляционный слой. Основные требования к теплоизоляции — низкое водопоглощение, негорючесть, высокая устойчивость к механическим нагрузкам, стабильность линейных размеров и низкая теплопроводность.

Для водоотвода в кровельной конструкции предусмотрен дренажный слой. Как правило вода отводится с поверхности эксплуатируемой кровли спомощью специальных воронок и лотков. В зависимости от типа покрытия существует возможность попадания части влаги внутрь кровельного пирога. Для избегания застойных явлений с их разрушительными последствиями предназначен дренажный слой, состоящий, в свою очередь, из фильтрующего элемента и дренажного ядра.

Фильтрующий элемент выполнен из термоскрепленного геотекстиля, свойства которого препятствуют заиливанию его структуры. В толще дренажного ядра, состоящей из керамзита, гран-шлака, профилированных мембран или специальных дренажных матов, происходит концентрация и движение воды в направлении уклона. Для того чтобы остаточная влага в дренажном слое не служила источником неприятных запахов, необходима его вентиляция с помощью устройств отдушин.

Все эксплуатируемые кровли можно разделить по функциональному признаку на террасы, зеленые кровли, паркинги и пешеходные площадки озелененными зонами.

1.Кровли-террасы имеют натуральное или синтетическое покрытие и предназначены для отдыха и спорта. Террасное покрытие укладывается на промежуточный слой, которым может служить уложенная на песчаноцементный раствор тротуарная плитка. Террасные покрытия, имеющие такие названия как палубная доска, террасная доска, уличная доска, садовый паркет. Для отвода воды в промежуточном слое располагают воронки и лотки.

2.Зеленая кровля. Для устройства ее в качестве защиты используют нетканый геотекстиль либо специальные полимерно-битумные мембраны. Для растений с сильно развитой корневой системой устраивают отдельные места с дополнительным слоем почвы. Водоотвод с поверхности покрытия осуществляется через воронки.

3.Площадка для стоянки автомобилей. Основное условие при устройстве заключается в правильном расчете нагрузок, создаваемых колесами, для подбора необходимых материалов. В остальном, это вид эксплуатируемой кровли ничем не отличается от кровель-террас.

Несущие конструкции покрытий.

Несущие конструкции покрытия, являющиеся важнейшим конструктивным элементом здания, принимают в зависимости от величины пролета, характера и значений действующих нагрузок, вида грузоподъемного оборудования, характера производства и других факторов.

По характеру работы они бывают плоскостные и пространственные. По материалу конструкции покрытия делят на железобетонные, металлические, деревянные и комбинированные. В связи с характером работы эти конструкции должны быть прочными, устойчивыми, долговечными, архитектурно-художественными и экономичными. Поэтому при выборе несущих конструкций покрытия производят тщательный технико-экономический анализ нескольких вариантов. Так, железобетонные конструкции огнестойкие, долговечные и часто более экономичные по сравнению со стальными.

Стальные же имеют относительно небольшую массу, простые в изготовлении и монтаже, имеют высокую степень сборности. Деревянные конструкции отличаются легкостью, относительно

небольшой стоимостью и при соответствующей защите – приемлемой огнестойкостью и долговечностью.

Довольно эффективны комбинированные конструкции, которые состоят из нескольких видов материалов. При этом важно, чтобы каждый материал работал в тех условиях, которые для него наиболее благоприятны. Ниже рассматриваются основные виды несущих конструкций покрытий.

Железобетонные балки применяют при пролетах до 18 м. Они могут быть одно- и двухскатными. Для их изготовления используют предварительно напряженное армирование. На верхнем поясе балок предусматривают закладные детали для крепления панелей покрытия или прогонов. Балки крепят к колоннам сваркой закладных деталей.

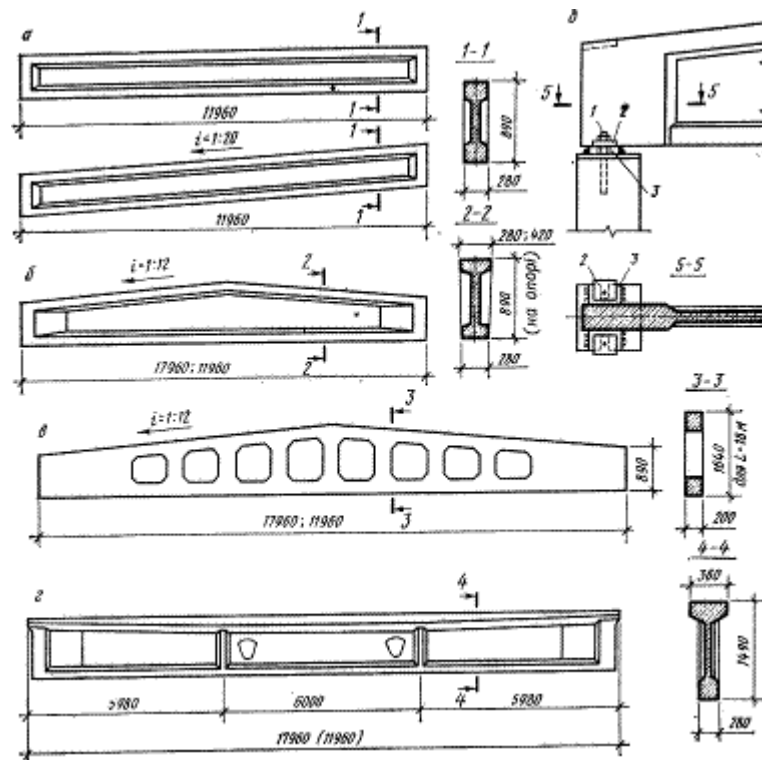
Более эффективны по сравнению с балками железобетонные фермы, которые используют в зданиях пролетом 18, 24, 30 и 36 м. Они могут быть сегментные, арочные с параллельными поясами, треугольные и др. Между нижним и верхним поясами ферм размещают систему стоек и раскосов. Решетку ферм предусматривают таким образом, чтобы плиты перекрытий шириной 1,5 и 3,0 м опирались на фермы в узлах стоек и раскосов.

Широкое применение получили сегментные безраскосные железобетонные фермы пролетом 18 и 24 м. Для уменьшения уклона покрытия для многопролетных зданий предусматривают устройство на верхнем поясе таких ферм специальных стоек (столбиков), на которые опирают панели покрытия.

Межферменное пространство рекомендуется использовать для пропуска коммуникаций и устройства технических и межферменных этажей.

Крепят фермы к колоннам болтами и сваркой закладных элементов.

При шаге стропильных ферм и балок 6 м и шаге колонн средних рядов 12 м используют подстропильные железобетонные фермы и балки.

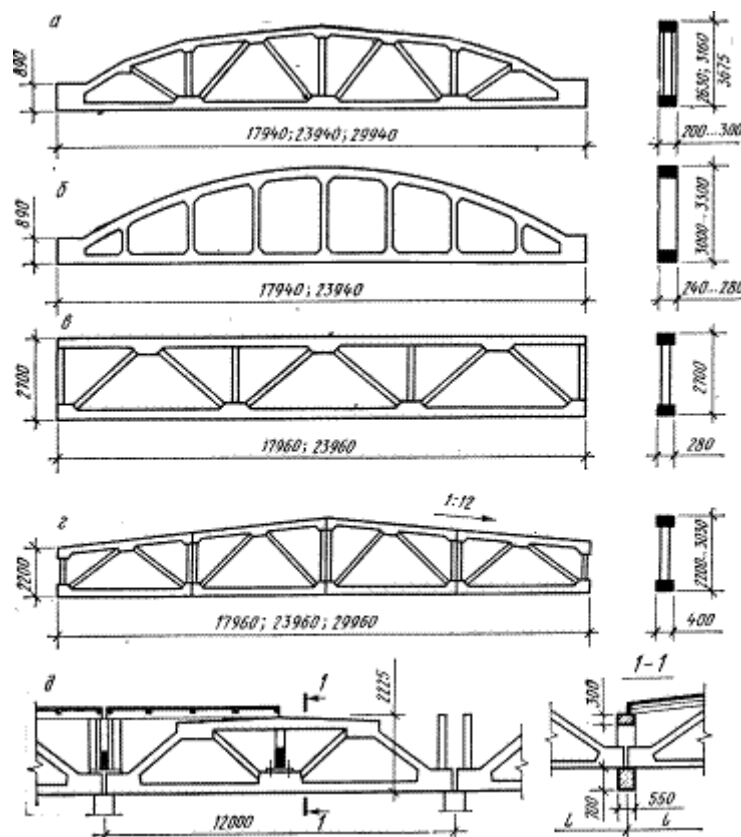


Железобетонные балки покрытия:

а, г - односкатные и плоские двухтаврового сечения; б - то же, для многоскатных покрытий; в - решетчатая для многоскатных покрытий; д - узел опирания балки на колонну; 1 - анкерный болт; 2 - шайба; 3 - опорная плита

Достаточно эффективными несущими конструкциями покрытий являются стальные стропильные подстропильные фермы. Стропильные фермы применяют для пролетов 18, 24, 30, 36 м и более при шаге 6, 12 м.

Пояса и решетку ферм конструируют из уголков или труб и соединяют сваркой с помощью фасонки из листовой стали. Сечения полок поясов, стоек и раскосов принимают по расчету.



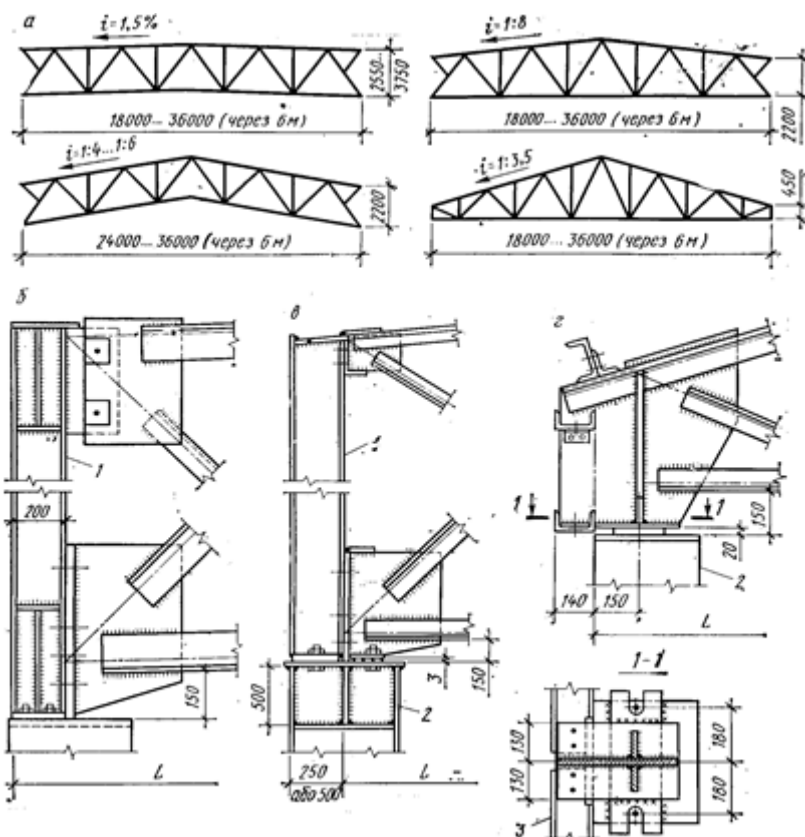
Железобетонные фермы покрытия:

а - сегментная; б - арочная безраскосная; в - с параллельными поясами; г - трапецидальная; д - фрагмент разреза покрытия здания с применением подстропильных ферм

Для многоэтажных промышленных зданий применяют балочные и безбалочные перекрытия. Балки перекрытий (ригели) изготавливают из бетона марок 200-400 координационными пролетами 6 и 9 м унифицированной высотой сечения 0,8 м.

Балки могут иметь прямоугольное и тавровое сечение. Ригели прямоугольного сечения делают при больших нагрузках.

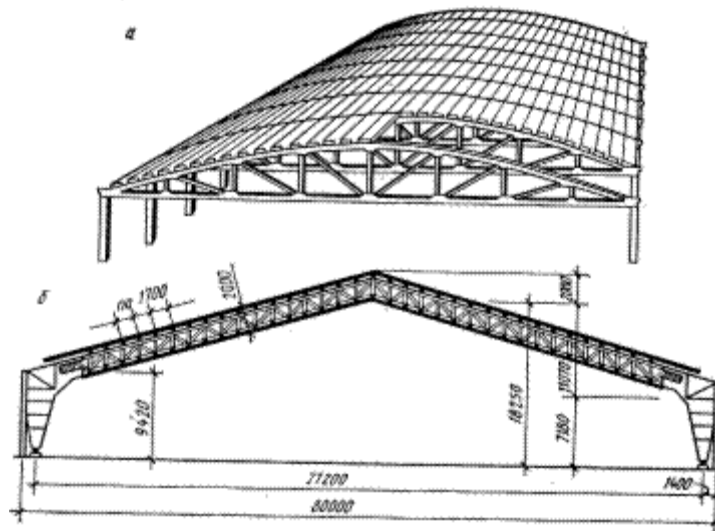
Соединение с колонной осуществляют путем опирания ригеля на консоль колонны.



Стальные стропильные фермы:

а - основные типы ферм; б - узел опирания на колонну фермы с параллельными поясами при "нулевой" привязке; в - то же, полигональной при привязке 250 и 500 мм; г - то же, треугольной при "нулевой" привязке; 1 - надопорная стойка; 2 - колонна; 3 - ригель фахверка

Для многоэтажных зданий со сборным безбалочным каркасом с сеткой колонн 6×6 м применяют плоские плиты перекрытий сплошного сечения (надколонные и пролетные) толщиной 150 или 180 мм. Надколонные плиты устанавливают выступами в гнезда капители, предусмотренные по ее периметру, с образованием после замоноличивания железобетонных шпонок.



Большепролетные плоскостные покрытия:

а - с железобетонными фермами пролетом 96 м;

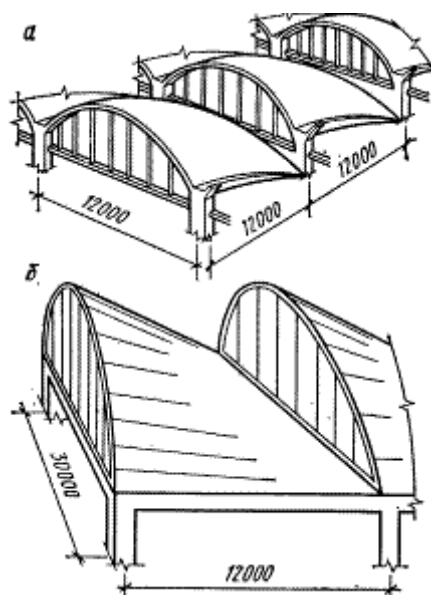
б - с металлическими рамами пролетом 80 м

Пространственные покрытия выполняют из плоскостных элементов, монолитно связанных между собой и работающих как цельная конструкция, или в виде оболочек. Оболочки, которые могут перекрыть большие пролеты, имеют незначительную толщину 30-100 мм, так как бетон в этом случае работает в основном на сжатие.

Оболочки могут быть цилиндрические, купольные, параболоидные и др. Хорошие показатели имеет покрытие из длинных цилиндрических оболочек, применяемых при сетке колонн 12х24 м и более.

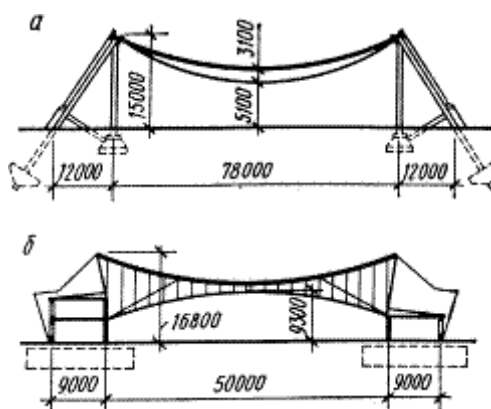
Устраивают также висячие покрытия, которые работают на растяжение. Висячие конструкции делятся на вантовые и собственно висящие.

