

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
и.о. директора института ИТУС
Е.Н. Коробкова
« 30 » _____ 2016 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Материаловедение

Направление подготовки

27.03.02 Управление качеством

Направленность программы (профиль, специализация)

Управление качеством

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт информационных технологий и управляющих систем

Кафедра стандартизации и управления качеством

Белгород 2016

Программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ №92 от 09 февраля 2016 года.

- Плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составитель: канд. техн. наук., доц. _____ (С.В.Резниченко)

(подпись)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой СиУК
Заведующий кафедрой д-р техн., наук, проф. _____ (А.А. Афанасьев)

(подпись)

« 21 » 03 _____ 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры СиУК

« 29 » 03 _____ 2016 г., протокол № 6/1

Заведующий кафедрой: д-р техн., наук

_____ (подпись)

(А.А. Афанасьев)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института ИТУС

« 30 » 03 _____ 2016 г., протокол № 5/20

Председатель: доцент _____

(подпись)

(Ю.И. Солопов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	ОПК-1	Способностью применять знания подходов к управлению качеством	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные классы современных материалов, их свойства, область применения, маркировку; – принципы выбора материалов, включая строительное производство; – физические, химические, механические свойства материалов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – определять основные свойства материалов; – выбирать материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности, долговечности изделий; – выбирать материалы и технологические процессы для решения задач профессиональной деятельности. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками, необходимыми для последующего изучения неметаллических и металлических материалов; – методами работы со справочной, технической, научной, нормативной литературой.
	ОПК-2	Способностью применять инструменты управления качеством	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – подбирать и применять в работе основные и вспомогательные материалы для осуществления профессиональной деятельности; – теоретические основы технологии и обработки материалов; – физико-химические процессы, протекающие при получении и переработке материалов разных классов; – закономерности структурообразования; – наименование, маркировку, свойства обрабатываемого материала; – фазовые превращения в материалах. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – на основе технического анализа выбрать материалы для производства конкретного вида работ; – на основе знания свойств материалов решить проблему взаимозаменяемости материалов; – расшифровывать маркировку; – пользоваться справочными таблицами для определения свойств материалов; – находить и использовать справочную литературу и базы данных по составу, структуре и свойствам основных типов материалов; – подходами к отбору проб и маркировке. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальной терминологией материаловедения; – методами выбора материалов для конкретных практических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Введение в профессию
2	Теоретическая механика
3	Математика
4	Инженерная графика

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Физика
2	Математика
3	Логика
4	Технология и организация производства продукции и услуг
5	Организация строительного производства
6	Общая электротехника и электроника
7	Экология
8	Менеджмент и маркетинг
9	Основы квалиметрии
10	Статистические методы управления качеством
11	Основы трудового законодательства
12	Интегрированные системы менеджмента

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	68	68
лекции	34	34
лабораторные	0	0
практические	34	34
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	112	112
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	РГЗ	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	58	58
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Экзамен	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Физико-химические основы материаловедения					
	Основы строительного материаловедения. Классификация строительных материалов. Нормативные документы для изучения и описания физико-химических свойств.	2	2	-	3
2. Основные свойства строительных материалов					
	Связь состава, строения и свойств строительных материалов. Классификация и характеристика основных свойств строительных материалов.	2	2 - 3		
3. Состав, строение и свойства сырья для производства строительных материалов					

	<p>Модели строения и структур материалов. Свойства материалов – физические, механические, химические и технологические. Зависимость свойств материалов от его состава, строения и структуры.</p>	2	-	-	1
4. Природные строительные материалы					
	<p>Общие сведения о горных породах. Изверженные, осадочные и метаморфические породы. Технические требования к каменным материалам. Добыча, обработка и виды изделий из природного камня. Области применения природных каменных материалов. Материалы и изделия из древесины: состав, строение и основные свойства древесины. Зависимость свойств древесины от влажности. Основные пороки древесины. Защита древесины от гниения и возгорания. Виды материалов, изделий и конструкций из древесины. Область применения материалов из древесины.</p>	10	10	-	15
5. Строительные материалы, изделия, получаемые термической обработкой минерального сырья					
	<p>Керамические материалы: общие сведения. Сырье для производства керамических материалов. Основы технологии керамических изделий. Виды керамических материалов. Области их применения.</p>	4	4	-	6
6. Строительные материалы на основе неорганических вяжущих					
	<p>Общие сведения о неорганических вяжущих веществах, их классификация. Воздушные вяжущие вещества: общие представления, основные свойства. Процессы твердения. Гидравлические вяжущие вещества: портландцемент, его специальные виды. Сырье, способы производства (с указанием стадий процесса), минеральный состав, процессы твердения. Основные свойства портландцемента. Глиноземистые цементы: сырьевые компоненты, основные свойства. Расширяющиеся цементы. Классификация бетонов по основному назначению, структуре, виду вяжущих и заполнителю. Материалы для бетонов Требования к воде. Заполнители для бетона и их классификация. Пески, применяемые для бетона, и требования к ним. Крупные заполнители для бетона. Химические добавки, вводимые в его состав. Бетонные смеси. Основные свойства бетонной смеси. Основы технологии бетона. Разновидности бетонов.</p>	4	4	-	6
7. Строительные материалы специального функционального назначения					
	<p>Теплоизоляционные материалы: общие сведения, классификация. Способы создания высокопористого строения. Свойства теплоизоляционных материалов. Основные виды и особенности применения теплоизоляционных материалов.</p>	4	4	-	6
8. Органические вяжущие вещества и материалы на их основе					
	<p>Битумные и дегтевые вяжущие вещества и материалы на их основе: общие сведения, классификация, состав и строение. Основные свойства битумов и дегтей.</p>	2	2	-	3
9. Полимерные строительные материалы					
	<p>Полимерные строительные материалы: общие сведения, состав. Основы технологии строительных изделий из пластмасс. Применение полимерных материалов и изделий.</p>	2	2	-	3
10. Металлические материалы и сплавы					

	Строение металлов, формирование структуры при кристаллизации. Виды сплавов; железоуглеродистые сплавы; состав и структура сталей и чугунов; высокопрочные стали и сплавы.	2	4	-	5
ВСЕГО		34	34	0	51
РГЗ					18
Экзамен					36
Реферат					7
ИТОГО		34	34	0	112

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 1				
1	Физико-химические основы материаловедения	Физические величины. Основные понятия.	2	2
2	Основные свойства строительных материалов	Отработка навыков отбора проб строительных материалов.	2	2
3	Состав, строение и свойства сырья для производства строительных материалов	-	-	-
4	Природные строительные материалы	Определение качества древесины. Физические свойства древесины. Механические свойства природных каменных материалов. Определение качества природных каменных материалов.	10	10
5	Строительные материалы, изделия, получаемые термической обработкой минерального сырья	Основные свойства керамических материалов. Качество керамических материалов.	4	4
6	Строительные материалы на основе неорганических вяжущих	Определение качества минеральных вяжущих материалов.	4	4
7	Строительные материалы специального функционального назначения	Определение качества строительного бетона	4	4
8	Органические вяжущие вещества и материалы на их основе	Качественные характеристики битумов и дегтей.	2	2

9	Полимерные строительные материалы	Качество полимерных материалов	2	2
10	Металлические материалы и сплавы	Качество металлов и сплавов	4	4
		ИТОГО:	34	34
			ВСЕГО:	68

4.3. Содержание лабораторных занятий

Выполнение лабораторных работ не предусмотрено.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Физико-химические основы материаловедения	Укажите отличие природных материалов от искусственных? Чем определяется качество строительных материалов? Что такое средняя проба материала? Опишите сущность метода квартования. Где его используют? Что такое партия изделия? Определите понятие «маркировка» пробы строительного материала
2	Основные свойства строительных материалов	Состав, структура и строение строительных материалов. Общие понятия о свойствах. Взаимосвязь состава, структуры и свойств строительных материалов и изделий. Физические свойства. Гидрофизические свойства. Теплофизические свойства. Механические свойства. Химические и физико-химические свойства. Структурная прочность, тиксотропия, вязкость. Эстетические, технологические, электрические и магнитные свойства строительных материалов. Потребительские свойства строительных материалов.
3	Состав, строение и свойства сырья для производства строительных материалов	Общие сведения о классификации горных пород. Горные породы как сырье для производства строительных материалов. Магматические, осадочные, метаморфические горные породы. Техногенные отходы.
4	Природные	Виды природных каменных материалов, область их применения.

