

Лекция 1. Строительное материаловедение и ее связь с другими науками. Основные свойства строительных материалов

1.1. Введение

Строитель решает главную задачу – построить дом. При этом возникает очень сложная проблема – выбор пролета, материала и изготовление конструкции, кратко:

пролет-материал-конструкция.

При решении этой задачи важное место занимает:

- понимание природы прочности и долговечности материалов;
- работа этих материалов в различных конструкциях.

Только в XIX столетии человечество начало делать первые научные шаги в представлении того, что же происходит с веществом (материалом), из которого выполняются различные конструкции. Именно из таких надежных конструкций делаются дома, самолеты, корабли и другие технические сооружения. Однако человечеству надо было пройти долгий путь, сопровождаемый разрушениями и катастрофами, прежде чем оно убедилось в пользе правильного подбора материалов и обоснованных расчетов на прочность. И даже сейчас не редкость разрушения несущих конструкций инженерных сооружений (см. Фото 1).

Фото 1. 4 июля 2009 г. во время празднования дня Независимости в Меррилвилле (США) обрушился мост, на котором находилось около 1000 человек.



- Курс «Строительное материаловедение» в учебном плане подготовки инженеров-строителей – первая инженерная дисциплина, которая создает необходимую базу для изучения специальных направлений: МК и ЖБК, ДК и ТСП, ОЭСП.
- При изучении курса «о материале» необходимо помнить о неразрывности связи **«состав – структура – свойства - область применения»**.

1.2. Строительное материаловедение как наука

- **Строительное материаловедение** - наука, которая устанавливает образовавшиеся связи между составом, структурой и свойствами строительных материалов и изучает закономерности их изменения под действием физических и химических сил.
- Состав и структура материалов определяют их свойства (способность материала определенным образом реагировать на отдельный или чаще всего действующий в совокупности с другими внешними или внутренними факторами воздействия).
- Свойства материалов связаны со свойствами тех веществ, из которых они состоят и особенностями их строения. Строение материала зависит:
- для природных материалов – от условий их образования;
- для искусственных материалов – от технологии производства.

1.3. Связь строительного материаловедения с другими науками. Главные задачи строительного материаловедения

Строительное материаловедение тесно связано с целым рядом фундаментальных и прикладных наук: физикой, химией, математикой, геологией, минералогией, технологией строительных материалов, сопротивлением материалов и т.д.

Задачами строительного материаловедения являются:

- 1 – прогнозирование свойств материалов;
- 2 – улучшением свойств традиционных материалов;
- 3 – получение новых материалов.

Главная задача – возводить здания и инженерные сооружения из высококачественных материалов и изделий, с надлежащей для их класса надежностью и долговечностью.

1.4. Общая классификация строительных материалов

- Общая классификация: природные и искусственные материалы. Основная классификация строительных материалов – по назначению: конструкционные и специальные.
- К конструкционным материалам (применяются для изготовления несущих и ограждающих конструкций) относятся:
 - Природные каменные.
 - Вяжущие.
 - Искусственные каменные, получаемые:
 1. омоноличиванием с помощью вяжущих веществ (бетоны, растворы);
 2. спеканием (керамические материалы);
 3. плавлением (стекло и ситаллы).
 - Металлы (сталь, чугун, алюминий, сплавы).
 - Полимеры.
 - Древесные.
 - Композиционные (асбестоцементные, бетонополимеры, стеклопластики и др.).
- К специальным материалам (применяются для защиты конструкций от вредных воздействий среды, повышения эксплуатационных свойств, создания комфортных условий проживания и работы) относятся:
 - Теплоизоляционные.
 - Акустические.
 - Гидроизоляционные, кровельные и герметизирующие.
 - Отделочные.
 - Антикоррозионные.
 - Огнеупорные.

1.5. Связь состава, структуры и свойств

Состав материалов характеризуется:

- а) в элементарном составе (химический состав);
- б) в соотношении отдельных фаз, которые разделены поверхностью раздела (фазовый состав);
- в) в количестве отдельных компонентов (количественный состав).

В зависимости от элементарного (химического) состава все материалы делят:

минеральные – природный камень, кирпич, бетон и т.п.;

органические – древесные, битум, пластмассы и т.п.;

металлы – чугун, сталь, алюминий и т.п.