Несущими элементами в вантовых покрытиях являются тросы и вантовые прямолинейные элементы. В качестве настилов используют алюминиево-пластмассовые панели, коробчатые настилы из стеклопластиков и сотовые панели. Вантовые покрытия могут быть пролетом 100 м и более.



Примеры покрытий в виде оболочек:

а - шедовое с диафрагмами в виде железобетонных арок; б – то же, в виде стальных ферм криволинейного очертания



Висящие покрытия:

а - однопоясное пролетом 12+78+12 м; б - двопоясное пролетом 9+50+9 м

В собственно висячих покрытиях несущими конструкциями являются мембраны и гибкие нити, криволинейно очерченные под действием приложенной к ним нагрузки.

В промышленном строительстве широко используют и пневматические конструкции. Принцип возведения их основан на том, что во внутреннее замкнутое пространство мягких оболочек нагнетают атмосферный воздух, который растягивает оболочку, придавая ей заданную форму, устойчивость и несущую способность. Материал оболочек этих зданий

должен быть воздухопроницаемым, эластичным, прочным, легким, долговечным и надежным в эксплуатации.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет среднего профессионального образования

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

ОП.03Строительное дело и материалы

Специальность:35.02.12Садово-парковое и ландшафтное строительство

Форма обучения: очная

Оренбург, 2023 г.

Семинарское занятие

Тема: Основные физико-механические свойства строительных материалов (2 часа)

Цель работы: ознакомление с методами определения основных физико-механических свойств строительных материалов. Аналитическая оценка полученных результатов.

1. Определение физических свойств строительных материалов

1.1. Определение истинной плотности

Истинная плотность ρ (г/см³, кг/м³) вычисляется по формуле

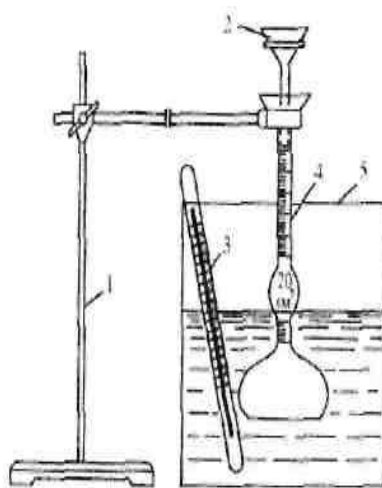
$$\rho = m/V_a, (1.1)$$

где: m - масса материала; V_a - объем материала в абсолютно плотном состоянии.

Истинную плотность материала определяют либо с помощью специальной стеклянной колбы — объёмомера Ле-Шателье, вместимостью 120-150 см³, либо с помощью пикнометра - колбы точного объема, обычно, вместимостью 100 см³.

Для определения истинной плотности каменного материала с помощью *объёмомера Ле-Шателье* из отобранной и тщательно перемешанной пробы отвешивают 200-220 г. Кусочки отобранной пробы сушат в сушильном шкафу при температуре (110±5) С до постоянной массы; затем их тонко измельчают в агатовой или фарфоровой ступке. Полученный порошок просеивают через сито с сеткой № 02 (размер ячейки в свету 0,2х0,2 мм). Навеску 180 г просеянного порошка высушивают при температуре (110±5)°С, затем охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе, в котором порошок хранят до проведения испытания.

Объёмомер 4 наполняют до нижней нулевой черты жидкостью (водой, безводным керосином или спиртом), инертной по отношению к порошку материала (рис. 1).



1 - штатив, 2 – воронка, 3 – термометр, 4 –объемомер, 5 – стеклянный сосуд

Рисунок 1 - Прибор для определения истинной плотности

Свободную от жидкости часть объемомера (выше нулевой черты) тщательно протирают тампоном из фильтровальной бумаги. Объемомер помещают в стеклянный сосуд 5 с водой и термометром 3. Вода должна иметь температуру 20°C (температура, при которой градуировали шкалу объемомера). В воде объемомер остается все время, пока идет испытание. Чтобы объемомер не всплывал, его закрепляют на штативе 1 так, чтобы вся градуированная часть шейки находилась в воде.

От подготовленной пробы, находящейся в эксикаторе, отвешивают с погрешностью до 0,01 г на технических весах 80 г порошка материала и высыплют его ложечкой через воронку 2 в прибор небольшими порциями до тех пор, пока уровень жидкости в нем не поднимется до черты с делением 20 см³ или до черты в пределах верхней градуированной части прибора. Разность между конечным и начальным уровнями жидкости в объемомере показывает значение объема порошка, всыпанного в прибор. Остаток порошка взвешивают. Масса порошка, всыпанного в объемомер, будет равна разности между результатами первого и второго взвешиваний.

Истинная плотность материала (г/см³)

$$\rho_o = (m_1 - m_2)/V_{ж}, \quad (1.2)$$

m_1 - навеска материала до опыта, г; m_2 - остаток от навески, г; $V_{ж}$ -объем жидкости, вытесненной навеской материала (объем порошка в объемомере), см

.

Истинную плотность материала вычисляют с округлением до 0,01 г/см³ как среднее арифметическое двух определений, расхождение между которыми не должно превышать 0,02 г/см³.

1.2. Определение средней плотности образцов правильной геометрической формы

Средняя плотность ρ_o (г/см³, кг/м³) вычисляется по формуле

$$\rho_o = m/V_o, \quad (1.3)$$

где m - масса материала; V_o - объем материала в естественном состоянии.

Для определения плотности используют образцы материала в форме куба, параллелепипеда или цилиндра. Для пористых материалов размер образца кубической формы должен быть не менее 100х100х100 мм, а для плотных – не менее 40х40х40 мм. У цилиндрических образцов диаметр и высота должны быть соответственно не менее 70 и 40 мм.

Образцы высушивают в сушильном шкафу при температуре (110±5) С, охлаждают в эксикаторе и хранят в нем до момента испытания.

Образцы любой формы со стороной размером до 100 мм измеряют штангенциркулем с точностью до 0,1 мм, с размером 100 и более - металлической линейкой с точностью до 1 мм. За окончательный результат измерений принимают среднее арифметическое трех измерений каждой грани куба, параллелепипеда и диаметра цилиндра. Образцы любой формы со стороной размером до 100 мм измеряют с погрешностью до 0,1 мм, размером 100 мм и более - с погрешностью до 1 мм. Образцы массой менее 500 г взвешивают с погрешностью до 0,1 г, а массой 500 г и более - с погрешностью до 1 г.

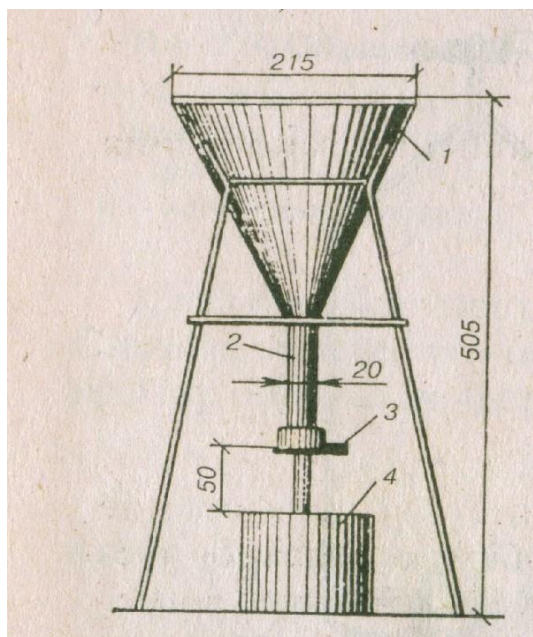
Вычисляют объем образцов и производят их взвешивание на технических весах с точностью в зависимости от массы образцов: массой менее 500 г – до 0,01 г, массой 500 г и более - до 1 г.

Среднюю плотность материала вычисляют как среднее арифметическое трех ее значений для различных образцов.

1.3. Определение насыпной плотности

Насыпную плотность определяют только для сыпучих материалов (порошкообразных, зернистых).

Определение производят с помощью прибора (рис.2), представляющего собой стандартную воронку в виде усеченного конуса, переходящего в трубку с задвижкой. Под трубкой устанавливают взвешенный мерный цилиндр стандартным объемом в зависимости от наибольшего размера зерн сыпучего материала.



1 – корпус, 2 – трубка, 3 – задвижка, 4 – мерный цилиндр

Рисунок 2 - Стандартная воронка

Для определения насыпной плотности щебня (гравия) берут среднюю пробу щебня (гравия) в зависимости от размера зерен в следующих количествах, кг: до 10 мм — 15, до 20 мм — 30, до 40 мм — 60, 80 мм и более — 150.

Пробу заполнителя высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу и укладывают в мерный цилиндр с высоты 10 см до образования конуса на поверхности сосуда. Затем срезают излишек заполнителя без уплотнения и взвешивают.

Вместимость мерного цилиндра выбирают в зависимости от крупности заполнителя следующим образом (табл.1).

Таблица 1.1 - Вместимость мерных сосудов в зависимости от размера зерен заполнителя

Наибольший размер зерен щебня (гравия), мм	Вместимость мерного цилиндра, дм ³
До 10	5
До 20	10
До 40	20
Более 40	50

Насыпную плотность щебня (гравия) ρ_n вычисляют с округлением до 10 кг/м³ по формуле:

$$\rho_n = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad (1.4)$$

где ρ_n - насыпная плотность материала, кг/м³; m_1 - масса мерного сосуда, кг; m_2 - масса мерного сосуда с материалом, кг; V - вместимость мерного сосуда, м³.

Насыпную плотность щебня (гравия) вычисляют как среднее арифметическое из результатов двух определений.

Для определения насыпной плотности песка пробу песка массой 5... 10 кг высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы и просеивают через сито с размером ячейки 5 мм. Затем песок засыпают в воронку и, открывая задвижку, заполняют сосуд вместимостью 1 дм³. Излишек песка срезают линейкой в обе стороны от центра. Сосуд с песком взвешивают и насыпную плотность с округлением до 10 кг/м³ вычисляют по формуле (1.4).

Насыпную плотность песка определяют два раза, используя каждый раз новую пробу, и по этим результатам вычисляют среднеарифметическое значение.

1.4. Определение пустотности и пористости

1.4.1. Определение пустотности

Пустотность сыпучего материала вычисляется с округлением до 0,1% на основании предварительно найденных значений средней плотности зерен щебня (гравия) и его насыпной плотности по формуле

$$V_n = \left(1 - \frac{\rho_n}{\rho_0 \cdot 1000}\right) \cdot 100, \quad (1.5)$$

где V_n — пустотность щебня (гравия), %; ρ_n — насыпная плотность щебня (гравия), кг/м³; ρ_0 — средняя плотность зерна щебня (гравия), г/см³.

1.4.2. Определение пористости

Пористость (общая) Π — определяется как отношение пор в материале к его объему в естественном состоянии:

$$\Pi = V_n / V_0, \quad (1.6)$$

где V_n — объем пор в материале; V_0 - объем материала в естественном состоянии.

Открытая пористость Π_0 определяется как отношение суммарного объема пор, насыщающихся водой, $V_n^{вод}$ к объему материала V_0 :

$$\Pi_{ок} = V_n^{вод} / V_0, \quad (1.7)$$

Закрытая пористость Π_z определяется как разность общей и открытой пористости:

$$\Pi_z = \Pi - \Pi_{ок} \quad (1.8)$$

Существует два способа определения общей пористости: экспериментальный и экспериментально-расчетный.

Экспериментальный (прямой) способ основан на замещении порового пространства в материале сжиженным гелием и требует сложной аппаратуры для испытаний.

Экспериментально-расчетный метод определения пористости использует найденные опытным путем значения истинной плотности материала p и его средней плотности p_0 в сухом состоянии. Пористость Π (%) вычисляют по формуле:

$$\Pi = \left(1 - \frac{p_0}{p}\right) \cdot 100\% \quad (1.9)$$

Открытую пористость $\Pi_{ок}$ (%) определяют по формуле

$$\Pi_{ок} = B_0, \quad (1.10)$$

где B_0 - объемное водопоглощение материала, % (см. п.6).

Закрытую пористость Π_3 (%) вычисляют по формуле (1.8).

1.5. Определение водопоглощения

Определяют водопоглощение по массе и объему.

Водопоглощение по массе B_m (%) характеризуется отношением массы воды, удерживаемой в образце материала к массе сухого образца и вычисляют по формуле

$$B_m = \frac{m_n - m_c}{m_c} \cdot 100 \quad (1.11)$$

где m_n - масса насыщенного водой образца, г; m_c - масса сухого образца, г.

Водопоглощение по объему B_0 (%) - степень заполнения объема материала водой, характеризующую в основном его открытую пористость, — вычисляют по формуле

$$B_0 = \frac{m_n - m_c}{p_v \cdot V_0} \cdot 100, \quad (1.12)$$

где V_0 - объем образца, см^3 ; p_v - плотность воды (1 г/см^3).

Рассчитать водопоглощение по объему можно зная значения водопоглощения по массе B_m и плотности p_0 :

$$B_0 = \frac{B_m \cdot p_0}{p_v} \cdot 100 \quad (1.13)$$

Испытания производят на образцах в виде кубов с ребро 100 или 150 мм или в виде цилиндров, имеющих такие же диаметр и высоту. Допускается определение водопоглощения материала на образцах, имеющих неправильную геометрическую форму и массу не менее 200 г. Образцы высушивают до постоянной массы, а затем помещают в емкость, наполненную водой с таким расчетом, чтобы уровень воды в емкости был выше верхнего уровня уложенных образцов примерно на 50 мм. При этом образцы укладывают на прокладки так, чтобы высота образца была минимальной. Температура воды в емкости должна быть $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Для взвешивания образцов, вынутых из воды, их предварительно вытирают отжатой влажной тканью. Массу воды, вытекшую из пор образца на чашку весов, следует включать в массу насыщенного образца. Насыщение водой производят до тех пор, пока результаты двух последовательных взвешиваний будут отличаться не более чем на 0,1 г. Водопоглощение по массе и объему вычисляют по формулам (1.11 - 1.12).

Определение механических свойств материалов

Прочность материала оценивают пределом прочности (временным сопротивлением), определенным при данном виде деформации.

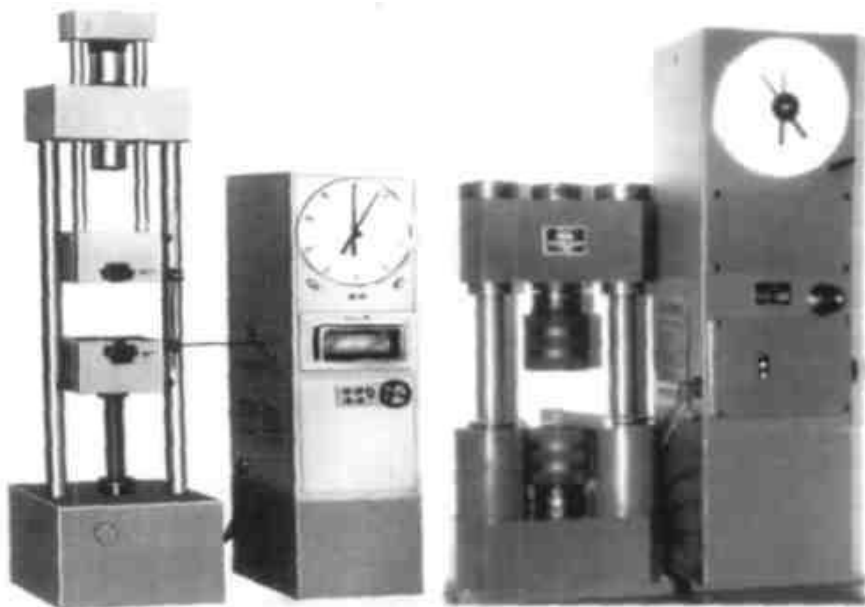
Прочность большинства строительных материалов характеризуется пределом прочности при сжатии, при изгибе и при растяжении. Для хрупких материалов (природных каменных материалов, бетонов, строительных растворов, кирпича и др.) основной прочностной характеристикой является предел прочности на сжатие.