	<p>строительны материалы</p>	<p>Способы обработки природных каменных материалов. Классификация природных изделий по эксплуатационно-техническим свойствам. Применение природных каменных материалов и изделий. Как получают природные каменные материалы? Что определяют механические свойства? Механические воздействия характеризуются изменениями по: — _____; — _____; — _____.</p> <p>Перечислите механические свойства природных каменных материалов (не раскрывая значения свойства). Что такое прочность? На что указывает показатель прочности? Что такое разрушение? Какие виды разрушения Вам известны? Что такое твердость? Приведите формулы для расчета твердости по Бринеллю. Приведите формулы для расчета предела прочности в общем виде. Что такое древесина? Каков химический состав древесины? Перечислите положительные свойства древесины. Перечислите отрицательные свойства древесины. Основные пороки древесины. Какие виды влаги различают в древесине? Перечислите физические свойства древесины (не раскрывая значения свойства). Стандартной считается древесина с влажностью ____%. Чем определяется пористость древесины? Что такое объемная масса древесины? Что необходимо знать для ее определения? Приведите формулу для расчета истинной плотности. Что характеризует этот показатель? Приведите формулу для расчета средней плотности. Приведите формулу для расчета пористости. Приведите формулы для расчета водопоглощения по массе и по объему Защита древесины от гниения, возгорания, поражения насекомыми.</p>
5	<p>Строительные материалы, изделия, получаемые термической обработкой минерального сырья</p>	<p>Какие материалы и изделия называют керамическими? По назначению керамические изделия классифицируют на... Что служит сырьем для производства керамических материалов? Каковы состав и свойства глин как основы для производства керамических изделий? Назовите основные этапы производства керамических изделий. При какой температуре и почему проводят сушку и обжиг керамических изделий? Какие процессы протекают при обжиге глины? Дайте их температурную характеристику. Перечислите виды керамических изделий. Коротко их охарактеризуйте. Перечислите основные свойства керамических материалов (не раскрывая значения свойства). Что такое водопроницаемость? Как можно снизить водопроницаемость кровельных керамических материалов и изделий? Дайте характеристику свойству «морозостойкость» керамических материалов. Стеновые, облицовочные, кровельные керамические изделия. Специальные керамические изделия.</p>
6.	<p>Строительные материалы на основе неорганиче-</p>	<p>Неорганические вяжущие вещества: общее представление, классификация. Что такое воздушная известь? Сырьем для производства воздушной извести являются... По показателю прочности известь делится на марки... (поясните как, используя нормативный документ на известь).</p>

	ских вяжущих	<p>Опишите химически процесс твердения гипса. В чем сущность механизма твердения гипса?</p> <p>Для определения показателя «предел прочности» извести изготавливают образцы размером...</p> <p>Перечислите основные свойства гипсовых вяжущих (не раскрывая значения свойства).</p> <p>Опишите свойство «водопотребность» для гипсовых вяжущих. Сколько процентов воды требуется для получения теста стандартной консистенции?</p> <p>Опишите свойство «сроки схватывания» для гипсовых вяжущих. Зачем определяется это свойство?</p> <p>Опишите свойство «прочность» для гипсовых вяжущих. Как его определить?</p> <p>Опишите свойство «долговечность» для гипсовых вяжущих.</p> <p>Приведите логический ряд, положенный в основу методологии изучения вяжущих веществ _____ → _____ → _____ → _____</p> <p>_____.</p> <p>Что представляет собой портландцемент?</p> <p>Сырьем для производства портландцемента являются: _____</p> <p>_____</p> <p>Назовите и охарактеризуйте минералы портландцементного клинкера.</p> <p>Производство портландцементного клинкера складывается из следующих операций:</p> <p>1) _____ ;</p> <p>2) _____ ;</p> <p>3) _____ ;</p> <p>4) _____ ;</p> <p>5) _____ .</p> <p>Производство клинкера включает:</p> <p>1) _____ ;</p> <p>2) _____ ;</p> <p>3) _____ ;</p> <p>4) _____ ;</p> <p>Производство портландцементного клинкера может осуществляться:</p> <p>а) _____ ;</p> <p>б) _____ ;</p> <p>в) _____ .</p> <p>Химический состав клинкера выражается следующим содержанием оксидов:</p> <p>Что такое схватывание цементного теста?</p> <p>Опишите свойства цемента «равномерность изменения объема».</p> <p>Как определить марку цемента?</p> <p>Что такое бетоны?</p> <p>По каким признакам классифицируют бетоны?</p> <p>Материалами для производства бетонов являются...</p> <p>Перечислите основные свойства бетонной смеси.</p> <p>Как осуществляют подбор состава бетона?</p> <p>Перечислите основные этапы технологии бетона.</p> <p>Опишите основные свойства бетона.</p> <p>Какие разновидности бетона применяются в строительстве? Дайте им характеристику.</p> <p>Что такое класс бетона?</p>
7	Строительные материалы специального функционального	<p>Какие материалы называют теплоизоляционными?</p> <p>Перечислите способы получения материалов высокопористого строения.</p> <p>Каковы основные свойства теплоизоляционных материалов?</p> <p>Что такое марка теплоизоляционного материала? Как ее определить?</p> <p>Какое применение в строительстве нашли теплоизоляционные материалы?</p> <p>Особенности применения теплоизоляционных материалов.</p>

	назначения	
8	Органически вяжущие вещества и материалы на их основе	Битумные и дегтевые вяжущие вещества. Общие сведения. Классификация битумных и дегтевых вяжущих веществ. Состав, строение, свойства органических вяжущих веществ. Область применения органических вяжущих веществ.
9.	Полимерные строительные материалы	Какие материалы называют пластмассами? Назовите основные компоненты пластмасс. Перечислите положительные и отрицательные свойства пластмасс. Перечислите основные области применения пластмасс в строительстве. Сырьем для производства полимеров являются... Какими способами производят полимерные материалы? Применение полимерных материалов и изделий.
10	Металлические материалы и сплавы	Что представляют собой металлы? Чем обусловлены основные свойства металлов? Металлы в промышленности разделяются на группы: а) _____; б) _____. Дайте характеристику каждой группе. Как по свойствам подразделяются цветные металлы? Дайте характеристику шести группам свойств. Что представляют собой черные металлы? В каких полиморфных модификациях может находиться железо в черных металлах? Опишите свойства каждой модификации. Что представляют собой стали? Опишите постоянные (технологические) примеси сталей и сплавов. Дайте общую классификацию сталей по химическому составу. Дайте общую классификацию сталей по качеству. Дайте общую классификацию сталей по назначению. Что называют термической обработкой металлических изделий? Какие основные виды термической обработки Вам известны? Дайте характеристику каждому, используя диаграмму состояния сплавов.

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

Выполнение курсовых проектов, курсовых работ не предусмотрено.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

При изучении дисциплины предусмотрено выполнение расчетно-графического задания. Общая продолжительность самостоятельной работы студентов на выполнение РГЗ составляет 18 часов.

Целью выполнения РГЗ является приобретение студентами практических навыков по подбору составов бетонных смесей и принятие решения с позиции «качество».

По *структуре* расчетно-графическое задание имеет *практическую*

часть по расчету основных показателей бетона с учетом знаний о его составляющих.

По содержанию расчетно-графическое задание включает: титульный лист, задание, содержание, введение, основную (расчетную) часть, заключение, список используемой литературы, приложения.

Решение типовой задачи студент теоретически обосновывает, старается раскрыть в полном объеме, грамотно использует нормативно-техническую, справочную литературу, полученные результаты обосновывает с позиции понятия «качество материала».

Порядок выдачи задания и сроки выполнения РГЗ определяются графиком учебного процесса и реализуются преподавателем.

Типовые задания к выполнению расчетно-графического задания

Задача 1. Определить расход материалов (по массе и по объему) 1 м^3 бетона состава 1:2:4 (по массе) при В/Ц = 0,6, если средняя плотность бетонной смеси равна 2600 кг/м^3 . Принять при расчетах следующие насыпные плотности материалов: песок – 1470 кг/м^3 , щебень – 1450 кг/м^3 , цемент – 1300 кг/м^3 .

Задача 2. Номинальный состав тяжелого цементного бетона по объему 1:1,9:4,1 (цемент:песок:щебень); В/Ц = 0,5. Сколько необходимо материалов для приготовления 150 м^3 бетона при расходе на 1 м^3 бетонной смеси 355 кг цемента. Влажность песка 5%, щебня 1,5%. Насыпная плотность цемента 1300 кг/м^3 , сухого песка 1600 кг/м^3 , сухого щебня 1500 кг/м^3 .

Задача 3. Определить расход материалов (по массе и по объему) с учетом их влажности на 1 м^3 бетона состава 1:2:3,8 (по массе) при В/Ц = 0,65, если средняя плотность бетонной смеси равна 2500 кг/м^3 . Принять при расчетах следующие насыпные плотности материалов: песок – 1600 кг/м^3 , щебень – 1450 кг/м^3 , цемент 1300 кг/м^3 . Влажность песка равна 3%, щебня – 2%.

