

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Кафедра Строительные материалы
Старший преподаватель Зелиг М.П.*



ВВЕДЕНИЕ

Промышленность «Строительных материалов» является, одной из ведущих отраслей народного хозяйства. Для обеспечения жилищного, промышленного, транспортного, гидротехнического и других видов строительства необходимо много различных строительных материалов.

Ни одно сооружение нельзя правильно спроектировать, построить и эксплуатировать без наличия соответствующих строительных материалов и всестороннего знания их свойств.

ВВЕДЕНИЕ

Стоимость материалов в общих затратах на строительство составляет не менее половины, для уникальных зданий и сооружений может быть и больше (55-70 %). Стоимость материалов зависит от затрат на их перевозку. При транспортировании материалов на большие расстояния, стоимость может возрасти в несколько раз. Для экономии стоимость строительства следует использовать материалы, производимые вблизи строящегося объекта. Целесообразно и промышленность строительных материалов организовывать как можно ближе к сырьевой базе. Тем самым максимально используя местные строительные материалы.

ВВЕДЕНИЕ

Стоимость строительных материалов включает различные факторы, но все должно приводиться к рентабельности и конкурентоспособности. Сюда можно отнести и качество изделий, долговечность их работы, теплоэнергетические затраты на производство, возможность переработки отходов и даже экологические аспекты. Если все не предусматривать, то первоначальная небольшая стоимость материала может во времени обернуться значительными расходами на ремонт, реконструкцию, восстановление окружающей среды и т.п.

ВВЕДЕНИЕ

В инженерном понятии **материал** – это вещество (совокупность веществ), из которого состоит или может быть изготовлено изделие, имеющее определенное функциональное назначение. Если изучают материал как вещество, то исследуют его химические свойства, процессы химических превращений, обычно не учитывая его геометрических свойств. Если же выявляют возможность получения изделия из материала, то обращают внимание на его физические, механические и другие свойства. Поэтому при изучении материалов большую роль играют методы химии, физики, механики и других отраслей науки.

ВВЕДЕНИЕ

Все материалы и изделия соответствуют определенной государственной стандартизации (**ГОСТ**), разрабатываемой на основе новейших достижений науки и техники. В каждом стандарте имеются: точное определение материала, классификация по маркам и сортам, технические условия на изготовление, методы испытаний, условия хранения и транспортирования. ГОСТ является документом, имеющим силу закона. В обозначении ГОСТ первое число означает порядковый номер стандарта, второй – год его утверждения.

Например: ГОСТ Р 51829-2001 Листы гипсоволокнистые. Технические условия.

ВВЕДЕНИЕ

Кроме стандартов действует система нормативных документов, объединенная в Строительные нормы и правила (**СНиП**).

СНиП – это свод нормативных документов по проектированию, строительству и строительным материалам, обязательный для всех организаций и предприятий.

Рекомендуемая литература:

1. Рыбьев, И.А. Строительное материаловедение: учеб. Пособие/И. А. Рыбьев.- 3-е изд.- М: Высшая школа., 2008.- 701 с: ил.
2. Микульский В.Г. и др. Строительные материалы. Изд-во АСВ, 2004.-536 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Существует большое количество разнообразных материалов, поэтому для удобства изучения и использования их классифицируют:

1. По происхождению:

- ***природные*** (древесина, глина, песок, гравий и т.д.);
- ***искусственные*** (минеральные вяжущие, бетоны, стекло, керамика и т.д.).

КЛАССИФИКАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

2. По назначению:

- **конструкционные**, применяемые для несущих конструкций, для устройства фундаментов, каркасов зданий, стен, перекрытий (бетон, железобетон, керамические материалы, стекло, металлы, древесные материалы и др.);
- **специального назначения**, необходимые для защиты конструкций от вредных воздействий среды, а также для повышения эксплуатационных свойств зданий и создания комфортных условий для жизни и работы человека (теплоизоляционные, акустические, гидроизоляционные, отделочные, антикоррозионные и др.).

СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Строение материала изучают на трех уровнях:

1. Макроструктура материала – строение, видимое невооруженным глазом, может быть следующих типов:

- **конгломератное** строение, когда зерна прочно соединены между собой, характерно для различных видов бетона, керамики и др.;
- **ячеистая структура** характеризуется наличием макропор, свойственных газо- и пенобетонам, ячеистым пластмассам;
- **мелкопористая структура** свойственна, например, керамическим материалам, поризованным способами высокого водозатворения и введением выгорающих добавок;

СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

- **волокнистая структура** присуща древесине, стеклопластикам, изделиям из минеральной ваты и др.;
- **слоистая структура** отчетливо выражена у рулонных, листовых, плитных материалов (бумажно-слоистые пластики, текстолит, фанера и др.);
- **рыхлозернистые** материалы состоят из отдельных не связанных зерен (песок, гравий, порошкообразные материалы и др.).

СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

2. Микроструктура – строение материала, видимое под микроскопом:

- **кристаллическая**, вещества имеют правильную форму кристаллов, определенную температуру плавления при постоянном давлении и определенную геометрическую форму кристаллов каждой его модификации (например, сталь и др.);
- **аморфная**, вещества обладающая неистраченной внутренней энергией кристаллизации, химически более активны, чем кристаллические такого же состава (например, стекло и др.).

3. Внутреннее строение веществ, составляющих материал, на молекулярно-ионном уровне, изучаемом методами рентгеноструктурного анализа, электронной микроскопии и т.п.

СОСТАВ И СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Строительный материал характеризуется **химическим, минеральным и фазовым составом.**

Химический состав строительных материалов позволяет судить о ряде свойств материала: огнестойкости, биостойкости, прочности. Химический состав неорганических материалов (цемента, извести, и др.) и каменных материалов выражается количеством содержащихся в них оксидов (%).

Минеральный состав показывает, какие минералы и в каком количестве содержатся в вяжущем веществе или в каменном материале.

СОСТАВ И СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Фазовый состав и фазовые переходы воды, находящейся в порах оказывают большое влияние на все свойства и поведение материала при эксплуатации. В материале выделяют твердые вещества, образующие стенки пор, т.е. «каркас» материала, и поры, заполненные воздухом или водой.

Каждый материал обладает комплексом разнообразных свойств, определяющих область его рационального применения.

Свойство – способность материала определенным образом реагировать на отдельный или чаще всего действующий в совокупности с другими внешний или внутренний фактор. Действие того или иного фактора обусловлено составом и строением материала, а также эксплуатационными условиями. Свойства материала зависят от его состава, строения (структуры) и состояния.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ

1. Физические - свойства характеризующие особенности физического состояния или определяют отношение материала к различным физическим процессам, явлениям (плотность, пористость, влажность, теплопроводность и др.).

2. Механические свойства характеризуют способность материалов сопротивляться разрушению и деформированию под действием внешних сил (нагрузок), различают:

- **деформативные** свойства (упругость, пластичность, хрупкость и др.);

- **прочностные** свойства (прочность на сжатие, изгиб, твердость и др.).

КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ

3. Химические свойства характеризуют способность материала к химическим превращениям под влиянием веществ, с которыми данный материал находится в контакте (растворимость, когезия, адгезия, кристаллизация, токсичность).

4. Технологические свойства характеризуют способность материала подвергаться различным видам технологической обработки при изготовлении из него изделий изменяющим состояние материала, структуру его поверхности, придающим нужную форму, размеры и свойства (свариваемость, гвоздимкость, спекаемость и др.).

5. Эксплуатационные свойства (долговечность, надежность и др.).

1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Параметры состояния

1.1. Плотность – это масса единицы объема материала.

1.1.1. Истинная плотность ρ_i – масса единицы объема материала в абсолютно плотном состоянии (без пор и пустот):

$$\rho_i = m / V_a , \quad (\text{г/см}^3, \text{кг/м}^3)$$

где: **m** – масса материала, г; **V_a** – объем материала в абсолютно плотном состоянии (без пор и пустот), см³;

$$V_a = V - V_n , , \quad (\text{см}^3, \text{м}^3)$$

где: **V** – объем материала в естественном состоянии, см³; **V_n** – объем пор в материале, см³.

1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.1.2. Средняя плотность ρ_0 – масса единицы объема материала в естественном состоянии (вместе с порами и пустотами):

$$\rho_0 = m_0 / V, \quad (\text{г/см}^3, \text{кг/м}^3)$$

где: m_0 – масса материала, г; V – объем материала в естественном состоянии, см³; V_n – объем пор в материале, см³

$$V = V_a + V_n$$

1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.1.3. Насыпная плотность ρ_n – масса единицы объема материала в свободно насыпанном состоянии (в насыпной объем включены межзерновые пустоты):

$$\rho_n = m_n / V_n , \text{ (г/см}^3\text{; кг/м}^3\text{)}$$

где: m_n – насыпная масса, г; V_n – насыпной объем, равный объему сосуда, см³; $V_{\text{пуст}}$ – объем межзерновых пустот, см³.

$$V_n = V + V_{\text{пуст}}$$

Из вышеизложенного следует, что в единице объема для данного материала

$$\rho_i > \rho_o > \rho_n$$

1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.1.4. Относительная плотность d_o – безразмерная величина, равная отношению средней плотности материала ρ_o к плотности воды ρ_v :

$$d_o = \rho_o / \rho_v$$

где: **d_o** – относительная плотность; **ρ_o** – средняя плотность материала, г/см³; **ρ_v** – плотность воды (равна 1 г/см³), г/см³.

Относительная плотность учитывается в некоторых эмпирических формулах (формула В.П. Некрасова для расчета теплопроводности, коэффициента конструктивного качества и др.).

