

Краткий конспект лекций

(развернутый план)

по дисциплине **«Строительные материалы»**

для направления бакалавриата: 08.03.01 Строительство

Тема 1: «Вводная лекция»

Цель изучения дисциплины: формирование у бакалавра по направлению подготовки «Строительство» знания свойств и назначения современных строительных материалов и изделий, а также умения применять эти знания на практике.

Основные задачи дисциплины:

- познакомить с историей производства и применения строительных материалов, с теоретическим и практическим вкладом отечественных и зарубежных ученых в разработку и внедрение новых эффективных технологий их производства;
- объяснить взаимосвязь состава, строения и свойств конструкционных строительных материалов и материалов специального назначения;
- раскрыть основные показатели качества строительных материалов и изделий и современные методы их оценки;
- научить правильно использовать основные нормативные документы (ГОСТы, СНиПы и др.), регламентирующие технические характеристики, рациональные области применения и контроль качества строительных материалов;

- описать основные принципы технологий производства строительных материалов и изделий;
- дать представление об осуществляемых в строительстве мероприятиях по экономии и рациональному использованию сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, а также по снижению трудоемкости производственных процессов;
- научить правильно выбирать и грамотно использовать строительные материалы для решения практических задач.

Краткий исторический обзор производства и применения строительных материалов, изделий и конструкций.

Зависимость качества, долговечности и стоимости сооружений от правильного выбора и применения строительных материалов.

Стандартизация свойств строительных материалов. Категории и виды стандартов.

Классификация строительных материалов по различным классификационным признакам:

- по химическому составу (органические; минеральные; металлические);
- по происхождению (природные или естественные; искусственные, полученные с использованием различных технологий переработки);
- по назначению (конструкционные и специального назначения) с подробным изложением перечня материалов каждой группы.

Конструкционные материалы:

природные каменные материалы;

вяжущие вещества: органические и неорганические;

искусственные каменные материалы, полученные: с помощью вяжущих веществ; обжигом, спеканием; плавлением;

металлы;

полимерные материалы;

древесные материалы;

композиционные материалы.

Материалы специального назначения:

теплоизоляционные материалы;

гидроизоляционные, кровельные и герметизирующие;

акустические: звукоизоляционные; звукопоглощающие;

отделочные, в т.ч.: для стен и потолков и полов;

антикоррозионные: покровные, облицовочные, антисептики, антипирены;

огнеупорные;

материалы для защиты от радиационных воздействий и др.

Тема 2 «Общие свойства строительных материалов»

Понятие «свойство». Связь свойств строительных материалов с их составом, строением, и условиями применения.

Общая классификация свойств строительных материалов:

физические свойства, характеризующие особенности физического состояния материала или отражающие его отношение к различным физическим процессам;

механические свойства, отражающие способность материала сопротивляться силовым, тепловым, усадочным и другим внутренним напряжениям без нарушения установившейся структуры;

химические свойства, отражающие способность материала вступать в химическое взаимодействие с веществами внешней среды, в которой он находится, или сохранять свой состав и структуру в условиях инертной окружающей среды;

физико-химические – свойства, определяющие влияние физического состояния материала на его отношение к протеканию определенных химических процессов;

технологические – свойства, характеризующие способность материала к восприятию некоторых технологических операций, изменяющих состояние материала, структуру его поверхности, придающих нужную форму и размеры.

Физические свойства: определения, методы оценки, связь с составом, строением материала и условиями эксплуатационной среды.

Свойства материалов, характеризующие особенности физического состояния:

средняя плотность;

истинная плотность;

насыпная плотность (для сыпучих материалов);

относительная плотность;

пористость (пустотность – для сыпучих материалов);

влажность.

Свойства материалов, определяющие их отношение к водной и паровой среде:

гигроскопичность;

водопоглощение (по массе и по объему);

коэффициент насыщения пор материала водой;

водопроницаемость;

водонепроницаемость для кровельных материалов и тяжелого бетона;

морозостойкость;

усадка (усушка) и набухание (разбухание).

Свойства материалов, определяющие их отношение к постоянному и переменному тепловому воздействию

теплоемкость;

теплопроводность;

термическая стойкость;

коэффициент линейного температурного расширения;

пожарная опасность строительных материалов и их пожарно-техническая классификация.