Задача 4. Рассчитать расход материалов на 1 м^3 цементно-песчаного раствора состава 1:5 по объему, если В/Ц = 0,6, песок имеет объем пустот равный 35%, насыпная плотность цемента 1350 кг/м^3 , пустотность цемента 0,5. Определить расход цемента по весу, песка — по объему.

Задача 5. Бетон на материалах рядового качества при В/Ц= 0,5 через 14 суток твердения показал прочность на сжатие $R_{сж}=25\text{ МПа}$. Определить ориентировочно активность цемента.

Задача 6. Определите пористость бетона, образовавшуюся вследствие потери воды при естественной сушке, если до высушивания в реакцию с цементом вступило 20% воды от массы цемента. Исходная бетонная смесь содержала (на 1 м^3) цемента 330 кг, воды 180 л, песка 730 кг, щебня 1260 кг.

Задача 7. Расход цемента равен 300 кг на 1 м^3 бетона при водоцементном отношении 0,48. Воды, химически связанной с цементом, находится 15% от массы цемента. Определите пористость затвердевшего бетона, образованную избыточной водой затворения.

Задача 8. На опытный замес было затрачено 2,5 кг цемента, 1л воды, 3

кг песка и 5 кг щебня. Плотность бетонной смеси после уплотнения 2300 кг/м^3 , истинная плотность цемента $3,1 \text{ г/см}^3$, плотность частиц песка и щебня принять одинаковыми и равными $2,6 \text{ г/см}^3$. Определите воздушную пористость бетона.

Задача 9. Рассчитайте пористость, образованную вовлеченным в бетон воздухом, если расход материалов на 1 м^3 бетона составляет: Ц=280 кг, В=180 л, П=700 кг, Щ=1200 кг, истинные плотности материалов: цемента $3,05 \text{ г/см}^3$, песка $2,6 \text{ г/см}^3$, щебня $2,7 \text{ г/см}^3$.

Задача 10. Два песка с приблизительно одинаковым модулем крупности имеют истинную плотность $2,65 \text{ г/см}^3$ и насыпную плотность 1650 кг/м^3 и 1540 кг/м^3 . Какой из этих песков предпочтительнее в качестве мелкого заполнителя для бетона и почему?

Задача 11. Для тяжелого бетона на высококачественных заполнителях применен портландцемент ЦЕМ I 42,5. Какие марки бетона можно получить при водоцементных отношениях В/Ц=0,5 и В/Ц=0,7. Построить график зависимости прочности бетона от водоцементного отношения.

Примерные вопросы к защите расчетно-графического задания

1. Что называют бетоном?
2. Дайте классификацию бетонов в соответствии с ГОСТ 25192-2012.
3. Что такое класс бетона по прочности? Как его определить?
4. Как определить прочность бетона разрушающим методом?
5. Приведите основные показатели качества бетонов на цементном вяжущем веществе: в сухом состоянии; затворенных водой, затвердевших. Какими нормативными документами регламентируются данные свойства?
6. Как выбрать вид и марку цемента для бетона?
7. Какие технические требования предъявляются к заполнителям для тяжелого бетона?
8. Как оценить зерновой состав заполнителей для бетона?
9. Что называют бетонной смесью?
10. Каковы основные технические свойства бетонных смесей?
11. Как определить удобоукладываемость бетонной смеси по показателям подвижности и жесткости? Каким образом регулируется удобоукладываемость бетонной смеси?
12. Что такое водоцементное (В/Ц) отношение?
13. Запишите уравнение абсолютных объемов. В чём заключается его физический смысл?
14. Запишите уравнение заполнения пустот крупного заполнителя цементно-песчаным раствором. В чём заключается его физический смысл?
15. Какие требования предъявляются к воде, используемой для затворения бетонной смеси?
16. Приведите последовательность расчета начального состава бетона.
17. Чем лабораторный состав бетона отличается от рабочего состава?
18. Как определить общую пористость бетона?
19. Какие производственные факторы влияют на качество бетона?

20. Какие существуют способы ускорения твердения бетона?

5.4. Перечень контрольных работ

Темы рефератов:

1. Структурообразующие элементы и структурные уровни. Формы связи.
2. Классификация технических свойств строительных материалов. Связь свойств со структурой.
3. Структурно-физические свойства материалов (плотность, пористость, пустотность). Способы определения. Взаимосвязь со структурой.
4. Гидрофизические свойства материалов (влажность, гигроскопичность, водопоглощение, водопроницаемость, водостойкость и др.). Способы определения. Взаимосвязь со структурой.
5. Морозостойкость материалов. Способы определения. Факторы, влияющие на морозостойкость.
6. Теплофизические свойства материалов (теплоемкость, теплопроводность, огнеупорность, огнестойкость и др.)
7. Деформативные свойства материалов (упругость, пластичность, хрупкость, модуль упругости и др.): связь со структурой.
8. Механические свойства материалов (прочность, ударная вязкость, твердость, истираемость и др.): способы определения, взаимосвязь со структурой.
9. Понятие о минералах, горных породах, природных каменных материалах. Характеристика основных породообразующих минералов.
10. Генетическая классификация горных пород.
11. Магматические горные породы: минеральный состав, виды, свойства, области применений.
12. Осадочные горные породы: минеральный состав, виды, свойства, области применения.
13. Основные добавки, которые можно применять к веществам осадочного происхождения.
14. Метаморфические горные породы: минеральный состав, виды, свойства, области применения.
15. Защита каменных материалов от разрушения.
16. Лесные материалы. Строение древесины: микро- и макроструктура.
17. Основные древесные породы, их свойства и области применения.
18. Физические свойства древесины. Зависимость от разных факторов и методы определения.
19. Деформативно-механические свойства древесины: факторы и методы определения.
20. Пороки древесины. Влияние на свойства.
21. Причины гниения древесины и способы ее защиты.
22. Виды антисептиков и способы антисептирования древесины.
23. Защита древесины от возгорания.

24. Цели и способы сушки древесины.
25. Лесоматериалы и изделия из древесины.
26. Строительная керамика. Классификация керамических материалов, сырье для их производства.
27. Свойства глин и способы их регулирования.
28. Общая технологическая схема производства керамических изделий.
29. Стеновая керамика: виды изделий, свойства, применение.
30. Керамические изделия для наружной и внутренней облицовки зданий.
31. Керамические изделия специального назначения.
32. Классификация вяжущих веществ.
33. Воздушные вяжущие вещества.
34. Гидравлические вяжущие вещества.
35. Вяжущими автоклавного твердения.
36. Воздушные вяжущие вещества.
37. Механизм твердения воздушных вяжущих веществ
38. Гипсовые вяжущие вещества.
39. Воздушно-известковыми вяжущие.
40. Магнезиальными вяжущие вещества.
41. Жидкое стекла.
42. Отличие воздушных вяжущих веществ от гидравлических.
43. Гипсовые вяжущие вещества.
44. Прочность строительного гипса: чем обусловлено пониженная прочность строительного гипса по сравнению с высокопрочным?
45. Особенность полуводного гипса по сравнению с другими воздушными вяжущими веществами.
46. Какими свойствами оценивается качество строительного гипса?
47. Маркировка гипсового вяжущего?
48. Отличие гидравлической извести от воздушной.
49. Химизм получения воздушной извести.
50. Влияние температуры обжига на свойства извести.
51. Недожог и пережог извести.
52. «Гашение» извести.
53. Влияние температуры (T) и размер частиц (D) на скорость гашения извести.
54. Свойства воздушно-известковых вяжущих.
55. Свойства строительной извести, которые характеризуют качество (сортность).
56. Классификация строительной извести в зависимости от содержания в ней MgO.
57. Активность воздушной извести.
58. Классификация строительной извести по скорости гашения.
59. Активность извести: нормирование недожога, пережога и других примесей, снижающих активность извести
60. Силикатные материалы.

61. Вяжущие автоклавного твердения: основные компоненты.
62. Автоклавная обработка силикатных изделий: с какой целью проводится, какие параметры.
63. Химические реакции, происходящие при твердении всех видов воздушных вяжущих.
64. Общая теория твердения минеральных вяжущих веществ.
65. Теория твердения по А.А. Байкову на примере строительного гипса.
66. Теория твердения на примере воздушной извести.
67. Твердение магнезиальных вяжущих веществ.
68. Активность силикатного вяжущего.
69. Силикатный кирпич (камень): основные характеристики.
70. Основные отличия силикатного камня от силикатного кирпича.
71. Основные отличия лицевой силикатный кирпич (камень) от рядового.
72. Маркировка кирпича и камня.
73. Свойства строительного гипса.
74. Методы определения основных свойств строительного гипса.
75. Факторы, влияющие на скорость твердения гипса, и способы регулирования сроков схватывания.
76. Факторы, влияющие на плотность, прочность, долговечность гипсовых изделий и способы их повышения.
77. Применение разных видов гипсовых вяжущих в строительстве.
78. Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие: получение, свойства, применение.
79. Основные клинкерные минералы, которые образуются в зоне экзотермических реакций вращающейся печи. Температура получения клинкера во вращающейся печи.
80. Продукты гидратации трехкальциевого силиката. Продукты гидратации двухкальциевого силиката. Продукты гидратации трехкальциевого алюмината. Продукты гидратации четырехкальциевого алюмоферрита.
81. Главный принцип теорий твердения по Ле-Шателье, Михаэлису, Байкову.
82. Колебания плотности клинкерного цемента. Насыпная плотности цемента: пределы изменения.
83. Тонкость помола цемента: основные характеристики. Что дает увеличение тонкости помола?
84. Сроки схватывания портландцемента: основные ускорители процесса твердения.
85. Неравномерность изменения объема цемента: основные причины.
86. Какие марки портландцемента определены стандартами?
87. Усадка и набухание цемента.
88. Основные клинкерные минералы: расставьте клинкерные минералы в порядке убывания величины тепловыделения.
89. Морозостойкость цементного камня.