1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Структурные характеристики

1.2. Пористость материала (общая) – это доля заполнения объема материала порами:

$$P_o = [1 - (\rho_o / \rho_i)] \cdot 100 \%$$

$$P_o = P_{отк} + P_{зак}$$

где: **P_о** – общая пористость материала, %; **P_{отк}** – открытая пористость, %; **P_{зак}** – закрытая пористость, %; **ρ_и** – истинная плотность материала, г/см³; **ρ_о** – средняя плотность материала, г/см³

1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

От величины пористости и ее характера зависят важнейшие свойства материала: плотность, прочность, теплопроводность, долговечность и др.

Пористость (открытая):

$$P_{отк} = V_v$$

где: $P_{отк}$ – открытая пористость, %; V_v – водопоглощение по объему.

Пористость (закрытая):

$$P_{зак} = P_o - P_{отк}$$

где: $P_{зак}$ – закрытая пористость, %; P_o – общая пористость, %.

Открытые поры увеличивают водопоглощение и водопроницаемость материала и ухудшает его морозостойкость.

Увеличение закрытой пористости за счет открытой увеличивает долговечность материала, снижает его теплопроводность.

1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.3. Пустотность – это доля межзерновых пустот в насыпном объеме материала:

$$P_y = [1 - (\rho_n / \rho_o)] \cdot 100 \%$$

где: **P_y** – пустотность, %; **ρ_n** – насыпная плотность материала, г/см³; **ρ_o** – средняя плотность материала, г/см³;

Пустотность – важнейшая характеристика правильности подбора зернового состава заполнителей для бетонов, от которых зависит расход вяжущего (цемента, битума и др.). На практике пустотность лежит в пределах 26,5-47,6 %.

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.4. Гигроскопичность – свойство материала поглощать водяной пар из влажного воздуха. Оценивается влажностью.

1.5. Влажность – это содержание влаги в материале в данный момент времени:

$$W = [(m_{вл} - m_{сух}) / m_{сух}] \cdot 100 \%$$

где: **W** – влажность, %; **m_{вл}** – масса материала в естественном состоянии, г; **m_{сух}** – масса сухого материала, г.

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.6. Водопоглощение - свойство материала поглощать и удерживать воду при непосредственном контакте с ней:

1.6.1. Массовое водопоглощение – это отношение массы поглощенной материалом воды при стандартных условиях к массе сухого материала:

$$W_m = [(m_{нас} - m_{сух}) / m_{сух}] \cdot 100 \%$$

1.6.2. Объемное водопоглощение – это отношение объема поглощенной материалом воды при стандартных условиях к объему материала в сухом состоянии:

$$W_v = [(m_{нас} - m_{сух}) / V \cdot \rho_v] \cdot 100 \%$$

где: W_v – водопоглощение по объему, %; W_m – водопоглощение по массе, %;

$m_{нас}$ – масса материала, насыщенного водой, г; $m_{сух}$ – масса материала в воздушно-сухом состоянии, г; V – объем сухого материала, см³;

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Водопоглощение по объему V_v и водопоглощение по массе V_m связаны между собой зависимостью:

$$V_v/V_m = m / V \cdot \rho_v = \rho_o / \rho_v = d_o$$

$$V_v = d_o \cdot V_m$$

где: ρ_o – средняя плотность материала, г/см³; ρ_v – плотность воды, г/см³; d_o – относительная плотность.

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.7. Коэффициент насыщения пор водой – отношение водопоглощения по объему к пористости:

$$K_n = V_v / P_o$$

где: **K_n** – коэффициент насыщения пор водой; **V_v** – водопоглощение по объему, %; **P_o** – общая пористость, %.

Коэффициент насыщения пор водой изменяется от 0 (все поры в материале замкнуты) до 1 (все поры открыты). Чем выше **K_n** , тем выше доля открытых пор относительно замкнутых.

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.8. Водостойкость – способность материала сохранять прочностные свойства при увлажнении. Количественной характеристикой является коэффициент размягчения – отношение прочности материала, насыщенного водой, к прочности сухого материала:

$$K_p = R_{нас} / R_{сух}$$

где: **K_p** – коэффициент размягчения; **$R_{сух}$** – предел прочности сухого материала, МПа; **$R_{нас}$** – предел прочности насыщенного материала, МПа.

Материалы, у которых коэффициент размягчения больше 0,8 можно применять во влажных условиях без специальных мер по защите их от увлажнения.

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.9. Влагоотдача – способность материала отдавать влагу в окружающую среду, измеряется количеством воды, которое материал теряет в сутки при относительной влажности воздуха 60 % и температуре + 20 ° С.

1.10. Водопроницаемость – способность материала пропускать воду под давлением. Характеристикой водопроницаемости служит количество воды, прошедшее в течение 1 ч через 1 м² поверхности материала при заданном давлении воды. Давление воды устанавливается стандартом в зависимости от вида материала.

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.11. Влажностные деформации – свойства некоторых материалов (древесина, бетон и др.) изменять свой объем и размеры при изменении влажности.

Усадкой (усушкой) называют уменьшение размеров материала при его высыхании.