Акустические свойства:

звукопроводность;

звукопоглощение.

Механические свойства: определения, методы оценки (разрушающие

неразрушающие), связь с составом, строением материала и условиями эксплуатационной среды.

Деформационные свойства:

упругость;

пластичность;

хрупкость;

ползучесть;

релаксация.

Прочностные свойства:

прочность (предел прочности);

водостойкость;

твёрдость;

истираемость;

сопротивление удару;

Химические и физико-химические свойства: химическая стойкость; дисперсность; удельная поверхность; адгезия.

Технологические свойства

структурная прочность; вязкость; тиксотропия.

Эксплуатационные свойства:

долговечность;

надежность;

безотказность;

ремонтпригодность.

Тема 3: «Природные каменные материалы и их использование в строительстве»

Горные породы, как значительные по объему скопления минералов в земной коре, образовавшиеся под влиянием одинаковых условий.

Породообразующие минералы горных пород и их характерные свойства:

оптические (цвет, блеск, прозрачность);

спайность;

строение в изломе;

твёрдость по шкале Мооса;

истинная плотность;

прочность.

Зависимость строительных свойств горных пород и каменных изделий из них от:
химического состава породы;

физических и механических свойств породообразующих минералов;

строения (структуры) породы, предопределяемого условиями ее образования.

Классификация горных пород по условиям образования (генетическому признаку):

магматические (первичные);

осадочные (вторичные);

метаморфические (видоизмененные).

Магматические горные породы: классификация в зависимости от условий образования:

глубинные (интрузивные) гранит, сиенит, диорит, габбро, лабрадорит;

плотные излившиеся (эффузивные) кварцевый порфир, бескварцевый порфир □
липарит, диабаз базальт;

пористые излившиеся (вулканические) – туф, лава, пемза, пепел.

Характеристика основных породообразующих минералов глубинных и
плотных излившихся горных пород:

кварца;

полевых шпатов (ортоклаза, плагиоклаза);

слюд (биотита, мусковита);

темноокрашенных минералов (амфиболов, пироксенов, оливинов).

Классификация глубинных и плотных излившихся горных пород в зависимости
от содержания в них оксида кремния:

кислые (гранит, кварцевый порфир, липарит);

средние (сиенит, диорит, бескварцевый порфир, трахит, андезит);

основные (габбро, лабрадорит, диабаз, базальт).

Особенности строения, свойств и применения в строительстве глубинных,
плотных излившихся и вулканических магматических горных пород.

Осадочные горные породы, образовавшиеся в результате выветривания магматических горных пород. Схема естественного процесса разрушения первичных пород:

физическое и химическое выветривание;

механический и химический перенос;

отложение и накопление продуктов разрушения; уплотнение и цементация рыхлого осадка с преобразованием его в породу. Классификация в зависимости от условий образования:

механические отложения: рыхлые (песок, щебень, гравий, глина) и цементированные (песчаник, брекчия, конгломерат);

химические отложения (плотный известняк, магнезит, доломит, мергель, гипс, ангидрит);

органогенные отложения (известняк-ракушечник, мел, диатомит, трепел, опока).

Характеристика важнейших породообразующих минералов осадочных горных пород:

кварца;

опала;

глинистых минералов;

карбонатов (кальцита, магнезита, доломита);

сульфатов (гипса, ангидрита);

Особенности строения, свойств и применения в строительстве механических, химических и органогенных осадочных горных пород. Осадочные горные породы, как ценное сырье для производства минеральных вяжущих веществ.

Метаморфические горные породы, образовавшиеся в результате изменения состава и строения магматических и осадочных пород в результате действия высоких температур и давлений, а также сдвиговых деформаций.

Классификация метаморфических горных пород в зависимости от происхождения исходной породы:

метаморфические магматические (гнейс из гранита);
метаморфические осадочные (мрамор из известняков, кварцит и песчаника, глинистый сланец из глины).

Особенности строения, свойств и применения в строительстве метаморфических горных пород.