90. Плотные силикатные бетоны: основные свойства и характеристики.
91. Пено- и газобетоны: сходства и различия.
92. Основные признаки классификации ячеистых силикатных бетонов.
93. Теплоизоляционные материалы. Классификация и основные свойства теплоизоляционных материалов.
94. Материалы на минеральной основе.
95. Органические вяжущие вещества. Классификация и применение. Состав и структура.
96. Свойства битумов: способы определения. Связь с групповым составом.
97. Кровельные и гидроизоляционные рулонные материалы на картонной основе.
98. Кровельные и гидроизоляционные рулонные материалы на стекловолоконной и металлической основах.
99. Кровельные и гидроизоляционные рулонные безосновные материалы.
100. Кровельные и гидроизоляционные безрулонные материалы на основе органических вяжущих (мастики, эмульсии, пасты и др.).
101. Классификация, способы получения, структура и свойства полимеров.
102. Состав и свойства пластмасс. Методы изготовления изделий.
103. Полимерные отделочные материалы.
104. Конструкционные материалы на основе полимеров: состав, свойства. Применение.
105. Полимерные материалы для покрытия полов.
106. Гидроизоляционные и герметизирующие материалы на основе полимеров.
107. Тепло- и звукоизоляционные материалы на основе полимеров.
108. Санитарно-технические изделия и трубы на основе полимеров.
109. Материалы на органической основе.
110. Акустические материалы.
111. Звукоизоляционные материалы.
112. Звукопоглощающие материалы. Основные компоненты лакокрасочных материалов. Их предназначение.
113. Пленкообразующие для лакокрасочных составов.
114. Красители, пигменты, наполнители.
115. Лакокрасочные продукты (эмали, краски, шпаклевки), построение их обозначений.
116. Оценка качества лакокрасочных материалов.
117. Металлические материалы: общие представления.
118. Строение металлов, формирование структуры при кристаллизации.
119. Основные виды сплавов сталей и чугунов: состав и структура.
120. Высокопрочные стали и алюминиевые сплавы.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Лещев, С.И. Материаловедение: учебное пособие/С. И. Лещев. – Белгород: Издательство: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. – 156 с.
2. Богодухов, С.И. Курс материаловедения в вопросах и ответах: Учеб. пособ. /Богодухов С.И. Синюхин А.В. Козик Е.С. М.: Издательство: Машиностроение, 2014. – 352 с.
3. Богодухов, С.И. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебник/ Богодухов С.И., Козик Е.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2015.— 504 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47614.html>.— ЭБС «IPRbooks».

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Адашкин, А. М. Материаловедение. (Металлообработка): учеб. пособие /А.М. Адашкин, В.М. Зуев.– М.: Издательский центр «Академия», 2012.– 288 с.
2. Богодухов С.И. Курс материаловедения в вопросах и ответах [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.И. Богодухов, А.В. Синюхин, Е.С. Козих. — Электрон. текстовые данные. — М. : Машиностроение, 2014. — 352 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52114.html>.— ЭБС «IPRbooks».
3. Волочко, А.Т. Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы [Электронный ресурс]/ Волочко А.Т., Подболотов К.Б., Дятлова Е.М.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2013.— 386 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29487.html>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Дворкин, Л.И. Справочник по строительному материаловедению [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ Дворкин Л.И., Дворкин О.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2013.— 472 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13557.html>.— ЭБС «IPRbooks».
5. Капустинская, И.Ю. Архитектурно-дизайнерское материаловедение. Материаловедение в дизайне. Часть 2. Строительные материалы. Керамические материалы. Материалы на основе стеклянных расплавов. Минеральные вяжущие и материалы на основе полимеров [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Капустинская И.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный институт сервиса, 2013.— 93 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26679.html>.— ЭБС «IPRbooks».
6. Осинцев О.Е. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Фазовые равновесия в сплавах [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.Е. Осинцев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Машиностроение, 2014. —

352 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52117.html>. — ЭБС «IPRbooks».

7. Попов, Л.Н. Строительные материалы, изделия и конструкции: учебное пособие/Л.Н. Попов. – М.: ОАО «ЦПП», 2010. – 467 с.

8. Ржевская, С.В. Материаловедение: учебник/ С.В. Ржевская. М.:Логос, 2004, 424 с.

9. Семенов, В.С. Неорганические вяжущие вещества [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Семенов В.С., Сканава Н.А., Ефимов Б.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 110 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46048.html>. — ЭБС «IPRbooks».

10. Широкий, Г.Т. Строительное материаловедение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Широкий Г.Т., Юхневский П.И., Бортницкая М.Г.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2015.— 461 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48017.html>. — ЭБС «IPRbooks».

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Электронный ресурс «Все о материалах и материаловедении». Форма доступа: www.materiall.ru.

2. «Материаловедение»: журнал. Форма доступа: www.nait.ru.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, практических занятий. Читальный зал библиотеки, компьютерные классы для самостоятельной работы. Аудитории для занятий оборудованы мебелью, мультимедийным проектором, переносным экраном, ноутбуком. Вся компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и имеет доступ к электронно-информационной образовательной среде университета.

Лицензионное ПО:

– Microsoft Office Professional 2013, Лицензионный договор №31401445414 от 25.09.2014;

– Google Chrome, Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения;

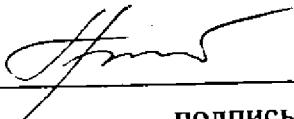
– Kaspersky Endpoint Center 10, Лицензионный договор №17E0170707130320867250.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «10» 06 2016г.

Заведующий кафедрой  (Афанасьев А.А.)
подпись ФИО

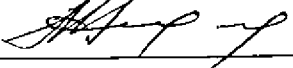
Директор института  (Белоусов А.В.)
подпись

Рабочая программа с изменениями утверждена на 2017 /2018 учебный год.

В список основной литературы внести изменения:

1. Солнцев Ю.П. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 783 с. — 978-5-93808-294-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67345.html>

Протокол № 13 заседания кафедры от «26» 06 2017г.

Заведующий кафедрой  (Афанасьев А.А.)
подпись

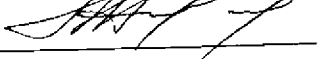
Директор института  (Белоусов А.В.)
подпись

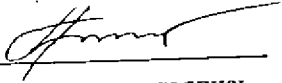
Рабочая программа с изменениями утверждена на 2018/2019 учебный год.

Внести изменения в дополнительную литературу:

1. Белкин П.Н. Механические свойства, прочность и разрушение твёрдых тел [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.Н. Белкин. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 196 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79772.html>

Протокол № 9 заседания кафедры от «18» 05 2018.


Заведующий кафедрой  (Афанасьев А.А.)
подпись

Директор института  (Белоусов А.В.)
подпись

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный
год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «14» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой  О.В. Пучка
(подпись)

Директор института  А.В. Белоусов
(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1

Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Программой дисциплины предусмотрено чтение лекций, проведение практических занятий. Самостоятельная работа студентов направлена на совершенствование и закрепление знаний, полученных в ходе лекционных и практических занятий, выполнения РГЗ и включает:

- работу с учебниками, дополнительной литературой, журналами, материалами интернета, а также (по желанию студентов) проработка конспектов лекций;
- подготовку к семинарским занятиям, а по желанию студентов — студенческим научным конференциям;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка и сдача экзамена.

Освоение программы дисциплины осуществляется в 1 семестре и заканчивается экзаменом, вопросы к которому составлены в соответствии с содержанием требований к дисциплине и отражают темы лекционных и семинарских занятий.

Аудиторная работа студентов складывается из следующих составляющих: слушание лекционного курса; участие в семинарских занятиях; выполнение практических заданий, участие в обсуждениях докладов, сообщений.