Набухание (разбухание) происходит при насыщении материала водой.

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.12. Морозостойкость: Способность бетона в водонасыщенном или насыщенном раствором соли состоянии выдерживать многократное замораживание и оттаивание без внешних признаков разрушения (трещин, сколов, шелушения ребер образцов), снижения прочности, изменения массы и других технических характеристик

Количественная характеристика – марка по морозостойкости.

ГОСТ 10060-2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости

Марка по морозостойкости: Показатель морозостойкости, соответствующий числу циклов замораживания и оттаивания образцов, определенному при испытании базовыми методами, при которых характеристики образца, установленные настоящим стандартом, сохраняются в нормируемых пределах и отсутствуют внешние признаки разрушения (трещины, сколы, шелушение ребер образцов).

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.13. Теплопроводность – способность материала передавать теплоту через толщу от одной поверхности к другой. Теплопроводность характеризуется количеством теплоты, проходящей через материал толщиной 1 м, площадью 1 м², в течение 1 часа при разности температур на противоположных поверхностях материала 1 °С.

$$\lambda = Q \cdot a / (S \cdot (t_2 - t_1) \cdot z) , \quad (\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{К}))$$

где: λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°К); Q – количество тепла, Дж; S – площадь материала, м²; a – толщина материала, м; $(t_2 - t_1)$ – разность температур по обе стороны слоя материала, °С; z – время, в течение которого проходил тепловой поток, ч.

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Коэффициент теплопроводности можно подсчитать ориентировочно по относительной плотности материала, пользуясь эмпирической формулой В.П. Некрасова:

$$\lambda = 1,16 \cdot \sqrt{0,0196 + 0,22d_0} - 0,16$$

где: d_0 – относительная плотность материала.

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.14. Теплоемкость – свойство материала поглощать тепло при нагревании.

Теплоемкость оценивают коэффициентом теплоемкость, т.е. количеством тепла, необходимым для нагревания 1 кг материала на 1 °С и измеряется в кДж/(кг·°С).

Например, теплоемкость: тяжелого бетона 0,8 – 0,92 кДж/(кг·°С), сосны 25 кДж/(кг·°С), гранита 0,75 – 0,9 кДж/(кг·°С).

1.15. Термическая стойкость – свойство материала выдерживать резкие и многократные (циклы) изменения температуры, не растрескиваясь и не деформируясь.

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.16. Огнестойкость – свойство материала сопротивляться действию огня при пожаре в течение определенного времени. Она зависит от сгораемости материала, т.е. от его способности воспламеняться и гореть.

Несгораемые материалы – в условиях высоких температур не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются. При этом некоторые материалы почти не деформируются (кирпич, черепица), другие могут сильно деформироваться (сталь) или растрескиваться (гранит).

Трудносгораемые материалы под воздействием огня или высокой температуры тлеют, но после прекращения действия огня их горение и тление прекращается (фибrolит, асфальтовый бетон, пропитанная антипиренами древесина и др.).

Сгораемые материалы – горят открытым пламенем, необходимо защищать от возгорания (древесина, войлок, битумы, смолы и др.).

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.17. Огнеупорность – свойство материала выдерживать длительное воздействие высокой температуры не размягчаясь и не деформируясь.

Огнеупорные материалы, выдерживают температуру более 1580 °С (шамотный кирпич, хромомagneзитовые материалы и др.).

Тугоплавкие материалы, выдерживают температуру от 1350 до 1580 °С (фарфор и др.).

Легкоплавкие материалы, выдерживают температуру ниже 1350 °С (обычный кирпич, керамзит и др.).

1.18. Радиационная стойкость – свойство материала сохранять свою структуру и физико-механические характеристики после воздействия ионизирующих излучений.

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.19. Акустические свойства – это свойства, связанные с взаимодействием материала и звука. В городском строительстве при сооружении жилых зданий, учебных заведений, концертных залов и т.п. возникает необходимость создания надлежащих акустических условий – снижения шумов, обеспечения хорошей слышимости, неискаженного звучания (концертные залы, храмы).

Звук (звуковые волны) – это механические колебания, распространяющиеся в твердых, жидких и газообразных средах.

Звукопроводность – способность материала проводить звук сквозь свою толщу.

Звукопоглощение – способность материала поглощать и отражать падающий на него звук.

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Деформативные свойства

2.1. Упругость - свойство твердого тела самопроизвольно восстанавливать первоначальную форму и размеры после прекращения действия внешней силы.

Упругая деформация полностью исчезает после прекращения действия внешней силы, поэтому ее принято называть обратимой.

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

2.2. Пластичность – свойство твердого тела изменять форму или размеры под действием внешних сил, не разрушаясь, причем после прекращения действия силы тело не может самопроизвольно восстанавливать свои размеры и форму, и в теле остается некоторая остаточная деформация, называемая пластической деформацией.

Пластическую или остаточную деформацию, не исчезающую после снятия, нагрузки, называют необратимой.