Основные показатели качества природных каменных материалов: средняя плотность, предел прочности при сжатии, водостойкость, морозостойкость, истираемость, износостойкость, сопротивление удару и пр.

Классификация природных каменных материалов по степени обработки:

грубообработанные (бутовый камень, щебень, гравий, песок).

профилированные (пиленные штучные камни для несущих и ограждающих конструкций зданий, плиты и профильные изделия для наружной и внутренней облицовки стен и полов зданий; колотые камни для дорожного строительства (бортовые камни, брусчатка, шашка)).

Тема 4: «Минеральные вяжущие вещества»

Определение и классификация минеральных (неорганических) вяжущих веществ в зависимости от способности твердеть и набирать прочность в определенной среде. Воздушные и гидравлические вяжущие вещества.

Основы теории твердения минеральных вяжущих веществ по А.А. Байко-ву. Понятие «гидратация». Характеристика трех стадий твердения:

растворение (затворение);

коллоидация (схватывание);

кристаллизация (твердение).

Воздушные вяжущие вещества.

Гипсовые вяжущие вещества.

Сырье: горные породы (гипс, ангидрит) и гипсодержащие отходы химической промышленности (фосфогипс, борогипс, титаногипс и пр.).

Общая классификация гипсовых вяжущих веществ в зависимости от технологии получения и особенностей твердения:

безобжиговые;

низкообжиговые;

высокообжиговые (ангидритовые);

смешанные.

Характеристика низкообжиговых вяжущих веществ. Реакция гидратации полуводного гипса. Особенности твердения низкообжиговых гипсовых вяжущих веществ.

Важнейшие технические свойства низкообжиговых гипсовых вяжущих:

нормальная плотность гипсового теста;

марки по прочности (12 марок);

виды по срокам схватывания (А, Б и В);

виды по степени помола (I, II и III).

Основные направления использования низкообжиговых гипсовых вяжущих веществ в современном строительстве для производства:

панелей и плит для перегородок;

гипсокартонных и гипсоволокнистых листов;

архитектурно-декоративных изделий;

штукатурных и шпаклевочных смесей;

форм и моделей в керамической и машиностроительной промышленности.

Магнезиальные вяжущие вещества. Сырье и принципы получения.

Состав каустического магнезита и каустический доломит. Их свойства и особенности твердения. Виды затворителей.

Применение магнезиальных вяжущих веществ в строительстве для производства бесшовных теплых ксилолитовых полов, стекломagneзитовых листов, теплоизоляционных материалов (пеномagneзита, газомagneзита).

Растворимое (жидкое) стекло.

Сырье, основы технологии получения и твердения.

Использование натриевого растворимого стекла для изготовления кислотоупорных, жароупорных и огнеупорных бетонов, огнезащитных обмазок и силикатизации грунтов.

Применение калиевого растворимого стекла для приготовления силикатных красок, мастик и кислотоупорных растворов и бетонов.

Воздушная известь.

Сырьевые источники. Обжиг сырья. Термины: «комовая известь», «негашеная известь», «известь-кипелка».

Способы измельчения комовой извести:

химический (гашение водой);

механический (помол в мельницах).

Сопоставление гашеной и молотой негашеной извести по свойствам, скорости твердения.

Применения воздушной извести в строительстве для производства смешанных (известково-цементных, известково-гипсовых, известково-глиняных) строительных растворов и силикатных изделий автоклавного твердения.

Гидравлические вяжущие вещества, как система $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ в меняющихся соотношениях.

Гидравлическая известь и романцемент.

Сырьевые источники и принципы получения. Состав. Гидравлефакторы. Особенности твердения гидравлической извести и романцемента. Применение этих вяжущих веществ для изготовления смешанных вяжущих, штукатурных и кладочных растворов, бетонов низких классов, силикатных изделий автоклавного твердения.

Портландцемент.

Определение. Значение этого вяжущего вещества для современного строительства.

Понятие «клинкер». Сырье для его получения: карбонатные (известняк, мел, ракушечник) и алюмосиликатные (глина, мергель) горные породы.

Основные технологические операции при производстве портландцемента:

приготовление сырьевого шлама (мокрый способ) или сырьевой муки (сухой способ);

обжиг сырьевой смеси во вращающейся печи;

тонкий помол полученного клинкера с гипсом и при необходимости с другими добавками.