Работа с учебником. Базовые учебники включают необходимый объем сведений для освоения изучаемой дисциплины. Работа с учебником должна происходить в течение всего семестра, а его материал распределяться равномерно по неделям, в соответствии с темами лекций и практических занятий. Целесообразно чтение учебника до лекции, т.к. это позволяет заранее подготовиться к изучаемой тематике и более глубоко и осознанно воспринимать лекционный материал. При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить логику и основную мысль автора. При вторичном чтении лучше акцентировать внимание на основных вопросах темы. Можно составить краткий конспект по темам, что позволит быстро освежить в памяти изученный материал перед сдачей экзамена. Следует отметить сложные и непонятные места в учебнике, чтобы на аудиторном занятии задать вопрос преподавателю.

Работа с конспектами лекций. В процессе изучения дисциплины «Материаловедение» студенты могут составить конспект лекций.

Можно дать несколько общих советов студентам по конспектированию и дальнейшей работе с записями лекционного материала.

1. Конспект должен легко восприниматься зрительно, чтобы максимально использовать зрительную память, поэтому он должен быть аккуратным. Выделите заголовки, отделите один вопрос от другого, соблюдайте абзацы, подчеркните термины.

2. При прослушивании лекции обращайтесь внимание на интонацию лектора и вводные слова «таким образом», «итак», «необходимо отметить» и т.п., которыми он акцентирует наиболее важные моменты. Не забывайте отмечать это при конспектировании.

3. Не пытайтесь записывать каждое слово лектора, иначе потеряете основную нить изложения и начнете писать автоматически, не вникая в смысл. Техника прочтения лекций преподавателем такова, что он повторяет свою мысль два, три раза. Постарайтесь вначале понять ее, а затем записать, используя сокращения.

4. Создайте собственную систему сокращений, аббревиатур и символов, но не забудьте сделать словарь, иначе существует угроза не расшифровать текст. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

5. Конспектируя лекцию, лучше оставлять поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

6. Не забудьте прочитать лекцию перед семинарским занятием по соответствующей теме.

Подготовка к практическим занятиям. Ценность семинара как формы обучения состоит в следующем:

– студенты имеют возможность не просто слушать, но и говорить, что способствует усвоению материала, подготовленное выступление, высказанное дополнение или вывод «включают» дополнительные механизмы памяти;

– происходит углубление знаний за счет того, что вопросы рассматриваются на более высоком, методологическом, уровне или через их проблемную постановку;

– немаловажную роль играет обмен знаниями, т.к. нередко при подготовке к семинару студентам удается найти исключительно интересные и познавательные сюжеты, что расширяет кругозор всей группы;

– развивается логическое мышление, способность анализировать, сопоставлять, делать выводы;

– на семинаре студенты обучаются выступать, дискутировать, обсуждать, аргументировать, убеждать;

– имея возможность на занятии обсуждать, студенты учатся оперировать необходимой в будущей работе терминологией.

На практике различают три основных вида семинаров: обычные (систематические), предназначенные для изучения курса в целом; тематические, обычно применяемые для углубленного изучения основных или наиболее важных тем курса; специальные семинары исследовательского характера с независимой от лекций тематикой. Систематические семинары являются основным видом.

Практическое занятие имеет свою тематику и конкретные вопросы и задания по каждой теме. При подготовке к семинару основная задача – найти

ответы на поставленные вопросы, поэтому лучше законспектировать найденный материал.

Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности семинара как вида занятия, для подготовки к нему также необходимо:

- внимательно прочесть конспект лекции по данной тематике;
- ознакомиться с соответствующими учебниками;
- проработать дополнительную литературу и источники;
- выполнить задания на самостоятельную работу.

В рамках практических занятий по данному курсу проводятся дискуссии, обсуждение отдельных частей, разделов, тем, вопросов изучаемого курса, а также даются задания студентам на самостоятельную работу. По изучаемой дисциплине разработаны планы семинарских занятий с конкретными вопросами и заданиями по каждой теме. Практические занятия предусматривают задания, проблемные вопросы. При подготовке к семинарскому занятию студентам необходимо использовать конспект лекции по данной теме; ознакомиться с соответствующей учебной литературой; проработать дополнительные источники; выполнить задания на самостоятельную работу.

Контрольной формой проверки знаний и навыков, полученных на аудиторных занятиях в процессе изучения дисциплины, является экзамен, вопросы к которому составлены в соответствии тематикой лекций и практических занятий по изучаемой дисциплине.

Одной из форм самостоятельной работы студентов является написание рефератов.

Написание реферата. Реферат (от лат. *refero* – докладываю, сообщаю) — краткое изложение в письменном виде или в форме публичного выступления содержания книги, научной работы, результатов изучения научной проблемы; доклад на определённую тему, включающий обзор соответствующих литературных и других источников. Как правило, реферат имеет научно-информационное назначение, это лишь краткое изложение чужих научных выводов. Этим реферат отличается от курсовой и дипломной работ, которые представляют собой собственное научное исследование студента.

Написание реферата (доклада) начинается с определения темы и подбора литературы. Работая в библиотеке, учитывайте следующие факторы:

- если необходимо подобрать литературу по конкретной теме, но вы не знаете авторов книг (монографий), используйте предметный каталог;
- если вам известен автор или название книги, вы можете воспользоваться алфавитным или электронным каталогом;
- в каждой библиотеке дополнительно существует картотека журнальных статей;
- в настоящее время библиотеки предоставляют платные услуги для составления списка литературы по требуемой тематике, однако откажитесь от соблазна воспользоваться этим, пока не освоите методику поиска литературы самостоятельно.

При подготовке рекомендуется использовать ресурсы Интернета. Список основной и дополнительной литературы может быть использован студентами при подготовке докладов и рефератов.

При изучении дисциплины «Материаловедение» следует обратить внимание на следующие ключевые слова и термины.

Тема 1 Физико-химические основы материаловедения

Ключевые слова: строительные материалы, классификация, свойствами, состав, строение, структура, применение, технология, механическая технология, химическая технология, технологическая операция, безобжиговые технологии, качество продукции, сырье.

Основные термины и определения.

Универсальные (конструкционные) материалы, применяются для несущих конструкций: природные и искусственные каменные материалы, металлы, конструкционные пластмассы, материалы из древесины и др.

Материалы *специального назначения*, необходимые для защиты строительных конструкций от вредных воздействий среды, повышения эксплуатационных свойств зданий и сооружений и для создания комфорта в помещениях (теплоизоляционные, гидроизоляционные, акустические, герметики, отделочные, антикоррозионные и др.).

Методический подход к изучению строительных материалов можно представить в виде “цепочки” понятий: “состав-строение-свойства-применение”. Для искусственных материалов в начале этой “цепочки” должно стоять слово “технология”, так как именно от технологии будут зависеть особенности последующих элементов этой “цепочки”.

Технология (от греческого *techné* — искусство, мастерство, умение и ...логия) — совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции.

Задача технологии как науки — выявление физических, химических, механических и других закономерностей с целью определения и использования на практике наиболее эффективных производственных процессов.

Основными элементами технологического процесса являются сырье, энергия и аппаратура (оборудование). Они тесно связаны между собой, взаимно обуславливают друг друга и зависят от состояния экономики и научно-технического прогресса в отрасли.

При *механических технологиях* сырью придают новую форму и необходимые размеры частицам, иную текстуру поверхности (например, полированную вместо грубооколотой) и другой внешний вид. Состав, агрегатное состояние, строение не меняются, свойства — практически не меняются.

При *химической технологии* сырье в результате процессов переработки полностью или частично изменяет свой химический состав, агрегатное состояние (например, из твердого переходит в жидкое состояние), а также приобретает новые формы, размеры, то есть новое качество.

По характеру основного процесса химические технологии промышленности строительных материалов можно разделить на обжиговые и безобжиговые. По *обжиговым* технологиям получают неорганические вяжущие вещества, керамические изделия, стекло, ситаллы, изделия из каменных расплавов, некоторые теплоизоляционные материалы, искусственные пористые заполнители.

Основной технологической операцией при производстве всех этих материалов является нагревание минерального сырья до высоких температур (обжиг), при которых достигается желаемый результат: дегидратация полная или частичная, термическая диссоциация, спекание, плавление.

По *безобжиговым* технологиям получают бетоны на неорганических и органических вяжущих веществах, железобетон, строительные растворы, силикатные изделия, некоторые теплоизоляционные материалы, полимерные материалы и т.д. Технологии основаны на связующей способности неорганических (портландцемент, гипс, известь и др.) и органических (битумы, дегти и др.) вяжущих веществ, либо (для пластмасс) на реакциях полимеризации и поликонденсации.

Сырье — исходные вещества или смеси из нескольких компонентов (сырьевые смеси), которые поступают в переработку для получения продукции.