2.1. Определение предела прочности на сжатие

Предел прочности на осевое сжатие $R_{сж}$ [МПа (кгс/см²)] равен частному от деления произведения поправочного коэффициента в зависимости от размеров образца K (используется, если указано в нормативных требованиях к материалу) и разрушающей силы $P_{разр}$ [Н(кгс)] на первоначальную площадь поперечного сечения S [мм²(см²)] образца (куба, цилиндра, призмы):

$$R_{сж} = K P_{разр} / S, (1.14)$$

Для испытания образцов материала на сжатие применяют гидравлические прессы и универсальные испытательные машины (рис. 3)



P-50 PM-50

Рисунок 3 – Гидравлический пресс

Для определения предела прочности на сжатие образцы материала подвергают действию сжимающих усилий и доводят до разрушения. Испытуемые образцы должны иметь правильную геометрическую форму (куб, параллелепипед, цилиндр). Образцы могут быть следующих размеров, соответственно для природных каменных материалов и бетонов: 50х50х50, 70х70х70, 100х100х100

и 70x70x70, 100x100x100, 150x150x150, 200x200x200, 300x300x300 мм. Диаметр образцов-цилиндров 50 и 80 мм. Образцы в форме параллелепипеда (образцы-балочки) изготавливают для определения прочности неорганических вяжущих, растворов и т.д. Для определения прочности на сжатие используют половинки образцов-балочек, полученные после испытания прочности на растяжение при изгибе.

Перед испытанием образец взвешивают и обмеряют с точностью до 1 мм. Образец устанавливают на нижнюю опорную плиту пресса точно по ее центру, а верхнюю опорную плиту с помощью винта опускают на образец. Убедившись в правильности установки образца, включают насос пресса и прикладывают к образцу нагрузки, регулируя скорость ее нарастания (обычно в секунду 0,5-1 МПа (5-10 кгс/см²)). В момент разрушения образца, (в момент наибольшей нагрузки), стрелка, связанная с силоизмерительным устройством пресса, останавливается и начинает двигаться в обратном направлении. Разрушающую нагрузку фиксируется с помощью второй регистрирующей стрелки.

Предел прочности на сжатие образца вычисляют по формуле (1.14) в кгс/см² или МПа, причем в эту формулу, как указано в соответствующих ГОСТах на испытание различных строительных материалов, обычно вводят различные коэффициенты, в т.ч. масштабный коэффициент перехода к прочности образцов базового размера, коэффициент, учитывающий влажность образца, и другие. Например, при испытании тяжелого бетона базовым образцом является куб размерами 150x150x150 мм, для которого масштабный коэффициент равен 1. При длине ребра куба 70, 100, 200 и 300 мм предел прочности рассчитывают, пользуясь соответственно масштабными коэффициентами 0,85; 0,95; 1,05 и 1,10.

При испытании образцов- балочек используют приспособления в виде стандартных стальных пластин (рис.4). В этом случае разрушающая нагрузка на образец будет действовать только на площадь, соответствующую площади пластины. Например, для балочек размером 40x40x160 используют стальные пластины площадью 25 см².

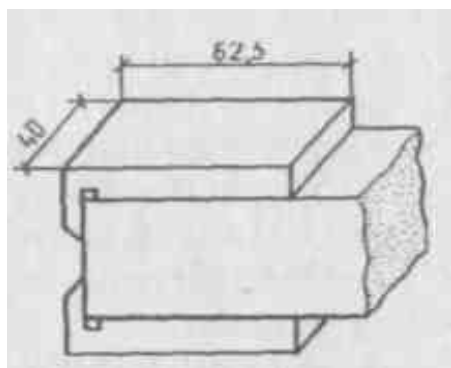


Рисунок 4 – Расположение стальных пластин на образце для испытания прочности при сжатии

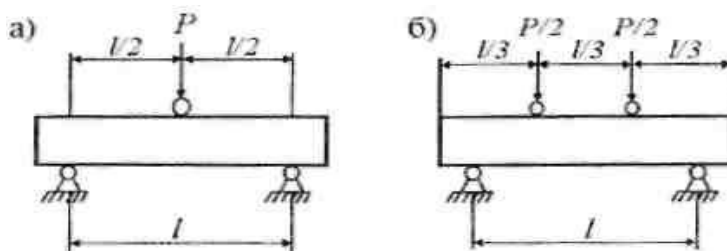
Предел прочности на сжатие в зависимости от конструкции используемых прессов может выдаваться как результат испытания на электронном табло.

Каждый материал испытывают не менее чем на 3 образцах (при испытании половинок образцов - балочек - 6). За окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов испытаний.

2.2. Определение предела прочности на растяжение при изгибе

Испытания для определения предела прочности на растяжение при изгибе производят на гидравлических прессах (тех же, которые используют для определения предела прочности на сжатие) с использованием специальных приспособлений или на специальных испытательных машинах. Приспособления представляют собой роликовые опоры, прикрепляемые к опорной плите пресса и нож изгиба, прикрепляемый к верхней плите при помощи планок. В качестве приспособлений могут использоваться стальные пластины, к одной из которых приварены 2 стальных стержня округлого сечения, к другой 1 - по центру или 2 - расположенных симметрично оси балочки.

Предел прочности при изгибе определяется при одном сосредоточенном грузе или двух равных грузах, расположенных симметрично оси балочки. При испытании образец устанавливают на опорные валики приспособления так, чтобы его грани, расположенные при изготовлении горизонтально, находились в вертикальном положении, и нагружают до разрушения (рис. 5).



а) при одном сосредоточенном грузе; б) при двух одинаковых грузах

Рисунок 5 - Схемы испытаний на изгиб

Предел прочности на растяжение при изгибе $R_{изг}$ [МПа (кгс/см²)] при одном сосредоточенном грузе, расположенном посередине образца-балочки прямоугольного сечения, (рис. б) определяют по формуле:

$$R_{изг} = \frac{3 \cdot P_{раз} \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2}, \quad (1.15)$$

где $P_{разр}$ — разрушающая нагрузка, Н (кгс); l — расстояние между опорами балочки, мм (см); для образцов - балочек 40x40x160 – 100 мм K ; b и h — ширина и высота балочки в поперечном сечении, мм (см); a — расстояние между двумя грузами, мм (см).

Предел прочности на растяжение при изгибе стандартных образцов-балочек на специальных приборах значение предела прочности может фиксироваться автоматически.

2.3. Определение прочности бетона в конструкции неразрушающими методами. Метод пластического отпечатка

Метод пластического отпечатка основан на зависимости между прочностью бетона на сжатие и размерами отпечатков на бетонной поверхности, создаваемых ударом или вдавливанием. Для того чтобы размер отпечатка зависел только от прочности бетона, энергия удара или вдавливания должна быть постоянной. По такому принципу устроен эталонный молоток Кашкарова. Результаты испытания эталонным молотком не зависят от силы удара молотком по поверхности бетона.

Эталонный молоток состоит из головки, ручки, полого стакана, сменного эталонного стержня и индикатора (шарика) (рис.6). Между головкой и стаканом размещена пружина, обеспечивающая соприкосновение индикатора и эталонного стержня. Эталонные стержни изготавливаются из круглой прутковой стали марок ВСт.3 сп2 или ВСт3пс2 (класс А-1) диаметром 10-12 мм.



Рисунок 6 - Эталонный молоток НИИМосстроя конструкции

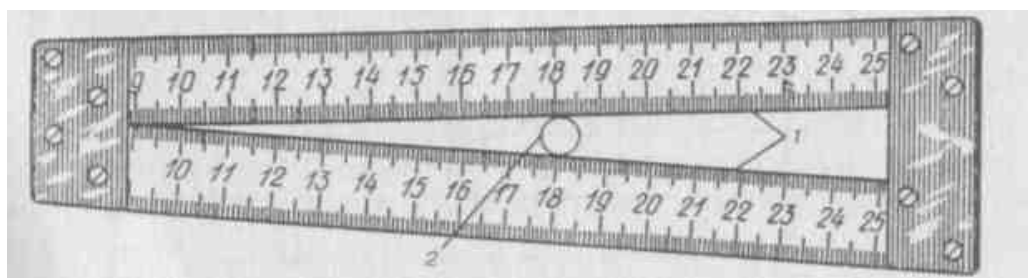
К. П. Кашкарова

При проведении испытаний образцов-кубов, для нанесения ударов выбирается поверхность, образованная стенками формы. Удары молотком могут наноситься двумя способами: непосредственно молотком Кашкарова по поверхности, молотком по молотку Кашкарова, приведенному в соприкосновение с поверхностью бетона. Удары наносятся с такой силой, чтобы размеры отпечатков на эталонном стержне получились не менее 2,5 мм, в бетоне не возникали трещины.

После каждого удара отпечаток на поверхности бетона очерчивается и нумеруется карандашом. Перед нанесением следующего удара эталонный стержень в молотке передвигают на 10-12 мм. После выполнения серии из 3-х ударов по кубику эталон-стержень вынимают и поверхность его по линии полученных отпечатков подшлифовывают (для отчетливости) тупым ножом или использованным стержнем.

Измеряются диаметры отпечатков на бетоне и на эталонном стержне.

Измерение производят при помощи углового шаблона (рис.7) с точностью до 0,1мм.



1 — угловой масштаб; 2 — измеряемая лунка

Рисунок 7 - Определение диаметра отпечатка на бетоне угловым масштабом

Для каждого образца или участка поверхности конструкции суммируют размеры отпечатков на бетоне и на эталонном стержне. Находят величину косвенной характеристики Н как среднее арифметическое результатов 10 ударов молотка:

$$H = \sum d_6 / \sum d_3, (1.16)$$

где $\sum d_6$ - сумма диаметров отпечатков на бетоне, $\sum d_3$ – сумма диаметров отпечатков на эталонном стержне.

Результаты измерений и произведенных вычислений записывают в журнал лабораторных работ.

Для определения прочности бетона используют градуировочную зависимость «Н-прочность». Градуировочная зависимость (рис.8) построена по результатам

испытаний эталонным молотком и определения прочности с использованием пресси (не менее 20 серий испытаний бетонных образцов).

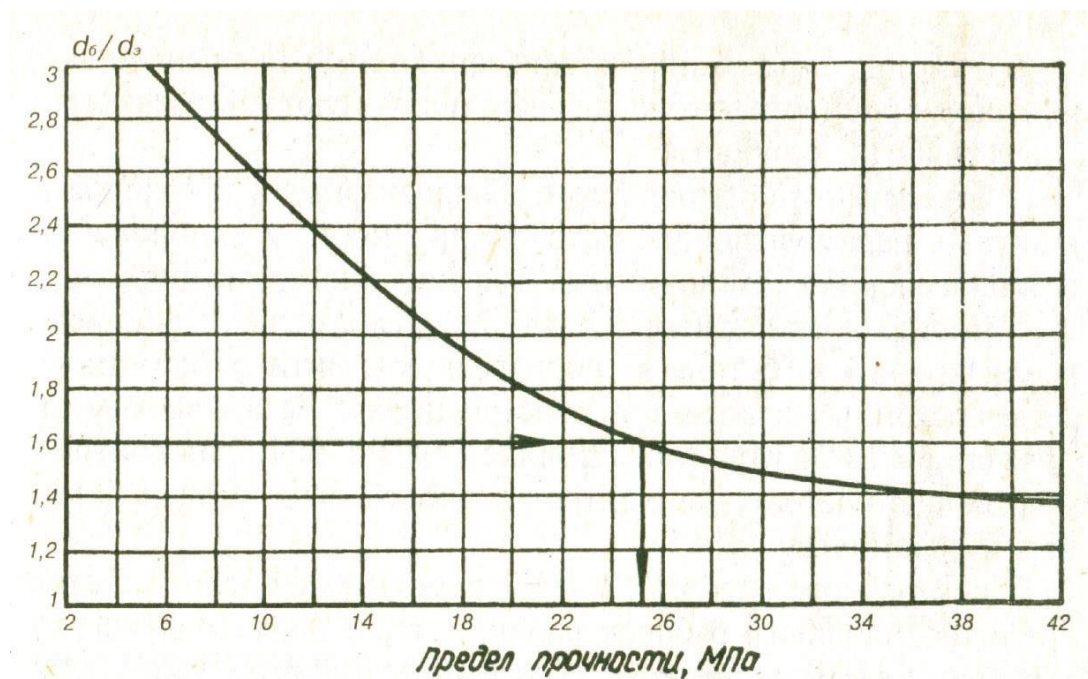


Рисунок 8 - График для определения прочности бетона, изготовленного на щебне

По полученному значению N , используя градуировочную зависимость зависимость « $N - R_{сж}$ », определяют значение прочности бетона. Полученные таким образом значения $R_{сж}$ справедливы для бетона с влажностью 2-6%. В случае повышенной влажности значение предела прочности бетона необходимо умножить на коэффициент влажности K_v , принимаемый при влажности 8 % - 1,1 и при влажности 12 % - 1,2. При мокрой поверхности бетона $K_v = 1,4$.

Результаты определения общих свойств строительных материалов заносятся в таблицы журнала для лабораторных работ в виде соответствующих таблиц (прил 1).

Контрольные вопросы

1. Что характеризуют физические свойства материала?
2. Какие общие свойства материалов относят к физическим?
3. В чем отличие понятий истинная и средняя плотность материала?
4. Изложите последовательность определения истинной плотности материалов.
5. Значения каких характеристик плотности необходимо определить, чтобы рассчитать пустотность и пористость материала?
6. Какие характеристики плотности и с какой практической целью определяют для сыпучих материалов?

7. Какова может быть практическая цель определения водопоглощения материала по объему и по массе? В чем отличие свойств водопоглощение и влажность?
8. Какие стандартные формы и размеры образцов каменных материалов используют для определения предела прочности при сжатии? Как габариты образцов влияют на расчетные показатели прочности?
9. Какова методика определения предела прочности при сжатии каменных материалов?
10. Какова методика определения предела прочности материалов на растяжение при изгибе?
11. Какова методика определения предела прочности при сжатии бетонных образцов методом пластического отпечатка? Практика использования этого метода?

Семинарское занятие

Тема: Изучение природных каменных материалов (2 часа).

Цель: Ознакомиться с главнейшими минералами и горными породами, применяемыми в строительстве и с видами фактур поверхности каменных материалов.

Оформление работы выполняется в форме предложенной ниже таблицы 1

№	Название породы	К какой генетической группе относится	Петрографические характеристики		Основные физико-механические показатели	Применение в строительстве
			Цвет	Структура		

Работу выполняем по вариантам.

1 вариант описывает: граниты, гнейсы, габбро, порфиры, опока, пемза, трахиты, обсидиан, базальт, вулканические пеплы, глинистые, магнезиты, гравий, мел, известняк, конгломерат, гипс, мергел, кварцит, сланцы

2 вариант описывает: мрамор, опока, диорит, диабазы, пемза, перлит, лабрадорит, вулканические туфы, андезиты, липарит, песок, брекчи, доломиты, галька, ангидрит, песчаники, доломит, известняк-ракушечник, диатомит, известковые туфы.