Характеристика процессов, происходящих в шести зонах вращающейся печи, обуславливающих образование клинкерных минералов портландцемента.

Клинкерные минералы портландцемента: названия, процентное содержание в клинкере, влияние на скорость твердения, прочность и долговечность цементного камня, химические реакции гидратации.

марка (активность);

тонкость помола;

нормальная густота и сроки схватывания цементного теста;

равномерность изменения объема.

Коррозия цементного камня под действием агрессивных веществ, находящихся в окружающей среде

Характеристика трех видов коррозии по В.Н Москвину: I вид – коррозия выщелачивания;

II вид кислотная коррозия и ее разновидности (магнезиальная и углекислотная);

III вид – гипсовая и сульфаталюминатная коррозии.

Профилактика и борьба с тремя видами коррозии цементного камня. Типы портландцемента в зависимости от содержания минеральных добавок (ПЦ Д0, ПЦ Д5, ПЦ Д20, ШПЦ). Термины: «минеральная добавка», «добавка-наполнитель», «активная минеральная добавка», «гидравлическая добавка», «пуццолановая добавка».

Требования к портландцементу, предназначенному для бетонов транспортного строительства (нормирование минералогического состава клинкера, отсутствие минеральных добавок).

Быстротвердеющий портландцемент: особенности минералогического состава клинкера, технологии производства, твердения и области применения в строительстве.

Шлакопортландцемент и быстротвердеющий шлакопортландцемент: особенности состава, технологии производства, твердения и применения в строительстве.

Пластифицированный и гидрофобный портландцемент: особенности технологии производства, специфические свойства и рациональные области применения в строительстве.

Сульфатостойкий и пуццолановый портландцемент: особенности минералогического состава клинкера и твердения, назначение.

Белый и цветные цементы: особенности состава, технологии получения и применения в строительстве. Требования к пигментам для получения цветных цементов.

Глиноземистый (алюминатный) цемент.

Определение, принципы получения и требования к сырью. Минералогический состав клинкера глиноземистого цемента и особенности его твердения. Рациональные области применения глиноземистого цемента в строительстве.

Сопоставление портландцемента и глиноземистого цемента по сырью, составу, особенностям твердения, свойствам и областям применения.

Тема 5: «Керамические материалы и изделия»

Керамические материалы, как искусственные каменные материалы, изготавливаемые из минерального сырья путем формования и последующего обжига при высоких температурах.

Термины: «глиняное тесто», «сырец» и «керамический черепок».

Классификация керамических материалов и изделий по структуре черепка:

изделия с плотным спекшимся черепком, не пропускающим воду и имеющим блестящий раковистый излом (водопоглощение менее 5 %);

изделия с пористым черепком, дающим тусклый землистый излом, пропускающим воду при отсутствии глазури (водопоглощение более 5%).

Характеристика сырьевой базы для производства керамических материалов и изделий.

Основные виды сырья:

пластичные материалы (глины, трепельные, аргиллитовые и диатомитовые породы);

органические и минеральные добавки (отошающие, обогащающие, пластифицирующие, порообразующие);

плавни (полевые шпаты, пегматиты, перлит, химические соединения щелочных и щелочноземельных металлов).

Глины, как алюмосиликатные дисперсные горные породы, состоящие из глинистого вещества и примесей. Основные виды глинистых (каолинит, галлуа-зит, монтмориллонит, бейделлит) и гидрослюдистых (иллит, хлорит, глауконит, вермикулит, пирофиллит) минералов. Характерные виды

примесей в глинистом сырье (кварц, полевые шпаты, карбонаты, гипс, органические соединения) и их влияние на его качество.

Керамические свойства глин в зависимости от минералогического состава, характера и состава примесей:

пластичность;

связующая способность;

воздушная усадка;

огневая усадка;

огнеупорность;

спекаемость.

Повышение стойкости керамических материалов к внешним воздействиям, придание им водонепроницаемости и определенного декоративного вида за счет покрытия глазурями и ангобами.

Способы приготовления керамических масс и формования изделий: Добыча и обогащение глинистого сырья. Методы приготовления рабочей керамической массы.