Промышленность строительных материалов получает сырье из трех основных источников:

- *неорганическое* природное сырье (подавляющая часть) добывается из недр земли или ее поверхностных наносных слоев: горные породы;
- *органическое* природное сырье — вещества, содержащие углеводороды или углеводы и их производные: различные угли, древесина, торф, растительные вещества, нефть, газ;
- *отходы* и побочные продукты промышленности. Для производства строительных материалов используются следующие виды промышленных отходов: шлаки черной и цветной металлургии, золы и шлаки тепловых электростанций, вскрышные породы, отходы угледобычи и углеобогащения, отходы химической промышленности, отходы древесины и лесохимии, отходы самой промышленности строительных материалов и проч.

Основная литература:

1. Лещев, С.И. *Материаловедение: учебное пособие*/С. И. Лещев. — Белгород: Издательство: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. — 156 с.
2. Богодухов, С.И. *Курс материаловедения в вопросах и ответах: Учеб. пособ.* /Богодухов С.И. Синюхин А.В. Козик Е.С. М.: Издательство: Машиностроение, 2014. — 352 с.

Тема 2 Основные свойства строительных материалов

Ключевые слова: строение, свойства, макроструктура, микроструктура, внутреннее строение, ковалентная связь, ионная связь, молекулярная связь, металлическая связь, химический состав, минеральный состав, вещественный состав, фазовый состав, элементный (элементарный) состав.

Основные термины и определения.

Свойства материала в большой мере зависят от особенностей его строения. Строение материала изучают на трех уровнях:

- *макроструктура* — строение, видимое невооруженным глазом,
- *микроструктура* — строение, видимое в оптический микроскоп;
- *внутреннее строение веществ*, составляющих материал — строение на молекулярно-ионном уровне.

Макроструктура строительных материалов бывает следующих типов:

- конгломератная (например, бетоны различного вида);
- ячеистая (пено- и газобетоны, ячеистые пластмассы);
- мелкопористая (керамические специально поризованные материалы);
- волокнистая (древесина, минеральная вата, стеклопластики);
- слоистая (пластмассы со слоистым наполнителем и другие рулонные, листовые, плитные материалы);
- рыхлозернистая (порошкообразная – различные засыпки, заполнители для бетона и проч.).

Микроструктура вещества, составляющего материал, может быть *кристаллическая* и *аморфная*.

У *кристаллических* веществ молекулы, атомы или ионы расположены упорядоченно, образуя так называемую кристаллическую решетку. Особенностью кристаллических веществ является определенная температура плавления и геометрическая форма кристаллов, характерная только для данного вещества.

Аморфные вещества характеризуются беспорядочным расположением частиц. Обладая нерастроченной внутренней энергией кристаллизации, аморфные вещества химически более активны, чем кристаллические того же состава. Аморфная форма вещества может перейти в более устойчивую кристаллическую форму.

Кристаллические вещества, входящие в состав строительного материала, различаются по характеру связи между частицами, образующими пространственную кристаллическую решетку.

Ковалентная связь осуществляется электронной парой, когда в «узлах» кристаллической решетки находятся атомы. Это простые вещества (алмаз, графит) и некоторые соединения из двух элементов (кварц, карборунд, карбиды, нитриды). Материалы с такой связью отличаются высокой механической прочностью, твердостью, тугоплавкостью.

Материалы с *ионной связью* (в «узлах» кристаллической решетки находятся ионы) имеют невысокую прочность и твердость, как правило, неводостойки (гипс, ангидрит).

Кристаллы веществ с *молекулярной связью* построены из целых молекул, которые удерживаются друг около друга слабыми ван-дер-ваальсовыми силами межмолекулярного притяжения (например, лед, некоторые газы). При нагревании связи между молекулами легко разрушаются.

Металлическая связь возникает в кристаллах металлов и придает им специфические свойства: высокие электропроводность и теплопроводность, ковкость, тягучесть, металлический блеск. Ковкость и тягучесть объясняются отсутствием жесткости в кристаллических решетках металлов, их плоскости довольно легко сдвигаются одна относительно другой.

Электропроводность и теплопроводность обусловлены высокой подвижностью и большой «свободой» электронов в пространственной структуре металлов.

Строительные материалы характеризуются *химическим, минеральным, вещественным и фазовым* составами.

Для характеристики материала используют *элементный (элементарный) состав*, показывающий, какие химические элементы и в каком количестве входят в материал. Например, элементный состав битумов колеблется в пределах: С — 70–80%, Н — 10–15%, S — 2–9%, О — 1–5%, N — 0–2%.

Химический состав позволяет судить о ряде свойств материала: механических, биостойкости, огнестойкости и других. Обычно его выражают процентным содержанием оксидов, например, в состав портландцементного клинкера входит CaO — 63–66%, SiO₂ — 21–24%, Al₂O₃ — 4–8%, Fe₂O₃ — 2–4%.

Минеральный состав показывает, какие минералы и в каком количестве входят в материал (каменный, вяжущее вещество). Например, в портландцементном клинкере содержание главного минерала — трехкальциевого силиката 3CaOSiO₂ составляет 45–60%, причем при большем его количестве ускоряется твердение, повышается прочность цементного камня.

У строительных материалов, представляющих собой смесь различных веществ, свойства во многом зависят от процентного содержания этих компонентов, то есть от *вещественного состава* материала. Так, для портландцемента вещественный состав характеризуют процентным содержанием клинкера, природного гипса, а также видом и количеством активных минеральных или органических добавок.

Фазовый состав показывает соотношение между твердой, жидкой и газообразной фазами. Твердая фаза — вещества, образующие «каркас» материала, жидкая и газообразная — соответственно вода и воздух, заполняющие поры материала.

Основная литература:

1. Лещев, С.И. Материаловедение: учебное пособие/С. И. Лещев. — Белгород: Издательство: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. — 156 с.

2. Богодухов, С.И. Курс материаловедения в вопросах и ответах: Учеб. пособ. /Богодухов С.И. Синюхин А.В. Козик Е.С. М.: Издательство: Машиностроение, 2014. — 352 с.

Тема 3 Состав, строение и свойства сырья для производства строительных материалов

Ключевые слова: физические свойства, механические свойства, химические свойства, технологические свойства, комплексные свойства

Основные термины и определения.

Свойство материала — это его способность определенным образом реагировать на те или иные внешние или внутренние факторы. Действие этих факторов обусловлено как составом и строением самого материала, так и эксплуатационными условиями, в которых работает материал в сооружении.

В зависимости от природы факторов, действующих на материал, основные свойства делят на группы: физические, механические, химические, технологические, комплексные.

Физические свойства в свою очередь делятся на *параметры состояния* и *структурные характеристики* и свойства, характеризующие отношение материалов к различным физическим процессам.

Параметры состояния и *структурные характеристики* — истинная, средняя, относительная и насыпная плотность, пористость, коэффициент плотности и др. Они характеризуют особенности физического состояния материалов.

Свойства, характеризующие отношение материалов к различным физическим процессам, определяют поведение материала при действии воды, огня, высоких температур, замораживания и оттаивания и т.д:

– *гидрофизические свойства* определяют отношение материала к действию воды и водяного пара;

– *теплофизические свойства* (теплопроводность, теплоемкость, огнестойкость, огнеупорность, тепловое расширение и др.) определяют отношение материала к действию тепла, высоких температур, открытого огня;

– *морозостойкость* — одно из важнейших свойств материалов, которое зависит от характера пористости и прочности на растяжение. Она тем выше, чем больше в материале замкнутых пор.

Механические свойства характеризуют способность материалов сопротивляться внутренним напряжениям без нарушения структуры (деформативные свойства, прочность, твердость, истираемость, износ и др.). Главное механическое свойство — прочность. Именно по пределу прочности при сжатии основные конструкционные материалы делятся на марки.

Химические свойства характеризуют способность материала вступать в химическое взаимодействие с веществами окружающей среды, или сохранять свой состав и структуру в условиях инертной среды. К химическим свойствам относятся растворимость, кристаллизация, твердение, старение, горючесть, гниение, кислотостойкость, щелочестойкость и т.д.

Технологические свойства характеризуют способность материала к восприятию тех или иных технологических операций, изменяющих агрегатное состояние материала (перевод твердого материала в расплав), структуру его поверхности (например, получение гладкой зеркальной структуры вместо грубооколотой при полировке каменного материала), придающих нужную форму, размеры и т.п. Примеры технологических

свойств: дробимость, шлифуемость, полируемость (для каменных материалов), спекаемость (для минерального сырья), укрывистость (для лакокрасочных материалов), удобоукладываемость (для бетонной смеси), распиливаемость и т.п.

Комплексные свойства — долговечность и надежность.

Долговечность — свойство изделия сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами на ремонт. Характеризуется совокупностью свойств и измеряется в годах службы в конкретных эксплуатационных и климатических условиях.

Надежность — общее свойство, характеризующее проявление всех остальных свойств в процессе эксплуатации изделия. Надежность складывается из долговечности, безотказности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Основная литература:

1. Лещев, С.И. *Материаловедение: учебное пособие*/С. И. Лещев. – Белгород: Издательство: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. – 156 с.