Задача: Природный камень, представляющий собой куски неправильной формы, имеет среднюю плотность в куске 850 кг/м³. Рассчитайте пористость

этой породы, если известно, что плотность вещества, из которого она состоит, 2600 кг/м³. (Попытайтесь догадаться, как называется эта порода).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные метаморфические горные породы, охарактеризуйте их свойства и укажите, для каких целей их применяют.
2. Изложите методы добычи и обработки природных каменных материалов.
3. Назовите основные виды природных каменных материалов и изделий, применяемых в строительстве.
4. В чем причина разрушения природных каменных материалов в сооружениях? Какие методы следует принимать для их защиты?
5. Назовите горные породы, применяемые для производства минеральных вяжущих веществ.
6. Назовите горные породы, применяемые в тяжелых и легких бетонах.
7. Какие природные каменные материалы применяют для облицовки внутренних и внешних частей зданий и в качестве стенового материала отапливаемых зданий?
8. Что представляет собой мергель? Где он используется?
9. Для каких целей в строительстве применяют гранит, диабаз, кварцит, известняк, мел? Влияние на них высоких температур.

Семинарское занятие

Тема: Ознакомление с керамическими и стеклянными материалами

(2 часа)

Цель: Ознакомиться с керамическими и стеклянными материалами, применяемыми в строительстве.

Порядок выполнения работы:

Используя конспекты лекций и рекомендуемую преподавателем литературу, изучить (самостоятельно) и занести в таблицу лабораторной тетради согласно пунктам таблицы основные керамические и стеклянные изделия применяемые в строительстве. Проиллюстрировать коллекции изделий и дать характеристику общих требований к этим видам материалов и изделий.

Оформление работы выполняется в виде таблицы

№	Названи	Характеристика	Физико-	Применени
---	---------	----------------	---------	-----------

п\п	материала	цвет	размеры	Вид, форма	механические свойства	строительстве
Материалы для облицовки фасадов зданий						
1.						
2.						
3.						
Материалы для внутренней облицовки стен						
1.						
Керамические плитки для полов						
1.						
2.	Крупноформатные					
3.	Керамический гранит					
Керамические материалы специального назначения						
1.	Керамическая черепица					
2.	Канализационные трубы					
3.	Дренажные трубы					
Кислотоупорные изделия						
1.						
2.						
3.						
Керамические пористые заполнители						
1.						
2.						
Огнеупорные материалы						
1.						
2.						
Изделия из стекла (стр.107-108)						
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

для защиты выполненной практической работы

1. Какие керамические материалы имеют пористый и какие плотный черепок?
2. Какова общая технологическая схема производства керамических изделий?
3. Два основных метода производства кирпича и их особенность.
4. Какие стеновые блоки изготавливают из кирпича?
5. Какие существуют эффективные керамические материалы?
6. Какие основные керамические изделия изготавливают для внутренней облицовки?

цовки и стени, каки требования предъявляют к их качеству?

7. Основные виды керамических изделий для наружных облицовок.
8. Как производят и где применяют керамзит?
9. Какие существуют огнеупорные керамические материалы?
10. Расскажите о керамике высшей огнеупорности.
11. Расскажите об особенностях изготовления санитарно-технической керамики.
12. Каковы главные свойства стекла?
13. Назовите отделочные материалы из стекла.
14. Каковы области применения изделий из каменного литья?
15. Как получают листовое стекло?

Семинарское занятие

Тема: Оценка соответствия кирпича требованиям ГОСТ осмотром и обмером. Определение марки кирпича (2 часа)

Цель: Научиться определять соответствие кирпича требованиям ГОСТа.

Материалы для работы:

Кирпич керамический – 3 шт.

Линейка – 1 шт. угольник –

1 шт.

Подготовка и проведение испытания

Оценка пригодности керамического по внешнему признаку:

1. Отобранные от партии 3 образца кирпича подвергают внешнему осмотру, в процессе которого устанавливают пригодность по прописанным в таблице 1 показателям. Для определения соответствия обыкновенного глиняного кирпича требованиям ГОСТа необходимо проверить их линейные размеры (мм), осмотреть наличие искривления граней, отбитостей углов и т.д. Линейные размеры и размеры трещин проверяют металлической линейкой, искривление граней и ребер - при помощи деревянного угольника. Степень обжига керамических материалов определяют по цвету и звуку, сравнивая исследуемый образец с эталоном: пережог – кирпич имеет бурый цвет, металлический звук при ударе молотком, характеризуется оплавлением и вспучиванием, как правило;
2. недожог - кирпич имеет светлый цвет, глухой звук при ударе. Недожженные и пережженные кирпичи бракуются.
3. Результаты испытаний записывают в таблицу 1.
4. На основании результатов измерений и сравнений их с требованиями ГОСТ 530-2007, оценивают пригодность керамического кирпича в строительстве зданий и сооружений.
5. Вывод.

Таблица 1

№ п\п	Показатель	Фактически, мм			ГОСТ 530 - 2007 мм.	Отклонения, мм		
		1 образец	2 образец	3 образец		1 образец	2 образец	3 образец
1.	Размеры по: - длине - ширине - толщине				± 5 ± 4 ± 3			
2.	Отклонения от перпендикулярности граней.				3			
3.	Отбитости углов глубиной от 10 до 15 мм				2 шт.			
4.	Отбитости и притупленности ребер глубиной не более 10 мм и длиной от 10 до 15 мм				2 шт.			

5.	Трещины протяженностью до 30 мм по постели полнотелого кирпича и пустотелых изделий не более чем до первого ряда пустот (глубиной на всю толщину кирпича или на 1/2 толщины тычковой или ложковой грани камней): - на ложковых гранях - на тычковых гранях				1 1			
6.	Наличие известковых включений (дутиков)				не допускается			
7.	Качество обжига (недожог и пережог)				не допускается			

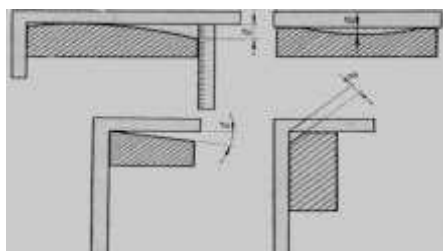


Рис 6.2. Схема измерения искривлений поверхности и отбитости ребер и углов кирпича

Ситуационная задача:

1. Приведите примеры, того что результаты опыта могут создать проблемную ситуацию на объекте, которую должен решать каменщик или мастер, прораб? Какие действия должен выполнить каменщик или мастер, прораб при приемке или при выполнении каменных работ? Какие неблагоприятные последствия неправильного принятого решения?

Ответ: осмотреть кирпич - внешний вид кирпича (обнаруженные дефекты кирпича, отклонения от ГОСТ 530-2007) - соответствует ли качество кирпича марке, указанной в накладной; неблагоприятные

последствия неправильного принятого решения - перерасход кирпича, снижение качества кладки.

Разделить кирпич на лицевой и обыкновенный – по внешнему виду, форме, дефектов кирпича. Неблагоприятные последствия неправильного принятого решения по внешнему виду, форме, дефектов кирпича - снижают качество кладки, ухудшение эстетического вида.

Определение марки керамического кирпича. Испытание на сжатие.

1. Марку кирпича определяют по результатам испытания на сжатие образцов (3 шт.)
2. Испытание на сжатие производится в соответствии со схемой, представленной на рис. 2

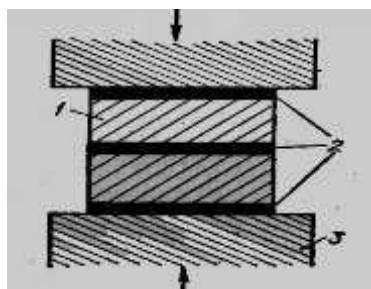


Рис. 2 Схема испытания кирпича на сжатие:

1 – кирпич, распиленный пополам; 2 – выравнивающие прослойки; 3 – плита пресса

3. Кирпич распиливают пополам и склеивают между собой быстротвердеющим раствором марки $\geq 100 \text{ кгс/см}^2$, верхнюю и нижнюю грани образцов выравнивают этим же раствором, используя стеклянные пластины и смоченные листы бумаги. Грани, образовавшиеся при распиливании кирпича, должны быть обращены в противоположные стороны. Толщина слоя раствора 3 – 5 мм. Выравнивание поверхностей образца, соприкасающихся с прессом при испытании, обеспечит равномерную передачу нагрузки на образец.

После затвердевания раствора образец устанавливают под пресс, на нагрузку на образец подают плавную фиксирующую разрушающую нагрузку F (кН). Предел прочности при сжатии $R_{сж}$ (МПа) определяют по формуле:

$$R_{сж} = F/A \text{ (МПа)},$$

где F -разрушающая нагрузка, кН;
 A - площадь
поперечного сечения
образца,
 $\text{см}^2 A = (A_{\text{верх}} + A_{\text{ниж}}) / 2$

Прочность при сжатии кирпича вычисляют как среднее арифметическое из результатов испытаний 3 образцов.
Результаты записывают в таблицу 2. И сравнивают их с требованиями ГОСТ (Приложение 1).

Таблица 2

Пределпрочностиприсжатии, RсжМпа(кГс\см²)										
Размерыобразца,см				Площадь, см²			Разрушаю щаянагруз ка ,F,кгс	Пределпрочно сти присжатии ,Rсж,МПа		Маркакир пича
Длинаграница,a		Ширинаг раниц,b		поверхности		Попе речн огосе че ния, А		отде льно го	Средн ее	
верхней	ниж ней	верхне й	нижне й	верхней Аверх	Нижней Аниж					
1образец										
							35400			
2образец										
							34900			
3образец										
							36000			

Приложение 1

Марка кирпича	Предел прочности, МПа, не менее			
	При сжатии		При изгибе	
	средний для пяти образцов	наименьший для отдельного образца	средний для пяти образцов	наименьший для отдельного образца
300	30,0	25,0	4,4	2,2
250	25,0	20,0	3,9	2,0
200	20,0	17,5	3,4	1,7
175	17,5	15,0	3,1	1,5
150	15,0	12,5	2,8	1,4
125	12,5	10,0	2,5	1,2
100	10,0	7,5	2,2	1,1
75	7,5	5,0	1,8	0,9

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. С какой целью применяют в строительстве материал, используемый в работе?
2. Какие показатели характеризуют качество стенового материала?
3. Какое заключение о качестве кирпича можно сделать по результатам визуального осмотра?
4. Как определить марку кирпича?
5. Что значит выражение – марка кирпича по прочности 75,100?
6. За счет каких технологических приемов можно повысить теплоизоляционные свойства стеновых материалов?
7. За счет каких технологических приемов можно повысить марку стенового материала?
8. За маркируйте:
 - ✓ кирпич рядовой полнотелый, одинарный, размера 1НФ, марки по прочности М100, класс средней плотности 1,4, марки по морозостойкости F50.
 - ✓ кирпич рядовой с горизонтальным расположением пуста от, размера 1,8НФ, марки по прочности М100, класс средней плотности 1,2, марки по морозостойкости F50.

Семинарское занятие

Тема: Определение зернового состава и модуля крупности песка (2 часа)

Цель работы: оценить качество мелкого заполнителя и сделать вывод о его пригодности в качестве заполнителя для бетона.

Свойства бетона и строительных растворов в значительной степени зависят от качества мелкого заполнителя (песка), который вместе с крупным заполнителем (щебнем, гравием) образует каменный скелет, снижает усадку и расход вяжущего вещества при изготовлении изделий. Согласно ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ. Технические условия» к песку следует относить мелкий заполнитель с крупностью зерен от 0,14 до 5 мм. По своему происхождению пески бывают природные и искусственные, по объемной массе (ρ_0) в сухом неуплотненном состоянии - тяжелые ($\rho_0 > 1200 \text{ кг/м}^3$) и пористые ($\rho_0 < 1200 \text{ кг/м}^3$). Природный песок в зависимости от зернового состава бывает крупный, средний, мелкий и очень мелкий. Качество песка для бетонов и растворов зависит от различного физического состояния его, наличия посторонних примесей и оценивается по результатам лабораторных испытаний

Подготовка пробы

Подготовка пробы проводится согласно ГОСТ 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний».

Предварительно производят высушивание пробы песка до постоянной массы и просев его через сита 5 и 10 мм с целью определения содержания гравия в

песке и отделения его от песка. Подготовленную таким образом пробу (1000 г) подвергают дальнейшему рассеву на лабораторном трясуне или вручную.

Проведение испытания

Определение зернового состава песка производят, согласно ГОСТ 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний», путем просеивания его через набор сит с круглыми отверстиями 2,5 мм и сетками № 1,25, 0,63, 0,315 и 0,14 мм.

По окончании отсева завешивают остатки на ситах с точностью 0,1 % и определяют частные остатки (a_i) на каждом сите (отношение массы остатка на данном сите к массе просеиваемой навески) по формуле (1)

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где m_i - масса остатка на данном сите, г, m - масса просеиваемой навески, г.

Полные остатки (A_i) на каждом сите (сумма частных остатков на всех ситах с большим размером отверстий плюс остаток на данном сите) в процентах вычисляют по формуле (2)

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots + a_{0,16}, \quad (2)$$

где $a_{2,5}$ и т.д. - частные остатки на ситах, %, a_i - частный остаток на данном сите.

Модуль крупности песка (без фракции гравия с размером зерен крупнее 5 мм) представляет собой частное от деления суммы полных остатков на ситах на 100 и вычисляется по формуле

$$M_k = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,16}}{100}, \quad (3)$$

где $A_{2,5}, \dots, A_{0,16}$ - полные остатки на ситах, %.

Результаты определений зернового состава и расчета модуля крупности песка заносят в табл. 1.

Таблица 1

Результаты испытаний

Остатки на ситах,	Размеры отверстий сит, мм	Прошло через сито 0,16 мм	Модуль крупности, M_k		
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16
Масса, г					
Частные, %					
Полные, %					

Для каждой группы природного песка по ГОСТ 8736-93 полный остаток на сите № 063, модуль крупности (M_k) и проход через сито № 014 должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 2.

Таблица 2

Классификация песка

Группа песка	Полный остаток на сите 063 в % по массе	Модуль крупности, M_k	Проход через сито № 014 в % по массе
Крупный	более 50	более 2,5	до 10
Средний	от 30 до 50	2,5 - 2,0	
Мелкий	10 - 30	2,0 - 1,5	
Очень мелкий	< 10	1,5 - 1,0	

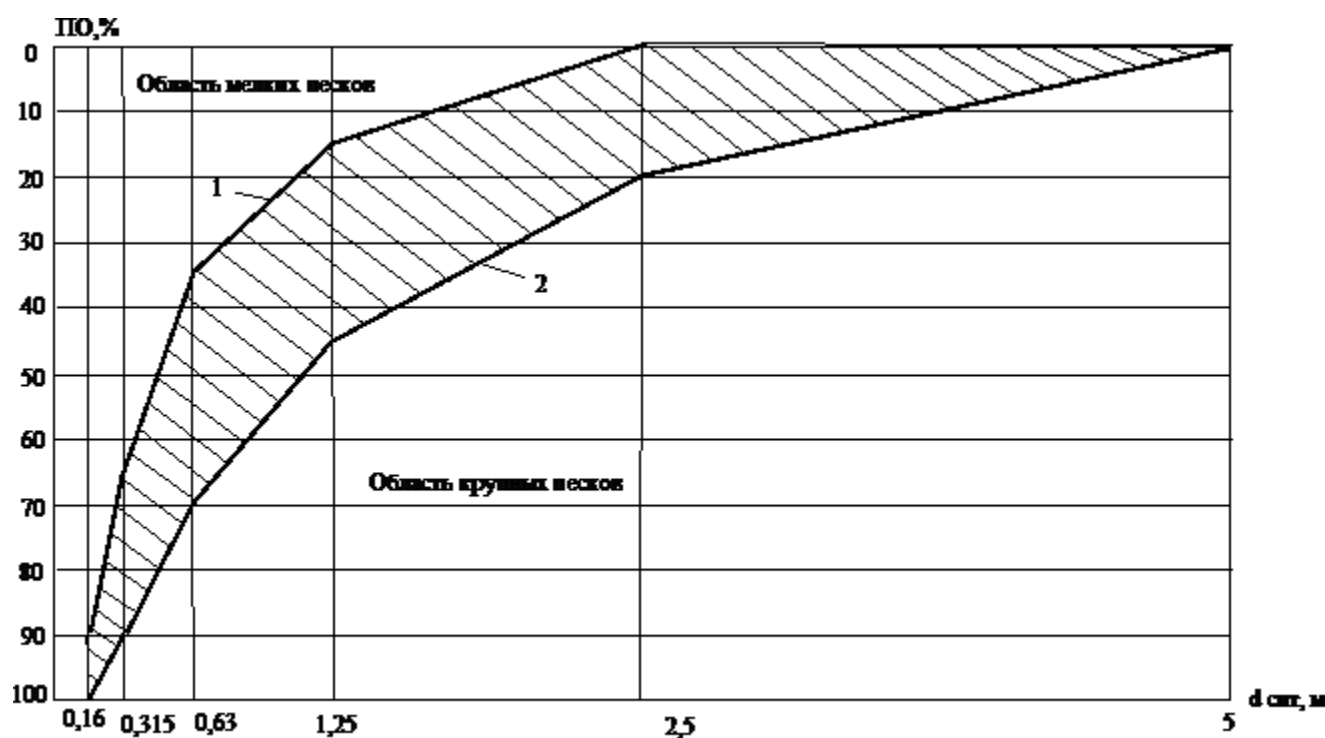


Рис. 1. График зернового состава песка

Для оценки пригодности песка к изготовлению тяжёлого бетона (объёмная масса 1800—2500 кг/м³), согласно ГОСТ 26633-91 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия», по результатам определения зернового состава песка строят график рассева (рис. 1). Если кривая, характеризующая зерновой состав исследуемого песка, располагается между верхней и нижней кривыми графика, то такой песок считается пригодным к изготовлению бетона (высокого качества).