2.3. Хрупкость – свойство твердого тела разрушаться без образования заметных остаточных деформаций.

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Под влиянием внешних факторов материалы могут изменять свои размеры и форму, т.е. деформироваться. Внешние силы, приложенные к телу, вызывают изменение межатомных расстояний, отчего происходит изменение размеров деформируемого тела на величину Δl в направлении действия силы (при сжатии – укорочение, при растяжении – удлинение).

Относительная деформация равна отношению абсолютной деформации Δl к первоначальному линейному размеру l_0 тела:

$$\Delta l = l_k - l_0 \quad \varepsilon = \Delta l / l_0$$

где: l_0 – первоначальная рабочая длина образца, мм;

l_k – конечная длина после разрыва, мм;

Δl - абсолютная деформация, мм;

ε – относительная деформация.

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

2.4. Напряжение – мера внутренних сил, возникающих в деформируемом теле под воздействием внешних сил.

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

$$\varepsilon = \sigma / E$$

где: ε – относительная деформация;

σ - напряжение, МПа;

E – модуль Юнга, МПа.

Модуль упругости представляет собой меру жесткости материала. Материалы с высокой энергией межатомных связей (они плавятся при высокой температуре) характеризуются и большим модулем упругости.

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

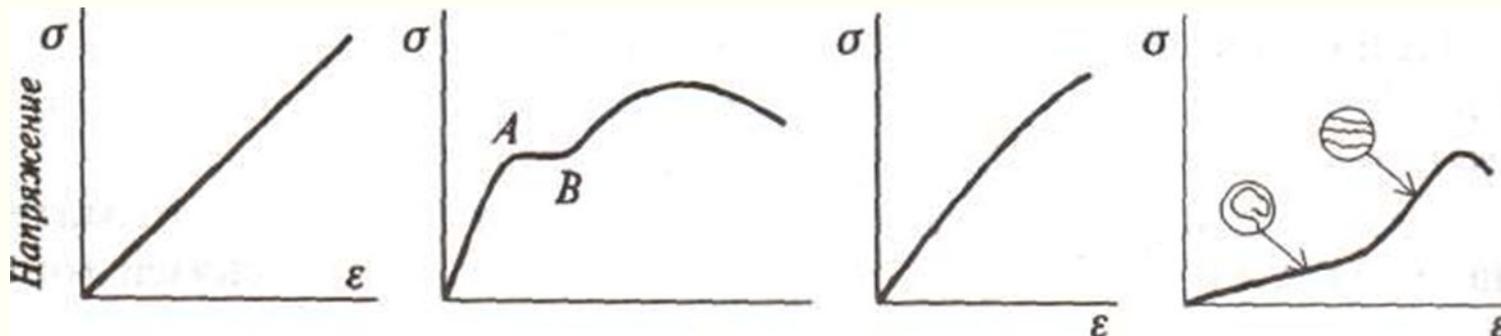
Механические свойства материала характеризуются диаграммой деформаций, построенной на основании результатов испытания в координатах «напряжение - относительная деформация».

Стекло деформируется как упругий хрупкий материал (рис.1, а). Поликристаллические материалы (металлы, полимеры и др.) сохраняют упругость при значительных напряжениях; для многих из них характерно пластическое разрушение, отмеченное площадкой текучести А-В (рис.1, б).

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

При хрупком же разрушении пластические деформации невелики (рис.1, в). Упругая деформация эластомеров (каучуков) может превышать 100 %. Первоначально для распрямления цепей молекул эластомера требуется низкое напряжение. По мере распрямления цепей молекул сопротивление дальнейшему деформированию возрастает, так как увеличение деформаций вызывает разрыв связей уже выпрямленных молекул (рис.1, г).

Рисунок 1. Схема диаграмм деформаций:
а) стекла; б) стали; в) бетона; г) эластомера.



2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

2.5. Ползучесть – способность материала деформироваться при длительном постоянном действии внешних сил.

2.6. Релаксация - самопроизвольное снижение первоначальных напряжений в материале за счет внутренней перегруппировки атомов и переориентации внутримолекулярной структуры.

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Прочностные свойства

2.7. Прочность – свойство материала сопротивляться, не разрушаясь, внутренним напряжениям и деформациям, которые возникают под действием внешних факторов (силовых, тепловых и т.д.)

Прочность материала оценивается пределом прочности, который условно равен максимальному напряжению, возникшему в материале под нагрузкой, вызывавшей разрушение материала.

На практике предел прочности определяют путем разрушения стандартных образцов при сжатии, изгибе или растяжении.