2. Богодухов, С.И. *Курс материаловедения в вопросах и ответах: Учеб. пособ.* /Богодухов С.И. Синюхин А.В. Козик Е.С. М.: Издательство: Машиностроение, 2014. – 352 с.

Тема 4. Природные строительные материалы

Ключевые слова: природные каменные материалы, горные породы, минералы магматические (изверженные) горные породы, глубинные горные породы, излившиеся плотные породы, излившиеся пористые породы, осадочные горные породы, органогенные отложения, химические осадки, метаморфические горные породы, показателями качества природных каменных материалов, способы добычи, вид обработки, древесина, качество древесины, порода, состав древесины, строение древесины, положительным свойства древесины, отрицательные свойства древесины, пороки древесины, влажность древесины, усушка древесины, гниение, возгорание древесины, материалы, изделия и конструкции из древесины.

Основные термины и определения.

Природные каменные материалы получают из горных пород без специальной обработки (гравий, песок, глина) и с использованием механических технологий (распиливание, раскалывание, дробление, просеивание, шлифование, полирование). При этом они полностью или почти полностью сохраняют свойства исходной горной породы.

Горные породы — главный источник получения строительных материалов. Это значительные по объему скопления минералов в земной коре, образующиеся под влиянием одинаковых условий.

Минералы — вещества, являющиеся продуктами природных реакций, происходящих в земной коре, однородные по химическому составу и физическим свойствам.

Магматические (изверженные) горные породы образовались в результате охлаждения и затвердевания магмы (силикатный расплав,

поступающий из недр земли). Они составляют большую часть земной коры. В зависимости от скорости и условий охлаждения они делятся на: *глубинные, излившиеся плотные и излившиеся пористые.*

Глубинные горные породы образовались в глубине земной коры в результате медленного и равномерного охлаждения магмы при относительно высоком давлении вышележащих слоев земли.

Излившиеся плотные породы образовались при излиянии магмы из глубины и застывании ее в поверхностных слоях земной коры или на поверхности земли. Магма остывала более быстро и менее равномерно, поэтому минералы из расплава либо не успели закристаллизоваться, либо закристаллизовались только те, которые имеют высокую скорость кристаллизации.

Излившиеся пористые породы образовались при вулканических извержениях, когда на поверхность земли под большим давлением выбрасывались частицы раздробленной магмы вместе с парами и газами. Магма, быстро охлаждалась и удерживая газы при снижении давления, приобретала стеклообразное пористое строение.

Осадочные горные породы образовались в результате разрушения магматических (первичных) горных пород, которые находились на поверхности земли и подвергались процессам природного выветривания, т.е. сменам температур, увлажнению и высыханию, замораживанию и оттаиванию и другим атмосферным воздействиям.

– *органогенные (органического происхождения)* осадочные породы образовались из крупных скоплений отмерших животных (*зоогенные*) и растительных (*фитогенные*) организмов (скелеты губок, кораллы, панцири, раковины, водоросли и т.д.).

Химические осадки образовались из концентрированных водных растворов солей, некоторые - за счет взаимодействия составных частей первичной горной породы с веществами, находящимися в окружающей среде.

Метаморфические горные породы образовались из магматических или осадочных в результате глубокого преобразования их под действием высоких температур, высоких давлений и химически активных веществ (растворов и газов). При этом менялся минеральный состав, строение, свойства, а иногда и химический состав исходной породы. Направленное давление вызывало деформацию кристаллов, образование сланцеватого (слоистого) строения и, как следствие, анизотропию свойств.

Основными *показателями качества* природных каменных материалов являются предел прочности при сжатии (марка материала), средняя плотность, морозостойкость и водостойкость, характеризуемая коэффициентом размягчения. В особых случаях определяют также истираемость, износостойкость, сопротивление удару и другие показатели.

По *средней плотности* природные каменные материалы делят на тяжелые ($\rho_m > 1800 \text{ кг/м}^3$) и легкие (ρ_m менее 1800 кг/м^3). По *прочности на сжатие* (кгс/см^2) их делят на марки: 4; 7; 10; 15; 25; 35; 50; 75; 100; 125; 150;

200, далее через 100 до марки 1000.

Марки природных каменных материалов по *морозостойкости* (количество циклов попеременного замораживания и оттаивания в насыщенном водой состоянии): 10; 15; 25; 50; 100; 200; 300 и 500. Градация по *коэффициенту размягчения*; 0,6; 0,75; 0,8; 0,9 и 1,0. Коэффициент размягчения камня (отношение предела прочности камня в водонасыщенном состоянии к пределу прочности в сухом состоянии), применяемого для фундаментов, дорожных покрытий, гидротехнических конструкций, должен быть не ниже 0,8, а для наружных стен зданий – не ниже 0,6.

По виду обработки природные каменные материалы делятся на грубообработанные каменные материалы и штучные изделия и профилированные детали.

Грубообработанные материалы: песок, гравий – окатанные (округлые) зерна размером от 5 до 150 мм, получаемые из рыхлых залежей рассевом; *щебень* – куски камня неправильной формы, получаемые дроблением горных пород с последующим рассевом; *бутовый камень* – крупные куски камня неправильной формы, получаемые взрывным методом (рваный бут), или плиты неправильной формы (постелистый бут или плитняк), получаемые выламыванием из слоистых пород.

К изделиям из природного камня относят колотые и пиленые плиты и камни различного назначения.

Древесина — освобожденная от коры ткань древесных волокон, содержащаяся в стволе дерева.

Качество древесины зависит от породы. К *хвойным* породам, широко используемым в строительстве, относятся сосна, лиственница, ель, пихта и кедр. *Лиственные* породы используют значительно реже. Наибольшее применение из них имеют дуб, ясень, бук, береза, ольха.

По *составу* древесина представляет собой целлюлозу $(C_6H_{10}O_5)_n$, где $n > 2500$. Макромолекулы природного полимера — целлюлозы имеют сложное строение, эластичны и сильно вытянуты.

Строение древесины изучают на макро- и микроуровне.

Макроструктурой называют строение ствола дерева, видимое невооруженным глазом. Макроструктуру изучают на трех основных разрезах ствола: поперечном (торцевом) – он делается перпендикулярно оси ствола, радиальном, проходящем вдоль оси ствола через его сердцевину, и тангенциальном, проходящем по хорде вдоль ствола. На этих разрезах можно различить следующие части ствола: *серцевину* (тонкая полая трубка в самом центре – клетки первого года жизни дерева), кору, луб, камбий, годовичные кольца, заболонь, ядро, сердцевинные лучи

Микроструктуру древесины изучают под микроскопом. Основную массу древесины составляют клетки веретенообразной формы, вытянутые вдоль ствола. Исключение составляют клетки сердцевинных лучей. Поперечный размер клеток древесины 0,01...0,1 мм, длина 0,5—10 мм. Крупные сосуды (разросшиеся клетки) у лиственных пород могут достигать длины 2...3 м. Оболочки клеток имеют сложное строение. У хвойных пород

имеются межклеточные пространства, заполненные смолой — смоляные ходы.

Состав и строение древесины определяют ее свойства. К *положительным* свойствам древесины относятся малая средняя плотность (400-500 кг/м³), малая теплопроводность (например, у сосны теплопроводность поперек волокон составляет 0,17, вдоль: 0,35 Вт/(м·°С), высокая прочность ($R_{сж}=35—70$ МПа; $R_{изг}= 80-120$ МПа). Пористость древесины составляет 50—75%, удельная прочность (по изгибу) достигает 200—230 МПа. Древесина химически стойка, обладает замечательной декоративностью, долговечностью и очень технологична.

К *отрицательным* свойствам древесины, ограничивающим ее применение, относятся анизотропия свойств — разные свойства по разным направлениям (следствие волокнистого строения), высокая гигроскопичность, склонность к короблению и растрескиванию, загниваемость, возгораемость, наличие пороков. Эти недостатки частично или полностью устраняются техническими мероприятиями.

Пороками называют недостатки древесины, появляющиеся во время роста дерева и хранения пиломатериалов на складе. Степень влияния пороков на пригодность древесины зависит от их вида, места расположения, размеров, а также от назначения древесной продукции.

Пороки древесины делят на несколько групп:

- *пороки формы ствола* (сбежистость — значительное уменьшение диаметра по длине ствола; закомелистость — резкое увеличение диаметра нижней комлевой части ствола; кривизна);

- *пороки строения древесины* (наклон волокон — косослой вызывает резкое снижение прочности древесины; свилеватость — расположение волокон в виде волн или завитков; крень — смещение сердцевины; двойная сердцевина);

- *сучки* — части ветвей, заключенные в древесине (сросшиеся и выпадающие сучки, разветвленные или лапчатые — наиболее опасные; здоровые);

- *трещины* (метик, морозные трещины, трещины усушки идут по сердцевинным лучам, отлуп — по годовым кольцам);

- *грибные поражения и химические окраски* — вызываются грибами, использующими древесину в качестве питательной среды, или микроорганизмами;

- *повреждения насекомыми* — червоточины;

- *покоробленности* — нарушение формы пиломатериалов при изменении влажности древесины (поперечная, продольная и винтообразная покоробленность — крыловатость).