Семинарское занятие

Тема: Определение зернового состава крупного заполнителя (2 часа)

Цель работы: изучение свойств крупного заполнителя, методов его испытания и требований ГОСТа, предъявляемых к данному материалу.

Порядок	проведения	работы
1. Определение	объемной насыпной	массы.
Определяется путем взвешивания сухого щебня в мерном цилиндре		

заданной емкости. В общем случае формула, по которой рассчитывается объемная насыпная масса, выглядит так:

$$\gamma_{\text{щ}} = \frac{m_2 - m_1}{V},$$

где m_2 - масса цилиндра со щебнем; m_1 - масса цилиндра; V -объем цилиндра.

$$\gamma_{\text{щ}} = \frac{5,3 - 0,320}{0,0033} = 1509$$

В нашем случае

2. Определение средней плотности зёрен щебня.

В мерный цилиндр заливают заданный объем воды, затем взвешивают пробу зерен щебня, и помещают их в цилиндр с водой. По тому, насколько изменился уровень воды в цилиндре, определяют среднюю плотность зерен щебня, используя формулу:

$$\rho_{\text{з}} = \frac{m}{V_2 - V_1},$$

где m - масса щебня, кг ; V_1 - первоначальный объем воды в цилиндре, м^3 ; V_2 - объем воды после засыпания щебня, м^3 .

$$\rho_{\text{з}} = \frac{0,5}{0,00075 - 0,0005} = 2000 \text{ кг } \cdot \text{м}^{-3}$$

В нашем случае

Определение межзерновойпустотности щебня.

Определяется, исходя из двух предыдущих полученных значений, по формуле:

$$\Pi = \frac{\rho_{\text{з}} - \gamma_{\text{щ}}}{\rho_{\text{з}}} * 100\%$$

; при этом данная величина не должна быть больше 45%.

$$\Pi = \frac{2000 - 1509}{2000} * 100\% = 24,5\%$$

В нашем случае

2000

, сл-но, вычисления верны.

4. Определение зернового состава щебня(гравия)

Для работы нам потребуются: набор сит с размерами отверстий 70, 40, 20, 10 и 5 мм; испытуемый заполнитель, весы. Порядок проведения работы:

1) необходимо избавиться от частиц, крупнее 100мм, с помощью проволочных колец- калибров.

2) Просеиваем пробу заполнителя через сита, взвешивая остаток на каждом из них. Далее вычисляем частные остатки на каждом сите, выражая их через процентное соотношение к общей массе испытуемой пробы.

3) По частным остаткам вычисляют также полные остатки на каждом сите, суммируя частный остаток данного сита с суммой остатков на предыдущих. Общая формула полного остатка на сите:

$$A_1 = a_1 ;$$

$$A_n = A_{n-1} + a_n ; n = 1$$

4) Устанавливаются $D_{\text{наиб}}$ и $D_{\text{наим}}$ крупности зёрен заполнителя. За $D_{\text{наиб}}$ принимается размер отверстия того сита, полный остаток на котором составил менее 5%, за $D_{\text{наим}}$ - на котором он составил не менее 95%. Также вычисляются значения $0,5(D_{\text{наиб}} + D_{\text{наим}})$ и $1,25 D_{\text{наиб}}$.

Полученные значения частных и полных остатков, $D_{\text{наиб}}$, $D_{\text{наим}}$, $0,5(D_{\text{наиб}} + D_{\text{наим}})$ и $1,25 D_{\text{наиб}}$ заносятся в таблицу "Зерновой состав заполнителя".

Зерновой состав заполнителя

Остатки	Размер отверстий сит, мм	Прошло через сито 5 мм				
Частные остатки, кг --	1,580	2,160	0,755	0,280	0,225	
Частные остатки, % --	31,6	43,2	15,1	5,6	4,5	
Полные остатки, % --	31,6	74,8	89,9	95,5		
Наименьший размер зёрен, $D_{\text{наим}}$	$0,5(D_{\text{наиб}} + D_{\text{наим}})$	$D_{\text{наиб}}$	$1,25 D_{\text{наиб}}$			
95,5	47,75					

По полученным значениям необходимо построить график, который при соединении 4 точек значений $D_{\text{наим}}$, $0,5(D_{\text{наиб}} + D_{\text{наим}})$, $D_{\text{наиб}}$ и $1,25 D_{\text{наиб}}$ примет вид кривой линии. Заполнитель считается годным по зерновому составу, если его график попадает в отмеченную область.

По полученным значениям необходимо построить график, который при

соединении 4 точек- значений $D_{\text{наим}}$, $0,5(D_{\text{наиб}} + D_{\text{наим}})$, $D_{\text{наиб}}$ и $1,25 D_{\text{наиб}}$ примет вид кривой линии. Заполнитель считается годным по зерновому составу, если его график попадает в отмеченную область.

Семинарское занятие

Тема: Древесина и материалы на ее основе в строительстве. (2 часа)

Задание. Ознакомиться со строением основных древесных пород. Пользуясь учебником, перечислить и зарисовать основные пороки древесины в соответствии с классификацией ГОСТ 2140-81.

Древесину широко применяют в строительстве с давних времен благодаря уникальному сочетанию свойств: высокой прочности при небольшой плотности, упругости, малой теплопроводности, легкости обработки, простоте скрепления отдельных элементов, высокой морозостойкости, химической стойкости и высокой декоративности. Вместе с тем древесина имеет ряд недостатков: анизотропия строения и свойств, наличие пороков, гигроскопичность и, как следствие, влажностные деформации, приводящие к изменению размеров, короблению и растрескиванию. Особенно серьезным недостатком является ее горючесть и подверженность гниению.

Макроструктура древесины — строение древесины, видимое невооруженным глазом. Макроструктуру можно рассматривать на трех основных разрезах ствола: поперечном (торцевом) и двухпродольных: радиальном, проходящем через ось ствола, и тангенциальном, проходящем по хорде вдоль ствола (рис. 3).

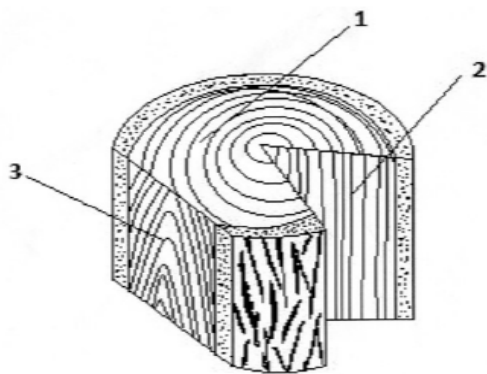


Рис. 3 Основные разрезы ствола дерева:

1 — поперечный (торцевой); 2 — радиальный; 3 — тангенциальный

Основные части древесины хорошо различимы на поперечном разрезе. Строение ствола дерева(торцевой срез) представлено на рис. 4

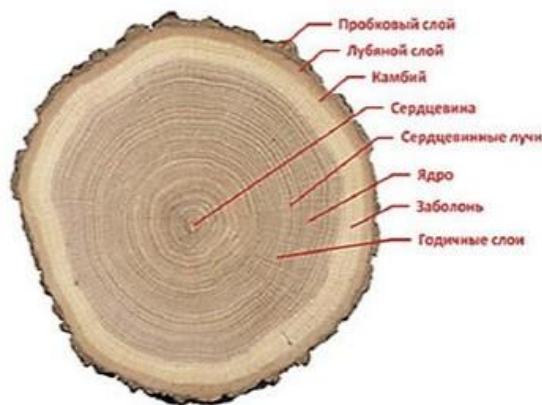


Рис. 4 Строение ствола дерева

Кора состоит из кожицы (корки, наружная часть) и пробковой ткани и луба (внутренняя часть). Кора и пробковая ткань защищают дерево от механических повреждений и вредного влияния среды. Луб служит для доставки питательных веществ, нужных для роста дерева.

Под слоем луба у растущего дерева находится тонкий слой камбия, состоящего из живых клеток. Поэтому в поперечном разрезе древесина ствола (его часть от луба до сердцевины) состоит из ряда концентрических годовичных колец, расположенных вокруг сердцевины. Каждое годовичное кольцо состоит из двух слоев. Клетки ранней (весенней) древесины образуются весной или в начале лета.

Клетки поздней (летней) древесины образуются к концу лета. Ранняя древесина имеет светлый цвет и состоит из крупных тонкостенных клеток. Поздняя древесина имеет более темный цвет, меньшую пористость и обладает большой прочностью. Она состоит из мелких клеток с толстыми стенками.

Прочность древесины тем выше, чем больше процент поздней древесины. Толстый наружный слой древесины, находящийся за камбием, называется заболонью. Она состоит из живых клеток, обеспечивающих перемещение питательных веществ от корней к кроне. Эта часть древесины имеет большую влажность, малую прочность, обладает большой усушкой и склонностью к короблению, относительно легко загнивает.

Следующий за заболонью внутренний слой древесины называется ядром. В процессе роста дерева стенки клеток древесины внутренней части ствола, примыкающей к сердцевине, постепенно изменяют свой состав, структуру и цвет. Ядро состоит из полностью отмерших клеток. Они не участвуют в жизнедеятельности дерева, не проводят по стволу влагу, имеют меньшую влажность, чем у заболони, более прочные, твердые и менее склонны к загниванию.

Сердцевина состоит из клеток с тонкими стенками, слабо связанных друг с

другом. Сердцевина вместе с древесной тканью первого года жизни дерева образует сердцевинную трубку. Эта часть ствола дерева мало прочна и легко загнивает. Древесина в процессе своего роста пропитывается природными антисептиками. У хвойных пород эту роль выполняет смола, а у лиственных — дубильные вещества. В заводских условиях древесину обрабатывают искусственными антисептиками.

Породы, у которых ядро отличается от заболони более темной окраской и меньшей влажностью, называют ядровыми (сосна, лиственница, дуб, кедр), породы, центральная часть которых имеет только меньшую влажность, по сравнению с заболонью — спелодревесными (пихта, ель, липа, бук).

Породы, не имеющие значительного различия между центральной и наружной частями стволовой древесины, называют заболонными (осина, ольха, клен, береза).

В древесине всех пород расположены сердцевинные лучи, которые служат для перемещения влаги и питательных веществ в поперечном направлении от луба к сердцевине и создания запаса этих веществ на зимнее время. У хвойных пород они очень узкие и видны только под микроскопом. Поним древесина легко раскалывается и при высыхании растрескивается.

Семинарское занятие

Тема: Стекло и металлы в строительстве. (2 часа)

Стекло - один из самых древних материалов аморфной структуры, получаемый быстрым охлаждением (для предотвращения кристаллизации) огненно-вязких расплавов, состоящих из стеклообразующих компонентов с преобладанием оксида кремния. При этом прозрачность (пропускание света в видимом человеческим глазом диапазоне излучения) не является обязательным свойством для всех видов природных или искусственных стекол.

Плотность стекла зависит от его химического состава: минимальная плотность у кварцевого стекла (2200 кг/м^3), наибольшая — у стекол, содержащих оксиды свинца, висмута, тантала (до 6000 кг/м^3). Плотность рядовых применяемых в строительстве натрий-кальций-силикатных стекол колеблется в пределах $2500\text{--}2600 \text{ кг/м}^3$. При повышении температуры до 1300°C плотность стекла снижается на 6–12 %. Модуль Юнга стекол зависит от химического состава и варьируется от $48 \cdot 10^3$ до $12 \cdot 10^4 \text{ МПа}$, коэффициент Пуассона 0,25.

Прочность большинства рядовых стекол на сжатие составляет $500\text{--}2000 \text{ МПа}$, оконного стекла — 1000 МПа . Предел прочности на растяжение стекла значительно меньше — $35\text{--}100 \text{ МПа}$ и путем закаливания стекла удается его повысить в 3–4 раза. Также значительно повышает прочность обработка поверхности стекол химическими реагентами для удаления дефектов: мельчайших трещин и царапин.

Твердость стекла зависит от вида и содержания примесей, но в

большинстве случаев по шкале Мооса составляет 6–7. Наиболее твердые кварцевое и боросиликатное стекла, а с увеличением содержания щелочных оксидов твердость снижается до минимальной у свинцового стекла.

Температура плавления стекла отсутствует, т. к. это аморфный термопластичный материал, который при нагреве постепенно размягчается до перехода в жидкость в некотором температурном интервале, зависящем от химического состава.

Ниже температуры стеклования (425–600 °С) стекло приобретает хрупкость, а выше — становится жидкостью и при этих температурах стекломасса перерабатывается в изделия.

Хрупкость стекла. В области ниже температуры стеклования стекло разрушается от механического воздействия без пластической деформации и относится к идеально хрупким материалам. Для расширения сферы применения стекла подвергают закалке (сталинит), создают многослойные композиты (триплекс) и упрочняют методом низкотемпературной ионообменной диффузии.

Теплопроводность стекланизкая и равна 0,711–13,39 Вт/(м·К), а у оконных стекол — 0,96 Вт/(м·К).

Сырьевые материалы, из которых изготавливают стекло, должны содержать основные компоненты (кремнезем — кварцевый песок, соду и известь) и дополнительные, вводимые в зависимости от вида материала (поташ, оксид свинца, борный ангидрид). Шихта также может содержать стеклянные осколки от предыдущей варки, окислители, красители и глушители.

После того как материалы измельчены, тщательно перемешаны друг с другом в требуемых соотношениях, расплавлены при высокой температуре, а расплав быстро охлажден, получают стекло. Стеклообразующий песок — это кварц, наиболее распространенная форма кремнезема.

Производство стекла происходит путем варки, а затем выдерживания смеси сырьевых материалов при высоких температурах (1200–1600 °С) в течение продолжительного времени (12–96 ч), что обеспечивает протекание необходимых реакций для приобретения стеклом своих свойств. Большие массы стекла варят в ваннах печей непрерывного действия, а постоянный уровень расплавленного стекла в ванне поддерживают путем непрерывной подачи шихты на одном из концов установки и извлечения готового продукта с той же скоростью из другого конца.

Кварцевое стекло состоит только из кремнезема, это простейшее стекло по своим химическим и физическим свойствам, обладающее характерными параметрами: не подвергается деформированию при температурах вплоть до 1000 °С, обладает стойкостью к термоудару при резком изменении температуры, отлично пропускает как видимое, так и ультрафиолетовое излучение.