Способы формования керамических изделий:

полусухой или сухой способ, и керамической массы с влажностью соответственно 2-8 % и 8-12%;

пластический способ, когда влажность керамической массы колеблется в пределах от 15 до 25 % и более;

литьевой (шликерный) способ, если приготавливается шликер, представляет собой суспензию (дисперсную систему с водосодержанием 35-80 %), в которой твердые частицы находятся во взвешенном состоянии.

Основные виды строительных керамических материалов и изделий изготавливаемые полусухим (сухим), пластическим и литьевым способом.

Сушка и обжиг керамики.

Естественная и искусственная сушка. Основные типы искусственных сушил. Воздушная усадка и ее влияние на качество изделий.

Обжиг, как важнейшая технологическая операция в производстве керамических материалов и изделий. Используемые на предприятиях керамической промышленности температуры обжига. Основные периоды обжига керамики и характеристика происходящих при этом физико-химических процессов:

подогрев (удаление из сырца физической влаги, выгорание органических примесей, дегидратация глинистых минералов, полиморфные превращения кварца, диссоциация магнезита и кальцита);

спекание (разложение глинистых минералов и образование аморфной смеси Al_2O_3 и SiO_2 , образование новых кристаллических силикатов вследствие реакций в твердой фазе, образование расплава (жидкой фазы), сближение твердых частиц и уплотнение системы);

охлаждение (кристаллизация некоторых фаз из расплава или превращение расплава в стекло, полиморфные превращения кварца).

Классификация керамических материалов и изделий по назначению:

стенные (кирпич, камни керамические, блоки, панели);

кровельные (черепица);

для перекрытий (пустотелые камни, балки, панели перекрытия и покрытия из керамических камней);

для облицовки фасадов зданий (кирпич и камни керамические лицевые, ковровая керамика, плитки фасадные, архитектурно-художественные детали);

для внутренней облицовки стен и полов;

заполнители для легких бетонов (керамзит, аглопорит);

санитарно-техническое оборудование;

для дорог и подземных коммуникаций (дорожный кирпич, трубы и т.д.);

кислотоупорные изделия;

для теплоизоляции;

огнеупоры (перлитокерамика, диатомитовая и др.).

Тема 6: «Лесные материалы и изделия из древесины»

Общие сведения о древесине. Краткий исторический обзор использования древесины в строительстве.

Место деревянных конструкций среди современных строительных материалов. Основные виды хвойных и лиственных пород, используемых в современном строительстве.

Положительные свойства древесины:

высокая прочность при небольшой плотности;

малая теплопроводность;

легкость обработки;

высокая морозостойкость;

сопротивляемость действию многих химических реагентов.

Отрицательные свойства древесины:

неоднородность строения;

наличие пороков;

гигроскопичность;

загниваемость;

горючесть;

растрескивание, коробление, разбухание;

повреждение насекомыми и грибами.

Микро- и макроструктура древесины. Особенности строения стенки (оболочки) клетки. Рассмотрение макроструктуры древесины на поперечном, радиальном и тангенциальном разрезах ствола. Ядровые, спелодревесные и заболонные породы древесины.

Свойства древесины: краткая характеристика свойств, связь со строением и влажностью:

физические свойства: истинная и средняя плотность; гигроскопичность, влажность, теплопроводность;

механические свойства: прочность (предел прочности при сжатии вдоль волокон и предел прочности на растяжение при изгибе); твердость.

Влияние влажности на свойства древесины.

Классификация древесины в зависимости от содержания в ней влаги:

мокрая или сплавная ($w > 100-200 \%$);

свежесрубленная ($w = 35-100 \%$);

воздушно-сухая ($w = 15-20 \%$);

комнатно-сухая ($w = 8-12 \%$);

абсолютно сухая.

Виды влаги в древесине:

свободная, заполняющая полости клеток;

гигроскопическая (связанная), находящаяся в стенках клеток и сосудов в виде тонких ультрамикроскопических слоев;

химически связанная, входящая в химический состав веществ, из которых состоит древесина.