- Все минеральные материалы – огнестойки; органические – горючи. Металлы хорошо проводят электричество, теплоту. Химический состав некоторых материалов (неорганические вяжущие вещества и др.) часто выражают количеством содержащихся в них оксидов.
- Оксиды, химически связанные между собой, образуют минералы, которые характеризуют минеральный состав материала. Зная минералы и их количество (количественный состав) в материале, можно судить о свойствах материала. Например: способность неорганических вяжущих твердеть и сохранять прочность в водной среде, обусловлена присутствием в них минералов силикатов (Si), алюминатов (Al), ферритов (Fe), кальция (Ca). Так, состав типичного цементного клинкера:
 - CaO – 67%; SiO₂ – 22%; Al₂O₃ – 5%; Fe₂O₃ – 3%

Фазовый состав материала представлен:

твердым веществом, образующим стенки пор («каркас» материала); порами, заполненными воздухом или водой.

Размер и характер пор оказывают большое влияние на свойства материала.

Например, известняк-ракушечник и известняк-нуммулит (см. Фото 2÷8). Фазовый состав материала и фазовые переходы воды в его порах оказывают влияние на все свойства и поведение материала при его эксплуатации.

Фото 2. Природный вид песчаника и известняка-ракушечника.

Фото 3. Мелкоштучный природный каменный материал известняк-ракушечник.



Фото 4. Макроструктура известняка-ракушечника.

Фото 5. Крупные пильные блоки из известняка-нуммулита



Фото 7. Макроструктура известняка-нуммулита.

Фото 6. Карьер камнепиления мелкоштучных стеновых камней из известняка-нуммулита



Структура материалов – это размеры, форма, расположения и связи между структурными элементами (атомами, молекулами, ионами).

Различают атомно-молекулярный, субмикроскопический, микро- и макроскопические структурные уровни.

В зависимости от размеров структурных элементов разделяют четыре уровня структуры строительных материалов (см. рис. 1).

Внутреннее строение веществ изучают:

рентгеноструктурным анализом;
электронной микроскопией и т.д.



Рис. 1. Цифровая линейка, определяющая пределы изучения структуры строительных материалов в зависимости от размеров структурных элементов

- атомно-молекулярный: $L < 10^{-9}$;
- субмикроскопический: $L = 10^{-9} \div 10^{-7}$;
- микроскопический: $L = 10^{-7} \div 10^{-4}$;
- макроскопический: $L > 10^{-4}$.

В зависимости от формы и размера частиц и их строения макроструктура строительных материалов может быть:

- зернистой (рыхлозернистой и конгломератной);
- ячеистой (мелкопористой);
- волокнистой;
- слоистой.

Рыхлозернистые материалы – состоят из отдельных не связанных одно с другим зерен (песок, гравий, различные порошкообразные материалы).

Конгломератное строение – прочно соединенные между собой зерна, что характерно для некоторых видов природных, керамических материалов, бетона, композитов и др.

Ячеистая (мелкопористая) структура – характеризуется наличием макро- и микропор. Например, в газо- и пенобетонах, ячеистых пластмассах и др.

Волокнистые и слоистые материалы – представлены волокнами (слоями), расположенные одно к другому. Они обладают различными свойствами вдоль и поперек волокон – **анизотропией**. Такая структура характерна для древесины, изделий из минеральной ваты, слоистая – для рулонных, листовых, плитных материалов со слоистым наполнителем (текстолит, бумажно-слоистые пластики и пр.).

По взаимному расположению атомов и молекул материалы могут быть:

- кристаллическими;
- аморфными.

Аморфные вещества, обладая нерастраченной внутренней энергией кристаллизации, химически более активны, чем кристаллические того же состава. Например: аморфные формы кремнезема: пемзы, трепелы, диатомиты в сравнении с кристаллическим кварцем. Различают кристаллические и аморфные вещества по следующему признаку: кристаллические вещества (при постоянном давлении) имеют определенную температуру плавления, а аморфные – размягчаются и постепенно переходят в жидкое состояние. Прочность аморфных веществ, как правило, ниже, чем кристаллических, поэтому для получения повышенной прочности специально проводят кристаллизацию, например, при получении стеклокристаллического материала - ситалла.

Явление полиморфизма – проявление неодинаковых свойств у кристаллических материалов одного и того же состава, если они формируются в разных кристаллических формах, называемых модификациями. Например, полиморфные превращения кварца сопровождаются изменениями объема. Изменением свойств материала путем изменения кристаллической решетки пользуются при термической обработке металлов (закалке и отпуске).