Недостатками являются трудности изготовления и переработки изделия, высокая стоимость, что ограничивает его применение изделиями специального назначения: как химико-лабораторная посуда, ртутные лампы и компоненты оптических систем.

В 1939 г. был изобретен вид стекла — специальное кварцевое стекло с

содержанием кварца 96 %. Данный продукт обладает эквивалентными кварцевому стеклу свойствами, однако может производиться дешевле и с большим разнообразием формы и размеров.

Натриево-силикатные стекла получают сплавлением кремнезема (оксида кремния) и соды (карбоната натрия) при температуре на 900 °С более низкой, чем у кварцевого стекла.

Но такие стекла растворяются в воде и из них нельзя изготавливать большинство изделий.

Известковые стекла изобретены в древности, когда обнаружили, что водорастворимость натриево-силикатных стекол можно устранить добавлением извести и получением таким образом натриево-известково-силикатных стекол (главные компоненты шихты — оксиды Na_2O , CaO и SiO_2). Эти стекла широко используют (90 % мирового производства) для изготовления листового и зеркального стекла, стеклотары, потому что они легко расплавляются при более низкой температуре, а сырье недорогое.

Свинцовые стекла изготавливают сплавлением оксида свинца с кремнеземом, оксидами натрия или калия и небольшими добавками других оксидов. Эти свинцово-натриево-силикатные или свинцово-калиево-силикатные стекла дороже известковых, но имеют более низкую температуру плавления и простоту изготовления. Такое стекло является одним из лучших изоляторов для изготовления электроники, изолирующих элементов электроламп и конденсаторов. Большинство стекол, называемых хрусталем, являются свинцовыми.

Боросиликатные стекла обладают высоким содержанием оксида кремния, низким — щелочного металла и существенным — оксида бора. В 1915 г. фирма «Корнинг Гласс Уоркс» начала производить первые боросиликатные стекла под торговым названием «пирекс». В зависимости от состава стойкость таких стекол к термоудару в 2–5 раз выше, чем у известковых, они намного превосходят другие стекла по химической стойкости и полезны для применения в электротехнике. Такое сочетание свойств сделало возможным производство новых стеклянных изделий (промышленных труб, рабочих колес центробежных насосов и домашней кухонной посуды).

Существует много других видов стекол специального назначения (алюмосиликатные, фосфатные и боратные), которые производят с разнообразной окраской для изготовления линз, светофильтров и осветительного оборудования.

Металлами принято называть вещества, обладающие характерными для них свойствами: особым металлическим блеском поверхности, высокой пластичностью, тепло- и электропроводностью, а также, в большинстве случаев, значительной прочностью.

В строительной отрасли металлы нашли широкое применение в качестве сырья для изготовления металлических изделий или металлопроката (полуфабриката): при строительстве гидротехнических сооружений, производственных, офисных и общественных зданий и сооружений.

Металлы классифицируют по виду железных руд, из которых их получают:

черные металлы — из природных соединений, содержащих химический элемент железо, а цветные металлы — из других соединений, содержащих любой из ме-

таллических элементов, кроме железа. Некоторые металлы в природных условиях не образуют химических соединений, а встречаются в самородном виде: благородные металлы (золото, серебро) и некоторые другие (ртуть, медь). Используемые на практике черные металлы являются высокотемпературными сплавами железа и углерода с незначительными примесями других химических элементов (кремний, марганец, сера, фосфор и другие).

Черные металлы в зависимости от содержания углерода, определяющего прочностные характеристики сплавов, подразделяют на чугуны и стали.

Чугун — это железоуглеродистый сплав с содержанием углерода 2,14–6,67 %. По назначению чугуны дополнительно подразделяют на литейные (применяют для отливки различных строительных деталей), пердеельные (используют в качестве сырья для производства стали) и специальные (добавки при производстве стали и чугуна литья). По характеру металлической структуры чугуны делят на группы: серый, белый, высокопрочный и ковкий.

Серый чугун — содержит углерода 2,4–3,8 %, причем весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита Fe_3C . Он хорошо поддается обработке, но имеет повышенную хрупкость. Его используют для производства изделий, не подвергающихся в процессе эксплуатации ударным воздействиям.

Белый чугун — содержит углерода 2,8–3,6 % в свободном состоянии в виде пластинчатого графита. Он обладает более высокой твердостью и хрупкостью, не поддается обработке и поэтому применяется только как сырье для других видов черных металлов.

Высокопрочный чугун получают путем введения магния в количестве 0,03–0,04 % в расплав чугуна, что повышает его прочностные свойства по сравнению с серым чугуном. Основные области применения — это корпуса насосов, вентиля и других агрегатов.

Ковкий чугун — содержит углерода 2,5–3,0 % в виде хлопьевидного графита. Его получают длительным нагревом при высоких температурах заготовок из белого чугуна, что позволяет подвергать его механической обработке и расширяет области применения: тонкостенные детали (гайки, скобы), чугунные плиты для облицовки подвергающихся истиранию поверхностей гидротехнических сооружений, водопроводные задвижки и трубы.

Сталь — железоуглеродистый сплав с содержанием углерода до 2,14 %, что придает ей возможность механической обработки (ковкость), при этом прослеживается следующая зависимость: увеличение содержания углерода повышает твердость и хрупкость и одновременно понижает пластичность и удар-

ную вязкость. По химическому составу (содержание в сплаве химических элементов) стали подразделяют на углеродистые и легированные. По назначению стали делятся на конструкционные и инструментальные, а по способу получения — на мартеновские, конвертерные и электростали.

Сталь углеродистая обыкновенного качества представляет собой сплав железа с

углеродом (содержание 0,06–0,62 %), в небольшом количестве могут присутствовать примеси (кремний, марганец, фосфор или сера).

Семинарское занятие

Тема: Строительные материалы на основании полимеров (2 часа)

Полимерными называют материалы, основным компонентом которых является полимер.

Другое их название — пластмассы (пластические массы) — связано со способностью в процессе переработки переходить в пластическое состояние и принимать требуемую форму, сохраняя ее после снятия действующих усилий.

Полимеры — высокомолекулярные органические соединения, молекулы которых (макромолекулы) состоят из многократно повторяющихся звеньев — одинаковых групп атомов. По поведению при нагревании и охлаждении полимеры делятся на две группы: термопластичные и термореактивные.

Термопластичные полимеры (термопласты) при нагревании способны размягчаться, а при охлаждении вновь отвердевать, причем многократно и обратимо. Это полимеры с линейным или разветвленным строением макромолекул: полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, полистирол, поливинилхлорид, поливинилацетат, полиакрилаты, поликарбонаты и др.

Термореактивные полимеры (реактопласты) имеют пространственное строение макромолекул и в отличие от термопластов отвердевают необратимо. После отверждения при последующем нагревании они подвергаются деструкции, превращаются в неплавкие и нерастворимые продукты.

К ним относятся: фенолоальдегидные, полиэфирные, фурановые, эпоксидные, кремнийорганические полимеры и др.

Как правило, пластмассы представляют собой многокомпонентные системы, в которых полимеры играют роль связующего вещества.

Связующее вещество скрепляет непластичные материалы и определяет все важнейшие свойства готовой продукции, включая ее стоимость. Кроме полимера в состав пластмасс могут входить наполнители, стабилизаторы, пластификаторы, отвердители и другие компоненты.

Наполнители снижают расход полимера и удешевляют пластмассы. Кроме того, они придают пластмассам необходимые свойства: снижают усадку, ползучесть, горючесть, повышают атмосферостойкость, прочность, твердость, теплостойкость и т.д. По виду наполнители могут быть порошкообразными (древесная мука, мел, тальк, сажа и т.п.), волокнистыми (стекловолокно, асбест, органические волокна) и листовыми (бумага, древесный шпон, ткани). В газонаполненных пластмассах роль наполнителей выполняют равномерно распределенные воздушные поры.

Наполнители занимают существенную часть объема пластмасс, а некоторые пластмассы на 80–90 % состоят из наполнителей.

Пластификаторы облегчают скольжение макромолекул друг относительно друга и в результате улучшают удобоформуемость пластмасс, повышают их

гибкость, растяжимость и эластичность. Пластификаторы вводятся в количестве от 5 до 40 % и представляют собой в основном нелетучие органические жидкости, хорошо совмещающиеся с полимером (дибутилфталат, диоктилфталат, масла, хлорпарафины и др.).

Стабилизаторы способствуют сохранению структуры и свойств пластмасс во времени.

Вводят термо- и светостабилизаторы (стеараты цинка, кальция, газовая сажа и др.). Отвердители — аминные или перекисные соединения, кислоты и прочие вещества являются инициаторами реакций полимеризации и ускоряют процесс отверждения пластмасс.

Для придания цвета в пластмассы вводят органические красители (на основе анилина и др.) и минеральные пигменты (охра, железный сурик, диоксид титана и др.). Порообразователи (порофоры и др.) — вещества, обеспечивающие создание в материале пор. Антипирены (эфиры фосфорных кислот, борат цинка и др.) повышают стойкость против возгорания.

К положительным свойствам пластмасс относится их малая средняя плотность: от 15...50 кг/м³ у ячеистых пластмасс до 2100 кг/м³ у конструкционных материалов. В сочетании с высокой механической прочностью это обеспечивает очень высокую удельную прочность.

Наряду с высокой прочностью при сжатии пластмассы имеют еще более высокую прочность при изгибе. Пористость изменяется в широких пределах: полимерные пленки, линолеум, композитная арматура практически не имеют пор, а пористость пенопластов — от 95 до 98 %. Плотные полимерные материалы и материалы с закрытой пористостью водонепроницаемы.

Пластмассы имеют низкую теплопроводность, высокую водостойкость, универсальную химическую стойкость, высокие электроизоляционные свойства, малую истираемость, гигиеничность и декоративность. Пластмассы способны окрашиваться в различные цвета; некоторые из них — прозрачны.

Технологичность пластмасс заключается в относительной простоте изготовления и в высокой степени заводской готовности изделий. Пластмассы легко обрабатываются (режутся, сверлятся, пилятся и т.д.), хорошо свариваются и склеиваются как между собой, так и с другими материалами.

К отрицательным свойствам пластмасс следует отнести низкую теплостойкость: температура применения большинства пластмасс от 100 до 150 °С, а некоторые начинают размягчаться уже при температуре 60–80 °С. Термореактивные полимеры более теплостойки; кремнийорганические полимеры выдерживают нагревание до 400 °С.

При длительном нагружении пластмассы склонны к необратимой деформации — ползучести. Твердость пластмасс низкая, а тепловое расширение высокое, гораздо больше, чем у бетона, металлов, стекла. Пластмассы склонны к старению, изменению структуры и свойств полимерного связующего при продолжительном комплексном воздействии климатических факторов, особенно

ультрафиолетового излучения. Старение выражается в потускнении цвета, потере прозрачности, увеличении хрупкости, растрескивании и деструкции. В

процессе эксплуатации пластмассы могут выделять токсичные вещества (фенол, формальдегид, фурфурол и др.). Причина этого — незавершенность процессов получения полимеров. Особенно опасны вещества, выделяющиеся при горении пластмасс, например, диоксин. Большинство пластмасс относятся к горючим материалам. Отслужившие свой срок полимерные материалы не разлагаются в природной среде, а отсюда — рост количества полимерных отходов.

Таблица 1

Характеристика полимерных строительных материалов

№	Материал	Исходное сырье	Основные свойства	Внешний вид
1	Поливинилхлоридный линолеум: – без подосновы одно- и многослойный – на тканевой подоснове – на теплозвукоизолирующей подоснове – со вспененным слоем			
2	Синтетические ковровые покрытия			
3	Ламинат			
4	Трубы: – полимерные – металлополимерные – стеклопластиковые			
5	Погонажные изделия (поручни, раскладки, короба для электропроводки, плинтусы и др.)			
6	Штучные изделия (вентиляционные решетки и др.)			
7	Декоративный бумажно-слоистый пластик			
8	Сайдинг			
9	Декоративная ПВХ пленка: – безосновная – на бумажной подоснове			
10	Материалы для отделки потолков			
11	Арматура композитная полимерная			
12	Древесно-стружечные плиты			
13	Полимербетоны и растворы			
14	Кровельные и гидроизоляционные мембраны			
15	Штучные герметики			
16	Герметизирующие мастики			
17	Геосинтетики			

Семинарское занятие

Тема: Методы расчёта строительных конструкций. Нагрузки и воздействия. (2 часа)

Расчет строительных конструкций производят для обеспечения заданных условий в процессе их возведения и эксплуатации при минимальных расходах материалов, денежных ресурсов и наименьших затратах труда.

В истории развития методов расчета строительных конструкций выделяют три основных периода:

1 Расчет строительных конструкций по допускаемым напряжениям применялся

в СССР до 1938 г.;

2 Расчет строительных конструкций по разрушающим усилиям официально использовался для конструкций из всех материалов в период с 1938 г. по 1955 г.;

3 Расчет строительных конструкций по предельным состояниям применяется с 1955 г. по настоящее время.

Предельным состоянием называется такое состояние конструкции, при котором она перестает удовлетворять заданным требованиям эксплуатации или изготовления, т.е. дальнейшая эксплуатация конструкции становится невозможной вследствие потери способности сопротивляться внешним нагрузкам или вследствие получения недопустимых перемещений или местных повреждений.

Основной задачей расчета по методу предельных состояний является создание условий, не допускающих переход конструкций в предельное состояние в течение всего срока эксплуатации.

В соответствии с основной задачей расчета по методу предельных состояний были установлены две группы предельных состояний:

1 группа – по несущей способности. Выполняются расчеты по потере несущей способности или полной непригодности к эксплуатации, т.е. расчеты на прочность, устойчивость, выносливость.

Цель расчета: обеспечить прочность конструкции при хрупком, вязком или ином характере разрушения, при потере устойчивости формы конструкции или ее положения, при усталостном разрушении, при разрушении от совместных воздействий силовых факторов и неблагоприятных влияний внешней среды.

Расчет по первой группе предельных состояний выполняется в общем случае для всех этапов работы конструкции и ее элементов: изготовления, транспортирования, возведения и эксплуатации.

При расчете по I группе предельных состояний несущая способность будет обеспечена при выполнении условия:

$$F \leq F_n(S, R_{bn}, \gamma_b, \gamma_{bi}, R_{sn}, \gamma_s, \gamma_{si}), \quad (2.1)$$

где F – наибольшее возможное усилие (продольная, поперечная сила, момент) в рассматриваемом элементе конструкции, возникающее в нем от невыгодного сочетания внешних нагрузок или иных воздействий; функция эксплуатационной нагрузки, коэффициента надежности по нагрузке и других факторов; $F_n(S, R_{bn}, \gamma_b, \gamma_{bi}, R_{sn}, \gamma_s, \gamma_{si})$ – наименьшая возможная величина несущей способности элемента, функция геометрических характеристик сечения, прочности материалов, коэффициентов условий работы.

2 группа – по пригодности к нормальной эксплуатации.

Выполняются расчеты на образование, раскрытие (закрытие) трещин и чрезмерные перемещения (прогибы, углы поворота, углы перекоса, амплитуды колебаний).

Цель расчета: не допустить в конструкции возникновения чрезмерных

перемещений (прогибов, углов перекоса, поворота, колебаний), а также чрезмерного образования и раскрытия трещин, затрудняющих нормальную эксплуатацию или снижающих долговечность конструкции.

Расчет по второй группе предельных состояний должен гарантировать сохранение эксплуатационных качеств конструкции с учетом изменчивости прочностных и деформативных свойств материалов.

При расчете по II группе предельных состояний должно соблюдаться условие:

$$\Delta \leq [\Delta], \quad (2.2)$$

где Δ – величина обратимых деформаций, возникающих в результате действия эксплуатационных нагрузок; $[\Delta]$ – соответствующая предельная величина, установленная нормами или заданная при проектировании и гарантирующая нормальную эксплуатацию конструкции.

Удовлетворение требований (2.2) II группы предельных состояний в общем случае включает расчеты по образованию, раскрытию трещин и по деформациям (прогибам, перемещениям и пр.).