Точка насыщения волокон (предел гигроскопической влажности). Набухание и усушка древесины при изменении влажности от нуля процентов до точки насыщения волокон. Неравномерность набухания древесины вдоль волокон, в радиальном и тангенциальном направлениях. Понятие равновесной и стандартной влажности. Расчетные формулы для перехода к показателям средней плотности и прочности при стандартной влажности.

6.5 Важнейшие виды пороков и их негативное влияние на качество древесины:

сучки (сросшиеся, выпадающие, сшивные, лапчатые);

трещины (метиковые, отлупы, морозные, трещины усушки);

пороки формы ствола (кривизна, ройка, закомелистость, сбеживатость);

пороки строения древесины (крень, двойная сердцевина, косослой, свилеватость);

повреждения насекомыми и грабами (червоточина, грибные поражения).

Способы защита древесины от гниения и поражения насекомыми:

сушка (естественная и искусственная);

конструктивные меры (изоляция; устройство каналов для проветривания; покрытие влагостойкими и влагонепроницаемыми масляными и лаковыми пленками).

пропитка антисептиками.

Основные виды антисептиков (водорастворимых, органикорастворимых, маслянистых, паст).

Способы защиты деревянных конструкций от возгорания:

конструктивные (покрытие штукатуркой, облицовка огнезащитными материалами);

химические (пропитка антипиренами).

Сортимент лесных материалов и деревянных изделий, разновидности материалов из отходов древесины.

Виды материалов и изделий из древесины:

круглые лесоматериалы (бревна, подтоварник, жерди);

пиломатериалы (пластины, четвертины, брусья, бруски, доски);

полуфабрикаты и строительные изделия (паркет, фанера, профильные материалы и др.);

столярные изделия и элементы для заполнения дверных и оконных проемов, перегородок и др.;

клееные конструкции из древесины.

Материалы из отходов древесины:

на основе древесно-полимерной композиции (древесностружечные плиты; древесноволокнистые плиты; древесно-минеральные плиты);

на основе древесно-цементной композиции (фибролитовые плиты; арболит; цементностружечные и стружечноцементные плиты; ксилолит).

Тема 7: «Цементные бетоны»

Значение бетонов в строительстве, их классификация.

Материалы для тяжелого бетона. Мелкий и крупный заполнители. Требования к воде затворения с учетом экономного использования питьевой воды и охраны окружающей среды.

Бетонная смесь. Понятие о ее реологических свойствах (однородность, нерасслаиваемость, тиксотропность и удобоукладываемость). Методы оценки этих свойств. Влияние основных факторов на удобоукладываемость. Пластифицирующие добавки. Выбор требуемой подвижности смеси в зависимости от вида конструкции и способа уплотнения бетонной смеси.

Понятие о строении бетона. Причины его пористости, виды пор. Влияние пористости на свойства бетонов.

Прочность бетона. Классы и марки бетонов по прочности. Зависимость прочности от активности цемента, водоцементного отношения и качества заполнителей. Формулы и графики, выражающие эту зависимость. Однородность прочности бетона, ее значение для экономии цемента и повышения качества бетона. Принципы определения состава бетона.

Производственные факторы, влияющие на качество и технико-экономические показатели бетонов. Выбор цемента и заполнителей, применение пластификаторов. Дозирование компонентов, перемешивание и транспортирование бетонных смесей.

Уплотнение бетонных смесей. Вибрационный способ уплотнения. Зависимость параметров вибрирования бетонной смеси от ее состава и удобоукладываемости. Вакуумирование и вибровакуумирование. Принципы центрифугирования, вибропрессования и проката. Другие безвиброционные способы уплотнения. Подвижные и литые бетонные смеси с суперпластификаторами. Уход за свежееуложенным бетоном.

Твердение бетонов в различных условиях. Влияние температуры и влажности на твердение бетона. Использование химических добавок-ускорителей твердения. Обеспечение твердения бетонов в зимних условиях и в условиях сухого и жаркого климата. Контроль качества бетона, включая методы испытаний без разрушения.

Специальные свойства бетонов: тепловыделение, усадка, морозостойкость, водонепроницаемость, ползучесть, радиационная стойкость. Коррозия бетона, способы предупреждения и защиты от коррозии.