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

2.7.1. Предел прочности при сжатии:

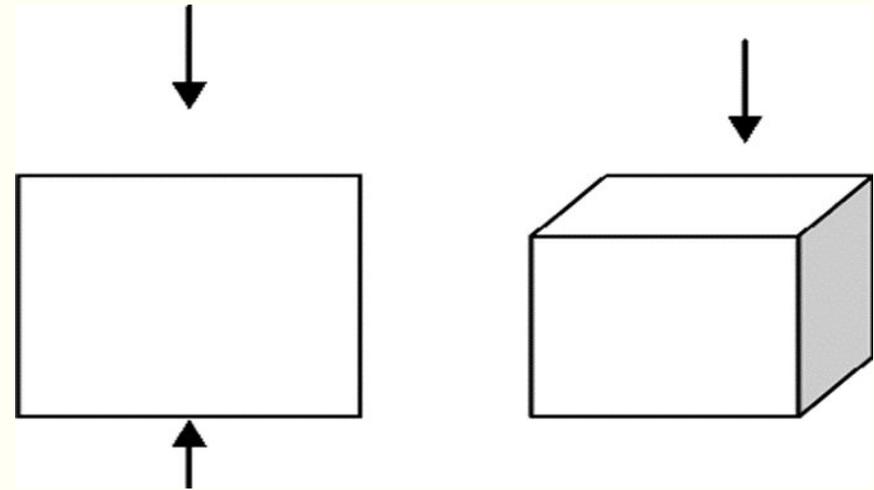


Рисунок 2. Схема испытания на сжатие.

$$R_{сж} = N/F, \quad (\text{кгс/см}^2, \text{ МПа})$$

где: $R_{сж}$ – предел прочности при сжатии, кгс/см²;

N – разрушающая нагрузка, кгс;

F – площадь сечения образца, см².

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

2.7.2. Предел прочности при растяжении:

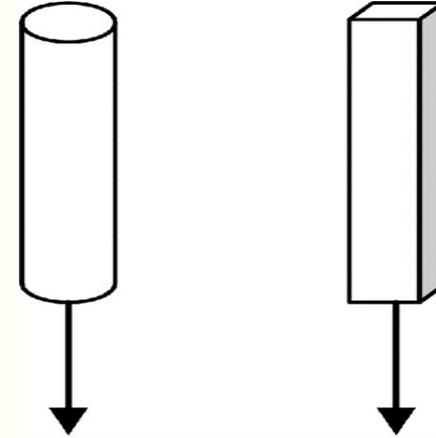


Рисунок 3. Схема испытания на растяжение.

$$R_{\text{раст}} = N_p / F_0 \text{ , (кгс/см}^2 \text{ , МПа)}$$

где: $R_{\text{раст}}$ – предел прочности при растяжении, кгс/см²;

N_p – нагрузка, вызывающая разрыв образца, кгс;

F_0 – первоначальная площадь сечения образца, см².

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

2.7.3. Предел прочности при изгибе определяют путем испытания образца материала в виде призм (балочек) на двух опорах. Их нагружают одной или двумя сосредоточенными силами до разрушения:

$$R_{изг} = M_{изг} / W , \quad (\text{кгс/см}^2 , \text{МПа})$$

где: $R_{изг}$ – предел прочности при изгибе, кгс/см²;

$M_{изг}$ – изгибающий момент;

W – момент сопротивления балки прямоугольного сечения.

$$W = (b \cdot h^2) / 6$$

где: b – ширина образца, см;

h – высота образца, см.

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Предел прочности при изгибе при одной сосредоточенной симметричной относительно опор нагрузки (рис.4):

$$R_{\text{изг}} = M/W$$

$$M_{\text{из}} = N/2 \cdot l/2 = Nl/4$$

$$R_{\text{изг}} = Nl/4 \cdot 6/bh^2 = 3Nl/2bh^2$$

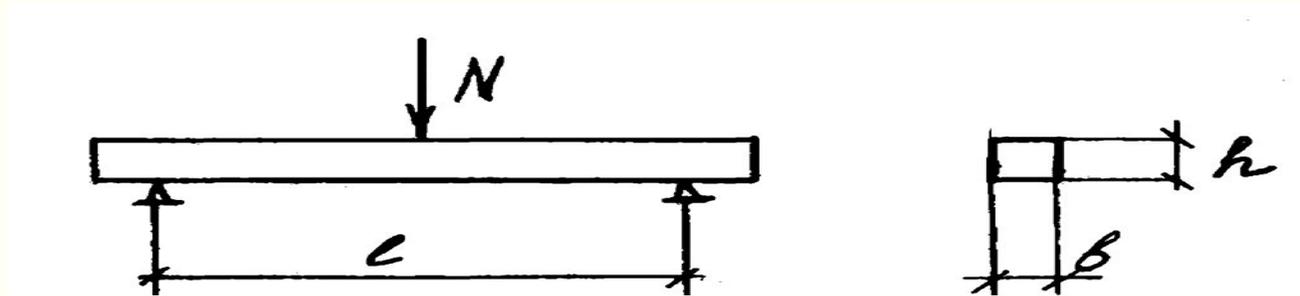


Рисунок 4. Схема испытания на изгиб, при одной сосредоточенной нагрузке.