Расчет по образованию трещин. Трещины в элементе не появляются, если выполняется условие:

$$F \leq F_{crs}, \quad (2.3)$$

здесь F – максимально возможное усилие в сечении элемента от действующей нагрузки; F_{crs} – минимально возможное усилие, воспринимаемое сечением перед образованием трещин.

Расчет по раскрытию трещин. Если по условиям эксплуатации образование трещин допустимо, то должна быть ограничена ширина их раскрытия, т.е. должно соблюдаться условие:

$$a_{crs} \leq [a_{crs}], \quad (2.4)$$

где a_{crs} – установленная расчетами ширина раскрытия трещин; $[a_{crs}]$ – установленная нормами предельно допустимая ширина раскрытия трещин, зависящая от условий работы конструкции.

Расчет по деформациям (перемещениям, прогибам). При необходимости ограничения прогиба конструкции должно выполняться условие:

$$f \leq [f], \quad (2.5)$$

где f – установленная расчетами величина прогиба конструкции; $[f]$ – предельно допустимое значение прогиба, установленное нормами.

Нагрузки, действующие на конструкцию и прочностные характеристики материалов, из которых конструкция изготовлена, обладают изменчивостью и могут отличаться от средних значений.

Поэтому для обеспечения того, чтобы за время нормальной эксплуатации конструкций не наступило ни одного из предельных состояний, вводится

система расчетных коэффициентов, учитывающих возможные отклонения (в неблагоприятную сторону) различных факторов, влияющих на надежную работу конструкции здания в целом:

- коэффициенты надежности по нагрузке γ_f – учитывают изменчивость нагрузок или воздействий;
- коэффициенты надежности по бетону γ_b и арматуре γ_s – учитывают изменчивость прочностных свойств бетона и арматуры соответственно;
- коэффициенты надежности по назначению конструкции γ_n – учитывают степень ответственности и капитальности зданий и сооружений;
- коэффициенты условий работы бетона γ_{bt} и арматуры γ_{st} – учитывают различные особенности работы материалов и конструкций в целом.

Вышеназванные коэффициенты позволяют обеспечить требуемую надежность работы конструкций для всех стадий: проектирования, изготовления, транспортирования, возведения и эксплуатации.

Так, значения нагрузок следует определять с учетом коэффициентов надежности по нагрузке γ_f (табл. 2.1) и назначению n (табл. 2.2).

Таблица 2.1

Коэффициенты надежности по нагрузке γ_f

Конструкции сооружений и вид грунтов	Числовое значение
Конструкции: -металлические	1,05
- бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м ³), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные	1,1
- бетонные (со средней плотностью 1600 кг/м ³ и менее), изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засыпки, стяжки и т.п.), выполняемые:	
в заводских условиях	1,2
на строительной площадке	1,3
Грунты: в природном залегании	1,1
насыпные	1,15

Таблица 2.2

Коэффициенты надежности по назначению γ_n

Класс ответственности зданий и сооружений	Числовое значение
Класс I	1,0
Класс II	0,95
Класс III	0,9
Для временных зданий и сооружений со сроком службы до 5 лет	0,8

При проектировании железобетонных конструкций следует учитывать нагрузки, возникающие при возведении и эксплуатации зданий и сооружений, а также при изготовлении, хранении и перевозке строительных конструкций.

В расчетах используют нормативные и расчетные значения нагрузок.

Семинарское занятие

Тема: Определение нагрузок, действующих на фундамент. Выбор глубины заложения и площади подошвы фундамента. (2 часа)

Расчет нормативных значений усилий от нагрузок на уровне обреза фундаментов, воспринимаемых рамой каркаса (постоянная, снеговая, ветровая и крановая), выполняется на ЭВМ.

Наиболее нагруженными являются фундаменты по оси К. Нормативные значения усилий для этих фундаментов приведены в табл. 5.5. Правило знаков для М и Q: «плюс» — влево, «минус» — вправо применительно к изображению поперечно-го разреза здания на рис. 5.1.

Таблица 5.5

**Нормативные значения усилий на уровне обреза
фундаментов по оси К**

Усилие	Нагрузки			
	постоянная	снеговая	ветровая	крановая
N_n , кН	1506.4	144.0	0	830.0
M_n , кН·м	47.0	28.8	±308.9	±48.5
Q_n , кН	4.7	0	±53.9	±13.6

Определение значений расчетных усилий по обреза фундаментов по оси К произведено в соответствии с указаниями подраздела 1.2. при наиболее неблагоприятном сочетании нагрузок.

Согласно п. 5 [17] в сочетаниях участвуют только постоянные и кратковременные нагрузки (длительных нагрузок нет). Тогда для основного сочетания S_m

$$N_n = 1506.4 + 1 \cdot 830 + 0.9 \cdot 144 = 2466 \text{ кН};$$

$$M_n = 47 + 1 \cdot 308.9 + 0.9 \cdot 48.5 + 0.7 \cdot 28.8 = 419.7 \text{ кН·м};$$

$$Q_n = 4.7 + 1 \cdot 59.8 + 0.9 \cdot 13.6 = 70.8 \text{ кН}.$$

Для расчетов по деформациям (с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1$)

$$N_{Icol} = N_n \gamma_f = 2466 \cdot 1 = 2466 \text{ кН};$$

$$M_{Icol} = M_n \gamma_f = 419.7 \cdot 1 = 419.7 \text{ кН·м};$$

$$Q_{Icol} = Q_n \gamma_f = 70.8 \cdot 1 = 70.8 \text{ кН}.$$

Для расчетов по несущей способности (с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1.2$)

$$N_{Icol} = N_n \gamma_f = 2466 \cdot 1.2 = 2959.2 \text{ кН};$$

$$M_{Icol} = M_n \gamma_f = 419.7 \cdot 1.2 = 503.6 \text{ кН·м};$$

$$Q_{Icol} = Q_n \gamma_f = 70.8 \cdot 1.2 = 85 \text{ кН}.$$

Планово-высотная привязка здания на строительной площадке приведена на рис. 5.2 (размеры и отметки в метрах).

Инженерно-геологические разрезы, построенные по заданным скважинам,

показаны на рис. 5.3, 5.4.5.3.2. По приведенным в табл. 5.3 исходным характеристикам вычисляем (в учебных целях) необходимые показатели свойств и состояния грунтов. Ниже приведены вычисления только для слоя суглинка. В курсовом и дипломном проектах вычисления следует выполнить для всех заданных слоев, при этом для песчаных и крупнообломочных грунтов необходимо определить степень влажности. Результаты вычислений представлены для всех слоев в табл. 5.6.

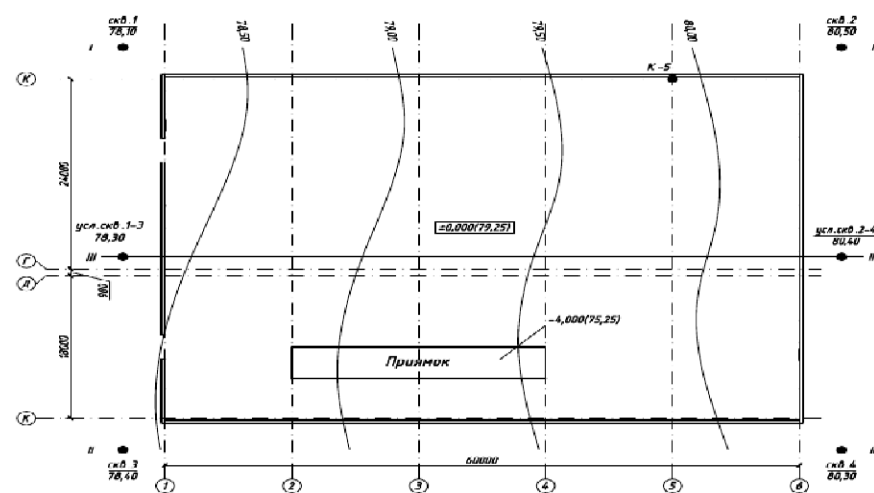


Рис. 5.2. Схема планово-высотной привязки здания

Таблица 5.6 - Показатели свойств и состояния грунтов

№ слоя	ρ_d , т/м ³	n , %	e , —	S_r , —	I_P , %	I_L , —	γ_I/γ_{II} , кН/м ³	γ_s , кН/м ³	γ_{sb} , кН/м ³	$R_{усл}$, кПа
2	1.52	44.0	0.785	0.79	11	0.54	17.9/18.1	27.1	9.6	201.4
3	1.56	41.4	0.706	0.98	—	—	18.6/18.8	26.1	9.7	245.5
4	1.59	42.0	0.724	0.96	20	0.30	19.1/19.3	26.8	10.1	483.2

Примечание. Наименование грунта по [3]: слой 2 — суглинок мягкопластичный; слой 3 — песок мелкий, средней плотности, водонасыщенный; слой 4 — глина тугопластичная.

5.3.3. Для слоя 2 (суглинок) число пластичности

$$I_P = w_L - w_P = 28 - 17 = 11 \text{ \%};$$

плотность сухого грунта

$$\rho_d = \frac{\rho_n}{1 + 0.01w} = \frac{1.87}{1 + 0.01 \cdot 23} = 1.52 \text{ т/м}^3;$$

пористость

$$n = \left(1 - \frac{\rho_d}{\rho_s}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{1.52}{2.71}\right) \cdot 100 = 44 \text{ \%};$$

коэффициент пористости

$$e = \frac{n}{100 - n} = \frac{44}{100 - 44} = 0.786;$$

степень влажности

$$S_r = \frac{w\rho_s}{100e\rho_w} = \frac{23 \cdot 2.71}{100 \cdot 0.786 \cdot 1.0} = 0.79;$$

показатель текучести

$$I_L = \frac{w - w_P}{w_L - w_P} = \frac{23 - 17}{28 - 17} = 0.54.$$

По показателю текучести суглинок находится в мягкопластичном состоянии. Найдем расчетные значения удельного веса:

$$\gamma_I = \rho_I g = 1.82 \cdot 9.81 = 17.9 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma_{II} = \rho_{II} g = 1.84 \cdot 9.81 = 18.1 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma_s = \rho_s g = 2.76 \cdot 9.81 = 27.1 \text{ кН/м}^3.$$

Удельный вес суглинка, расположенного ниже УПВ, с учетом взвешивающего действия воды (см. п. 1.3.4) вычисляем по формуле

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \frac{27.1 - 10}{1 + 0.785} = 9.6 \text{ кН/м}^3,$$

где $\gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3$ — удельный вес воды.

Для определения условного расчетного сопротивления грунта по формуле (5.7) [18] примем условные размеры фундамента $d_1 = d_{\text{усл}} = 1 \text{ м}$ (см. п. 1.3.4) и установим в зависимости от заданных геологических условий и конструктивных особенностей здания значения коэффициентов γ_{c1} , γ_{c2} , k , M_γ , M_q , M_c . Коэффициенты γ_{c1} и γ_{c2} принимаем по табл. 5.4 [18]. Для суглинка мягкопластичного ($I_L > 0.5$) $\gamma_{c1} = 1.1$. Для здания с гибкой конструктивной схемой $\gamma_{c2} = 1$. Коэффициент $k = 1$ принимаем по указанию п. 5.6.7 [Там же]. Для $\phi_{II} = 21^\circ$ по табл. 5.5 [Там же] имеем $M_\gamma = 0.56$, $M_q = 3.24$, $M_c = 5.84$.

Удельный вес грунта выше подошвы условного фундамента до глубины d_w принимаем без учета взвешивающего действия воды $\gamma_{II} = 18.1 \text{ кН/м}^3$, а ниже уровня УПВ, т. е. в пределах глубины $d = d_{\text{усл}} - d_w$ и ниже подошвы фундамента, принимаем $\gamma_{sb} = 9.6 \text{ кН/м}^3$ (см. указания п. 1.3.4). Удельное сцепление принимаем $c_{II} = 16 \text{ кПа}$.

Вычисляем условное расчетное сопротивление:

$$R_{\text{усл}} = \frac{1.1 \cdot 1}{1} \left\{ 0.56 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 9.6 + 3.24 \cdot [0.8 \cdot 18.1 + (2 - 0.8) \cdot 9.6] + 5.84 \cdot 16 \right\} = 201.4 \text{ кПа}.$$

Полное наименование грунта слоя 2 по [3] — суглинок мягкопластичный. Этот грунт может быть использован как естественное основание, поскольку имеет достаточную прочность ($R_{\text{усл}} = 201.4 \text{ кПа}$) и относится в среднесжимаемым основаниям ($E = 9 \text{ МПа} > 7 \text{ МПа}$).

В целом площадка пригодна для возведения здания. Рельеф площадки спокойный, с небольшим уклоном в сторону скважин 1 и 3. Грунты имеют слоистое напластование с выдержанным залеганием пластов (уклон кровли не превышает 2 %).

Все грунты имеют достаточную прочность, невысокую сжимаемость и могут быть использованы в качестве оснований в природном состоянии. Грунтовые воды расположены на небольшой глубине, что значительно ухудшает условия устройства фундаментов (при заглублении фундаментов более 0,8 м необходимо водопонижение). Возможность открытого водоотлива из котлованов, разработанных в суглинке, должна быть обоснована проверкой устойчивости дна котлована (прорыв грунтовых вод со стороны слоя песка). Суглинок, залегающий в зоне промерзания, в соответствии с табл. 5.3 [18]

является пучинистым грунтом ($d_w < d_f + 2 \text{ м}$, $I_L > 0.25$), поэтому глубина заложения фундаментов наружных колонн здания должна быть принята не менее расчетной глубины промерзания суглинка. При производстве работ в зимнее время необходимо предохранение основания от промерзания.

Целесообразно рассмотреть следующие возможные варианты фундаментов и оснований (см. п. 1.5):

- 1) фундамент мелкого заложения на естественном основании — суглинке;
- 2) фундамент на распределительной песчаной подушке (вероятно уменьшение размеров подошвы фундаментов и расчетных осадок основания);
- 3) свайный фундамент из забивных висячих свай (несущим слоем для свай может служить тугопластичная, достаточно плотная глина — слой 4).

Следует предусмотреть срезку и использование почвенно-растительного слоя при благоустройстве и озеленении застраиваемого участка (п. 4.19 [Там же]).

Семинарское занятие

**Тема: Модульная координация размеров в строительстве. Основные правила привязки конструктивных элементов к координатным осям.
(2 часа)**

Основной для унификации и стандартизации геометрических параметров служит модульная координация размеров в строительстве (МКРС). Совокупность правил, позволяющих увязать объемно-планировочные параметры зданий с размерами их конструктивных элементов на базе модуля. Основные положения МКРС установлены в (СТ СЭВ 1001 78. Модульная координация размеров в строительстве. Основные положения).

Модуль – размер, условная единица, принимаемая для координации объемно – планировочных параметров зданий и сооружений, их элементов, деталей и строительных изделий.

Основной модуль – это модуль, принятый за основу для назначения производных от него модулей. Величина основного модуля принята 100мм и обозначается буквой М.

Помимо основного введены производные модули: укрупненные и дробные.

Укрупненные: 2, 3, 6, 12, 30, 60М.

Дробные: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$ М

Модульный размер – это размер, который равен или кратный основному или производному модулю в пределах, установленных для него зоной применения (табл.4.1.).

Таблица 4.1.

Пределы применения модулей, СТ СЭВ 1001-78

Обозначение модуля	Зона применения	Граничные размеры применения, мм
Основной		
M	По всем измерениям	100...1200
Укрупненные		
3M	В плане и по вертикали	300...3600
6M	В плане По вертикали	600...7200 600...без ограничения
6M	В плане По вертикали	600...7200 600...без ограничения
12M	В плане По вертикали	1200...7200 1200...без ограничения
15M	В плане	1500...12000
30M	В плане	3000...18000
60M	В плане	6000...без ограничения
Дробленные		
1/2M	По всем измерениям	50...600
1/5M		20...300
1/10M		10...150
1/20M		5...100
1/50M		2...50
1/100		1...20

* Допускается применение координационной высоты этажа $H_0=2800\text{мм}$.

Для координации размеров всех частей здания, включая объемно-планировочные элементы (основные помещения, коридоры, вертикальные коммуникации), конструктивные элементы (перекрытия, стены, перегородки) и детали инженерного оборудования используется модульная система.

Модульной пространственной координационной системой называют условную трехмерную систему плоскостей и линий их пересечения с расстояниями между ними равными основному или производному модулям.

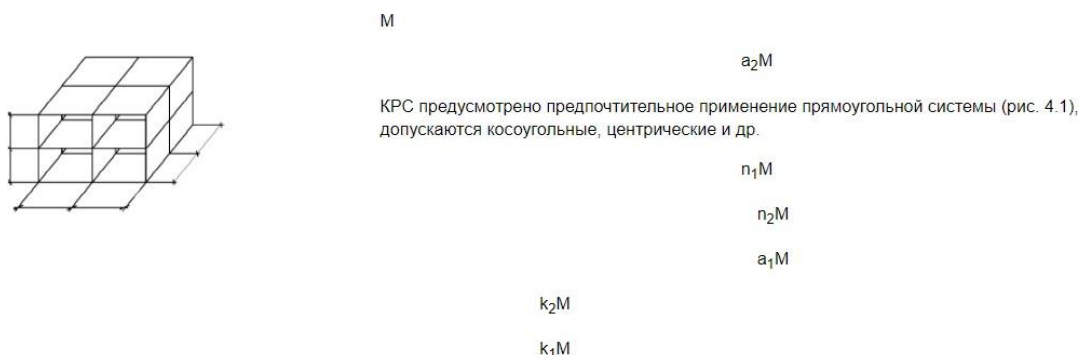


Рис. 4.1 Пространственная система модульных координационных плоскостей.

Высота этажа (Нэт) в многоэтажных зданиях – расстояние от уровня пола данного этажа до уровня пола вышележащего этажа (рис. 4.2а).

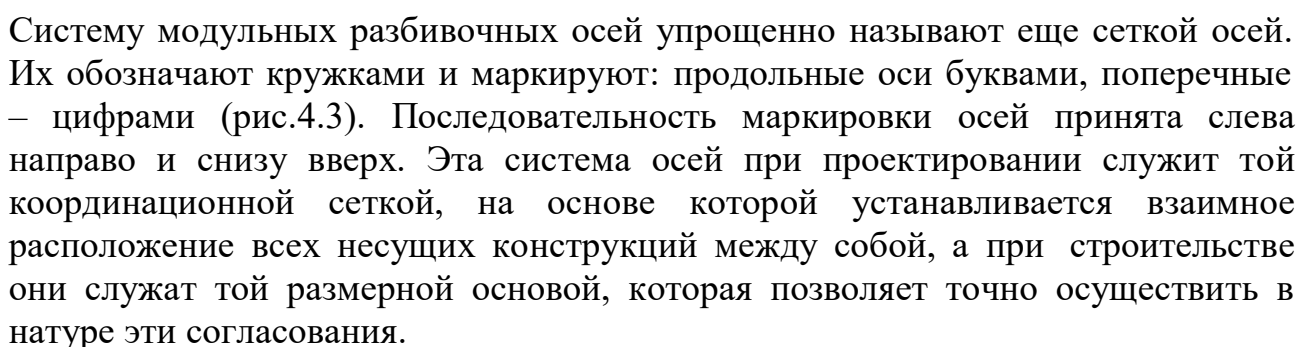


Рис. 4.3 Маркировка координационных (разбивочных) осей.

Для одноэтажных производственных зданий наиболее распространена сетка 12х6, 18х12, 24х12м и т.д., для многоэтажных – 6х6, 9х6м.

Для жилых и общественных зданий размеры поперечных и продольных шагов (расстояние между колоннами каркаса или несущими стенами) принимают по таблице 4.2.

Таблица 4.2

Унифицированные размеры шагов несущих конструкций жилых и общественных зданий

Конструктивная схема	С продольными несущими стенами	С поперечными несущими стенами	С несущим каркасом	Из объемных блоков	Каркасная (залы общественного назначения)
Поперечные шаги (пролеты), см: жилые дома общественные здания кратность интервала	480...600 480...600 и 630 3М	480...600 - 3М	600; дополнительный 300*	420...600 - 3М	Продольные и поперечные шаги, см: 900; 1200; 1500; 1800; 2400 и 3000
Продольные шаги, см: жилые дома общественные здания кратность интервала	240...360 300; 600 3М	240; 300; 360; 480; 600** 570; 630; 660		240...360 и более 3М	

* Для жилых домов и больниц допускается 450.

** Допускается шаг 270; 330; для экспериментального строительства – 720.

МКРС устанавливает четыре типа размеров для объемно-планировочных и конструктивных элементов здания (рис. 4.4):

- **основные координационные размеры** – проектное расстояние между координационными осями здания, например, объемно-планировочные параметры: пролеты L_0 , шаги $Ш_0$, H_0 (рис.4.4);

- **координационные размеры элементов**, отличающиеся аддитивными (слагаемыми) размерами основных координационных размеров: l_0 , b_0 , h_0 (высота) или d_0 (толщина);

- **конструктивные размеры элементов** (l , b , h или d) – проектный размер элемента, который отличается от координационного размера на величину зазора ($l = l_0 - \delta$), где δ – зазор, необходимый для установки элементов, в соответствии с особенностями конструктивных узлов, условиями монтажа и т.д. Конструктивные размеры могут быть и больше на величину выступов, координационных располагаемых в смежном координационном пространстве;

- **наружные размеры элементов** – фактический размер элементов, отличающийся от конструктивного на величину, определенного допуска ДСТУ, который зависит от установленного класса точности для каждого типа изделий. Натурный размер здания может отличаться от проектного в пределах нормативно-конструктивных допусков.



Рис. 4.4 Система размеров МКРС при применении конструктивных элементов: I – модульные координационные размеры; II – связь конструктивных размеров и координационных; L – основной координационный размер; l_0, l_{01}, l_{02} – координационные размеры; l, l_1, l'' – конструктивные размеры; $\delta, \delta_1, \delta_2$ – зазоры; а – координационный размер элемента, перекрывающего пролет, равен основному координационному; б – то же, с уменьшением на опорные элементы; в – сумма взаимозаменяемых модульных координационных размеров равна основному координационному; г – координационный размер конструктивного элемента (или его части) больше основного координационного

Семинарское занятие

Тема: Разработка поперечных и продольных разрезов сооружений садово-паркового строительства (2 часа)

Проект вертикальной планировки сквера (сада) разрабатывается методом «красных» горизонталей. Сечение проектных горизонталей составляет 0,1–0,2 м. Работа выполняется в следующей последовательности:

- с генплана объекта снимается калька, на которой изображаются все элементы планировки и горизонтали;
- определяются отметки по красным линиям – границам тротуаров, прилегающих улиц (проектируются горизонтали на улицах, проездах и перекрестках);
- решаются общие задачи организации рельефа территории объекта и разрабатывается схема вертикальной планировки;
- в соответствии с принятой общей концепцией вертикальной планировки территория сквера (сада) сопрягается в высотном отношении с прилегающими улицами и проездами;
- проектируются горизонтали на аллеях, дорожках и площадках различного назначения (входных, предназначенных для отдыха, прилегающих к зданиям);
- наносятся горизонтали на участках, предназначенных для зеленых насаждений;
- рассчитываются объемы земляных работ при вертикальной планировке;
- выполняются на кальке рабочие чертежи проекта вертикальной планировки: «План организации рельефа» и «План земляных масс».

Проектируемый объект в соответствии с заданием находится на внутриквартальной территории. Заданием определяются высотные отметки точек на перекрестках, а также на переломах продольных профилей по осям улиц и дорог. При проектировании вертикальной планировки используются проектные отметки на «красной» линии – границе объекта со смежной территорией. Для их определения необходимо построить горизонтали на проходящих вокруг квартала улицах, проездах.

Вначале на каждом перекрестке назначается главная (более широкая) и второстепенная улицы. При одинаковой ширине за главную принимается улица, которая является главной и на соседнем перекрестке.

По приведенному ниже уравнению рассчитывается длина участка (L) второстепенной улицы, на котором проектируется примыкание данной улицы к главной (участок разности):

$$L = B i_p / 0,01$$

В данном уравнении В – ширина второстепенной улицы, м; i_p – поперечный уклон второстепенной улицы, равный 0,02.

На расстоянии L от углов перекрестка по продольному уклону второстепенной улицы определяются высотные отметки точек 7 и 8. Проектирование горизонталей на главной улице осуществляется на всем ее протяжении, включая перекрестки. На второстепенной улице горизонталю наносятся до участка разности. Горизонталю на данном участке рассчитываются при проектировании вертикальной планировки перекрестка.

Проектирование горизонталей заключается в определении их положения на оси улицы, линиях лотков L1–L2, а также тротуаров T1–T2 и T1–T2' (рис. 1). Процесс определения положения горизонталей на наклонной линии называется градуировкой.

Построение проектных горизонталей, если известны точки G1 и G2 на гребне улицы, ведется следующим образом: определяется расстояние d между точками перелома продольного профиля с точностью до 0,01 м. Полученный результат записывается под стрелкой уклоноуказателя.

Рассчитывается продольный уклон:

$$i_{pr} = (H_{G1} - H_{G2}) / d,$$

где H_{G1} и H_{G2} – отметки точек G1 и G2.

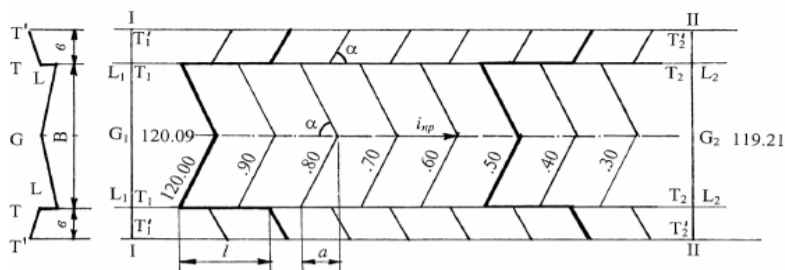


Рис. 1. Схема построения проектных горизонталей на участке улицы

Значение уклона, округленное до целого промилле, записывается над стрелкой уклоноуказателя.

На поперечниках I–I и II–II определяются высотные отметки точек L в лотках и T на границах тротуара:

$$H_L = H_G - i_p B / 2;$$

$$HT = HL + 0,15;$$

$$HT' = HT + bi'_{п.}$$

В приведенных уравнениях $i_{п}$ – поперечный уклон улицы (принимается равным 0,02); $i'_{п}$ – поперечный уклон тротуара, равен 0,010–0,015; 0,15 – высота бортового камня (превышение тротуара над лотком проезжей части); В – ширина улицы; b – ширина тротуара.

Тротуар проектируется с односторонним уклоном в сторону проезжей части. Если между тротуаром и проезжей частью имеется полоса озеленения, то ей придается такой же поперечный уклон, как и тротуару.

Далее проводится построение ближайших к поперечникам горизонталей кратных 0,1 м и всех промежуточных горизонталей на участке улицы кратных 0,5 м (при сечении 0,2 м строятся горизонталекратные 0,2 и 1,0 м). Для этого по уравнению $d = \Delta h / i_{пр}$ определяютсярасстояния от точек G, L, T, T' до горизонтали по оси, лотку и тротуару. В приведенном уравнении Δh – превышение точек на поперечникенад точками горизонтали, м; $i_{пр}$ – продольный уклон.

Для горизонтали 120 расстояние по оси $d = (120,09—120,00) / i_{пр}$.

Вычисленные расстояния откладываются в масштабе от поперечников по линиям гребня, лотка и тротуара. Линии, соединяющияточки, образуют горизонталек.

Построение промежуточных горизонталек осуществляется геометрическим способом путем деления расстояния между горизонталями, построенными описанным выше методом, на требуемое количество равных отрезков.

Положение горизонтали в лотке и на тротуаре может быть рассчитано также по уравнениям

$$a = B i_{п} / 2 i_{пр};$$

$$l = 0,15 / i_{пр},$$

где a – расстояние от точки горизонтали в лотке до перпендикуляра,восстановленного из точки горизонтали на оси; l – смещение горизонтали на тротуаре по отношению к одноименной горизонтали в лотке.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет среднего профессионального образования**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ**

ОП.03 Строительное дело и материалы

Специальность: 35.02.12 Садово-парковое и ландшафтное строительство

Форма обучения: очная

Срок получения СПО по ППССЗ: 1 год 10 месяцев

Оренбург, 2023 г.

Содержание

1.	Организация самостоятельной работы.....	3
1.1.	Организационно-методические данные дисциплины.....	3
3.	Список рекомендуемых источников литературы.....	3
	Приложения.....	4
	Приложение 1	4

1. Организация самостоятельной работы
1.1. Организационно-методические данные дисциплины

№ п.	Наименование тем	Подготовка докладов
1	2	3
1	Подготовка докладов по темам: Конструктивные элементы зданий и сооружений. Унификация параметров зданий и сооружений. Организация управления строительством. Приёмка эксплуатации сооружений.	6

2. Методические указания по подготовке самостоятельной работы **Тема**

2.1. Общие сведения о зданиях и сооружениях.

Тема 2.4. Основы производства строительно-монтажных работ.

Самостоятельная работа обучающихся – 2 ч.

Задания для самостоятельной работы и методические рекомендации к ним.

Для формирования умений и навыков самостоятельного мышления, пользуясь рекомендуемой литературой и материалами сети Интернет, подготовьте доклад на одну из предложенных тем (см. Приложение 1 «Правила подготовки доклада»):

1. Конструктивные элементы зданий и сооружений.
2. Унификация параметров зданий и сооружений.
3. Организация управления строительством.
4. Приёмка эксплуатации сооружений.

3. Список рекомендуемых источников литературы Основная литература:

1. Запруднов, В. И. Строительное дело и материалы / В. И. Запруднов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 596 с. — ISBN 978-5-8114-9679-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/238859> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Юдина, А.Ф. Строительные конструкции. Монтаж: учебник для среднего профессионального образования/ А.Ф.Юдина.— 2-е изд., испр. и доп.—Москва: Издательство Юрайт, 2021.— 302 с.

Дополнительная литература:

1. Барабанщиков, Ю.Г. Строительные материалы + еПриложение: Тесты : учебник / Барабанщиков Ю.Г. — Москва : КноРус, 2019. — 443 с. — (бакалавриат). — ISBN 978-5-406-07044-4. — URL: <https://book.ru/book/931439>. — Текст : электронный.
2. Глебов, И. Т. Древесиноведение и материаловедение / И. Т. Глебов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-9984-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/202160>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень рекомендуемых Интернет-ресурсов:

1. ЭБС Издательства «Лань», www.e.lanbook.com
2. ЭБС Юрайт, www.biblio-online.ru
3. Консультант+

Приложения

Приложение 1

Правила подготовки доклада

Доклад — один из видов монологической речи, публичное, развёрнутое сообщение по определённому вопросу.

Различают устный и письменный доклад (по содержанию близкий к реферату)

. Цель доклада — информирование аудитории о чём-либо. Доклады готовятся по наиболее интересным, актуальным и противоречивым темам.

Задача докладчика — кратко (5-7 минут), четко и ёмко донести информацию, полученную в ходе исследования. Автор должен не только раскрыть суть исследуемой проблемы, но и привести различные точки зрения на нее, а также высказать собственное мнение. Доклад может включать всебя

рекомендации, предложения, пути решения заявленной проблемы.

По окончании доклада необходимо назвать источники литературы, которые использовались при его подготовке.

Более эффективное воздействие на аудиторию оказывает доклад, сопровождаемый презентацией, которая «иллюстрирует», «оживляет» доклад.