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

При двух сосредоточенных относительно опор нагрузках (рис. 5):

$$R_{изг} = \frac{Nl}{6} \cdot \frac{6}{bh^2} = \frac{Nl}{bh^2}$$

где: N – разрушающая нагрузка, кгс;

l – расстояние между опорами, см;

b и h – соответственно ширина и высота балочки, см.

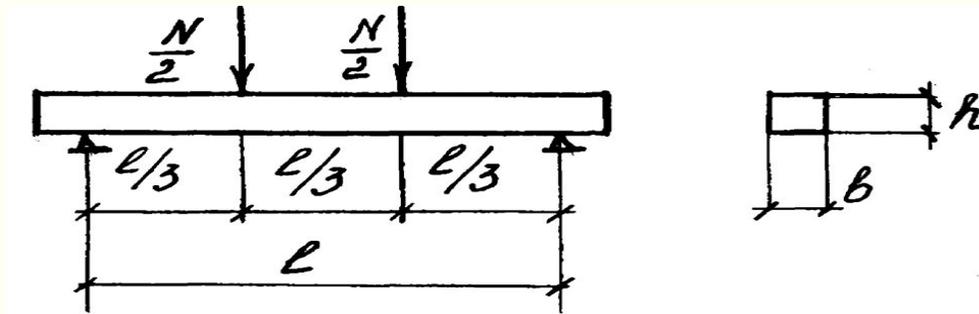
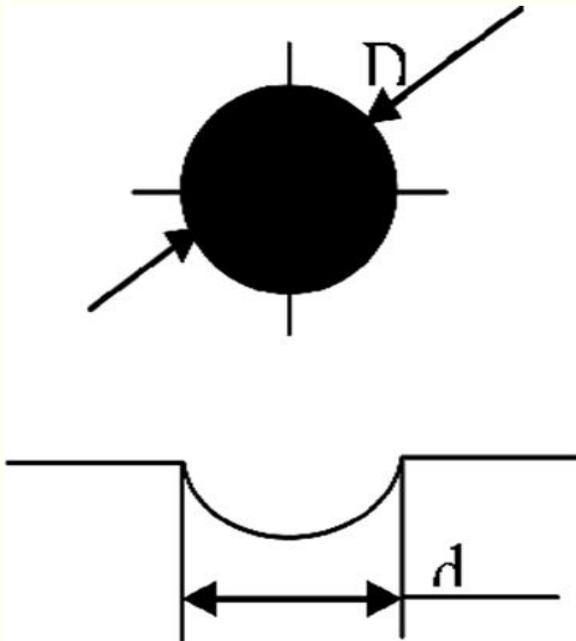


Рисунок 5. Схема испытания на изгиб при двух сосредоточенных нагрузках.

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

2.8. Твердость – способность материала сопротивляться проникновению в него более твердого тела (шарика, призмы, пирамиды)

Твердость по Бринеллю (рис.6) определяют по величине отпечатка металлического шарика по формуле:



$$HB = \frac{2N}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

(кгс/см² , МПа)

где: HB – твердость, кгс/см²;

d – диаметр отпечатка, мм;

D – диаметр шарика, мм;

N – нагрузка, кгс.

МИНЕРАЛЫ. ШКОЛА ТВЕРДОСТИ МООСА

Название минералов	Твердость
Тальк	1
Гипс	2
Кальцит	3
Флюорит	4
Апатит	5
Полевой шпат	6
Кварц	7
Топаз	8
Корунд	9
Алмаз	10

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

2.9. Коэффициент конструктивного качества К.К.К. – отношение предела прочности (как правило при сжатии) материала к его относительной плотности:

$$\mathbf{К.К.К. = R_{сж} / d_0}$$

где: к.к.к. – коэффициент конструктивного качества;

R_{сж} – предел прочности при сжатии, МПа;

d₀ – относительная плотность.

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

2.10. Истираемость – оценивают потерей первоначальной массы образца материала, отнесенной к площади поверхности истирания:

$$И = (m1 - m2) / F_0, \text{ (г/см}^2\text{)}$$

где: $m1$ – масса образца до истирания, г;

$m2$ – масса образца после испытания, г;

F_0 – площадь истирания, см².

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

2.11. Механический износ – свойство материала сопротивляться одновременному воздействию истирания и ударов.

$$\text{Ииз} = [(m_0 - m_{\text{из}}) / m_0] \cdot 100, \%$$

где: m_0 – масса образца до испытания, г;

$m_{\text{из}}$ – масса образца после испытания, г.

3. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

3.1. Дисперсность - характеристика размеров твердых частиц и капель жидкости. Многие строительные материалы (гипсовые вяжущие, цемент и т.п.) находятся в тонкоизмельченном (дисперсном) состоянии и обладают большой суммарной поверхностью частиц. Величина, характеризующая степень раздробленности материала и развитости его поверхности, называется удельной поверхностью ($S_{уд}$) – поверхность единицы объема ($\text{см}^2/\text{см}^3$) или массы материала ($\text{см}^2/\text{г}$). Часто дисперсность материала оценивается ситовым анализом – по остатку на сите.

3. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

3.2. Тиксотропия – способность пластично-вязких смесей обратимо восстанавливать свою структуру, разрушенную механическими воздействиями.

Физическая суть тиксотропии – разрушение структурных связей внутри пластично-вязкого материала, при этом материал теряет структурную прочность и превращается в вязкую жидкость, а после прекращения воздействий материал восстанавливает структурную прочность. Явление тиксотропии используют при виброуплотнении бетонных и растворных смесей, при нанесении мастичных и окрасочных составов шпателем или кистью и т.п.

3. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

3.3. Когезия – свойство материала быть прочным вследствие сил внутреннего сцепления (когезия – сцепление частиц самого материала).

3.4. Адгезия – свойства одного материала прилипать к поверхности другого (адгезия – сцепление, возникающее между двумя приведенными в соприкосновение разнородными материалами). Адгезия измеряется прочностью сцепления при отрыве одного материала от другого.

3.5. Кристаллизация – свойство материала образовывать кристаллы при переходе из одного состояния в другое.

3. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

3.6. Растворимость – способность материала образовывать однородные растворы с водой или другими жидкостями

3.7. Экзо - и эндотермичность – способность материала при участии в химической реакции выделять или поглощать тепло.

3.8. Гидратация и дегидратация – свойство материала присоединять или отдавать воду при химических превращениях.

3. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

3.9. Расширение и сжатие (контракция) - свойство продуктов химической реакции занимать больший или меньший объем по сравнению с объемом вступающих в реакцию веществ

3.10. Токсичность – свойство некоторых материалов вызывать отравление и нарушение здоровья людей, работающих с ними.

3.11. Скорость отверждения – свойство некоторых материалов при изменении температуры или введении отвердителя переходить из пластичного состояния в упругое (твердое).

3.12. Кислотостойкость и щелочестойкость – свойства материала сопротивляться действию агрессии среды, содержащей кислоты, или щелочи.

4. ТЕНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

4.1. Формуемость - свойство материалов и смесей приобретать заданную форму при минимальной затрате сил и средств.

4.2. Удобоукладываемость - способность бетонной смеси легко равномерно распределяться в армированном пространстве опалубки (формы) и не расслаиваться, уплотняться в процессе укладки.

4.3. Слеживаемость - свойство рыхлых минеральных смесей (порошков) сорбировать на себя водяные пары и образовывать комья различного размера.

4. ТЕНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

4.4. Свариваемость - способность некоторых материалов, нагретых до расплавления или до пластического состояния, после остывания прочно соединяться с аналогичными до такого же состояния.

4.5. Ковкость - способность материала в нагретом состоянии деформироваться под влиянием ударов.

4.6. Дробимость - способность природных и искусственных материалов (горных пород и др.) при ударе делиться на части различных размеров и формы.

4. ТЕНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

4.7. Гвоздимость - способность древесины и некоторых других материалов удерживать введенные в них различными способами металлические изделия (гвозди, шурупы, скобы и т.д.).

4.8. Спекаемость - свойство некоторых минеральных материалов (на основе глин) в определенном интервале температур частично размягчаться, уплотняться (за счет плавления легкоплавких компонентов), а при охлаждении приобретать высокую прочность.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

5.1. Долговечность – свойство материала или изделия сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами на ремонт.

Предельное состояние определяется разрушением изделия, требованиями безопасности или экономическими соображениями. Долговечность строительных изделий измеряют обычно сроком службы без потери эксплуатационных качеств в конкретных климатических условиях и режиме эксплуатации. Например, для железобетонных конструкций нормами предусмотрены три степени долговечности: I – соответствует сроку службы не менее 100 лет, II – 50 лет, III – 20 лет.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

5.2. Надежность – свойство, характеризующие проявление всех остальных свойств изделия в процессе эксплуатации. Надежность складывается из долговечности, безотказности, ремонтпригодности и сохраняемости. Эти свойства связаны между собой.

5.3. Безотказность – свойство изделия сохранять работоспособность в определенных режимах и условиях эксплуатации в течение некоторого времени без вынужденных перерывов на ремонт. К показателям безопасности относят вероятность безотказной работы.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

Отказ – событие, при котором система, элемент или изделие полностью или частично теряет работоспособность. Потеря работоспособности вызывается такой неисправностью, при которой хотя бы один из основных параметров выходит за пределы установленных допусков.

Ремонтопригодность – свойство изделия, характеризующее его приспособленность к восстановлению исправности и сохранению заданной технической характеристики в результате предупреждения, выявления и устранения отказов. Показателем ремонтпригодности является среднее время ремонта на один отказ данного вида, а также трудоемкость и стоимость устранения отказов.

Сохраняемость – свойство изделия сохранять обусловленные эксплуатационные показатели в течение и после срока хранения и транспортирования, установленного технической документацией. Сохраняемость количественно оценивают временем хранения и транспортирования до возникновения неисправности.