Влажность выражают в % от массы сухой древесины. В древесине различают:

- *гигроскопическую влагу*, связанную в стенках древесных клеток;

- *капиллярную влагу*, которая в свободном состоянии заполняет межклеточное пространство и полости клеток;

– химически связанную влагу.

Основную массу влаги составляют гигроскопическая и капиллярная.

Усушка древесины происходит за счет удаления связанной влаги из стенок клеток. Вследствие неоднородности строения, древесина усыхает и разбухает в различных направлениях неодинаково, что и вызывает *коробление* и растрескивание лесных материалов.

Гниение древесины вызывается совместным действием следующих факторов: повышенная влажность, кислород воздуха, положительная температура, наличие спор дереворазрушающих грибов.

Наиболее радикальный и реальный с конструктивной точки зрения путь *защиты древесины от гниения — сухой режим эксплуатации*

Защита от возгорания осуществляется покрытием древесины огнезащитными составами и пропиткой антипиренами. Механизм действия *огнезащитных красочных составов* заключается в том, что при пожаре краска пузырится и образующийся пористый слой замедляет нагревание древесины.

Виды материалов, изделий и конструкций из древесины

– *лесоматериалы:*

– круглые лесоматериалы

– пиломатериалы

– *полуфабрикаты и изделия из древесины:*

– *строганные и шпунтованные доски* имеют на одной кромке шпунт, а на другой – гребень для плотного соединения элементов.

– *фрезерованные изделия* (плинтусы, поручни, наличники для обшивки дверных и оконных коробок, фальцованные доски - вагонка);

– *паркет* (штучный, щитовой, паркетная доска). Щитовой паркет имеет основание из досок или брусьев, на которое наклеен паркет из планок. Паркетные доски состоят из реечного основания с наклеенными паркетными планками;

– *столярные изделия* (оконные и дверные блоки, столярные перегородки, щитовые двери и др.);

Фанера — листовый материал, склеенный из трех и более слоев лущеного шпона. Шпон — тонкая непрерывная стружка, снимаемая с поверхности бревна на лущильных станках.

Кровельные материалы для временных зданий выпускают следующих видов: стружка (длиной 40–50 см вдоль волокон, толщиной 0,3 см), дрань (длиной 40–100 см, толщиной 0,3–0,5 см), плитки деревянные и гонт (длиной 50–70 см, толщиной 1,5 см).

Сборные деревянные дома могут быть двух типов: с *деревянным каркасом* (из бруса, толстых досок и т.п.), заполненным каким-либо теплоизоляционным материалом (минеральной ватой, фибролитом и др.) и обшитым с внутренней и наружной сторон, и *дома из бревен* (обычных и оцилиндрованных) или *деревянного бруса*.

Клееные деревянные конструкции — крупногабаритные элементы (шириной 120–200 мм, высотой — до 1500 мм), полученные путем

склеивания полимерными клеями небольших деревянных заготовок.

Модифицированная древесина — цельная древесина с направленно измененными свойствами (прессованная древесина, пластифицированная аммиаком, модифицированная синтетическими смолами).

Материалы на базе неделовой древесины и отходов деревообработки — древесностружечные плиты ДСП, цементностружечные плиты ЦСП, древесноволокнистые плиты ДВП, фибролит и арболит. *Древесноволокнистые плиты* выпускаются в виде мягких плит для тепловой изоляции и в виде тонколистового прочного материала с гладкой поверхностью – *твердые ДВП или оргалит*.

Основная литература:

1. Лещев, С.И. Материаловедение: учебное пособие/С. И. Лещев. – Белгород: Издательство: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. – 156 с.

Тема 5 Строительные материалы, изделия, получаемые термической обработкой минерального сырья

Ключевые слова: минеральное сырье, спекание, керамические материалы, неорганические вяжущие вещества, классификация, сырье для производства керамических материалов, каолины, глины, химический состав, гранулометрический состав, свойства глин (пластичность, связность, воздушная усадка, огневая усадка, огнеупорность, спекаемость) добавки, декоративные покрытия, технология производства, способ формования, виды керамических материалов.

Основные термины и определения.

Керамическими называются искусственные каменные материалы и изделия, получаемые из минерального сырья путем формования и последующего обжига при высоких температурах.

Керамические материалы и изделий классифицируют по ряду признаков:

– *по назначению* керамические изделия подразделяются на стеновые, кровельные, отделочные, для полов, для перекрытий, дорожные, санитарно-технические, кислотоупорные, теплоизоляционные, огнеупорные, заполнители для бетонов и др.;

– *по структуре* разделяют на *пористые*, имеющие водопоглощение по массе более 5% (кирпич и камни стеновые, кровельные, облицовочные материалы, дренажные трубы и др.) и *плотные*, имеющие водопоглощение по массе менее 5% (плитки для пола, дорожный кирпич, стенки канализационных труб и др.).

– *по температуре плавления* подразделяются на *легкоплавкие* (с температурой плавления ниже 1350°C), *тугоплавкие* (1350°C - 1580°C), *огнеупорные* (1580°C - 2000°C), *высшей огнеупорности* (более 2000°C).

Основным сырьем для производства керамических материалов служат глины и каолины.

Каолины состоят преимущественно из минерала белого цвета - каолинита $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, имеющего частицы менее 0,01 мм; они

малопластичны, характеризуются тугоплавкостью, после обжига сохраняют белый цвет.

Глины характеризуются разнообразным минеральным составом: помимо каолинита состоят из родственных ему минералов - монтмориллонита $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$ и галлуазита $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 4H_2O$, а также минеральных и органических примесей.

Химический состав глин характеризуется соотношением различных оксидов: Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , Na_2O , MgO и K_2O .

Гранулометрический состав глин характеризуется частицами, различными по крупности: 5,0-0,16 мм — песчаные фракции; 0,16-0,005 мм — пылевидные фракции, менее 0,005 мм — глинистое вещество.

Пластичность — свойство глины во влажном состоянии принимать под влиянием внешнего воздействия желаемую форму без образования разрывов и трещин и сохранять полученную форму после прекращения действия усилий.

Связность (связующая способность глины) — способность глиняного теста связывать зерна непластичных материалов (песка, шамота и др.), а также образовывать при высыхании достаточно прочное изделие — сырец. Характеризуется степенью связности — усилием, необходимым для разъединения частиц глины.

Воздушная усадка — уменьшение размеров и объема сырца при его сушке за счет испарения свободной воды; она колеблется от 2 до 12% и может быть уменьшена введением отощителей и поверхностно-активных веществ, сокращающих формовочную влажность глин.

Огневая усадка — изменение размеров и объема изделий в процессе обжига, обусловленное расплавлением легкоплавких составляющих глин и сближением частиц глины между собой; она составляет от 2 до 8 % и тем выше, чем больше температура обжига. Полная усадка равна сумме воздушной и огневой.

Огнеупорность — свойство глин (и изделий из них) выдерживать воздействие высоких температур, не деформируясь и не расплавляясь. По огнеупорности различают *огнеупорные* (не ниже $1580^{\circ}C$), *тугоплавкие* ($1350-1580^{\circ}C$) и *легкоплавкие* (ниже $1350^{\circ}C$) глины.

Спекаемость — свойство уплотняться при обжиге и образовывать камнеподобный черепок. Интервал между температурой начала спекания и температурой, при которой появляются первые признаки пережога, называется интервалом спекания. Чем он больше, тем легче управлять процессом обжига, тем меньше опасность деформаций изделий.

Природные глины в «чистом» виде применяются редко, чаще всего с такими добавками:

– *отощающие добавки* — шамот, дегидратированная глина, шлаки, золы, кварцевый песок; вводятся для понижения пластичности и уменьшения усадки глины при сушке и обжиге;

– *порообразующие добавки* вводятся для повышения пористости и уменьшения теплопроводности керамического черепка. По механизму

порообразования добавки делятся на *диссоциирующие* с выделением газа — молотые мел, доломит и *выгорающие* — древесные опилки, угольный порошок, торфяная пыль;

– *пластифицирующие добавки* — высокопластичные глины, бентониты, поверхностно-активные вещества; вводятся в тощие глины и повышают пластичность сырьевой смеси;

– *плавни* — полевые шпаты, железная руда, доломит, магнезит, тальк и др.; понижают температуру спекания глин.

Для улучшения внешнего вида, а также повышения стойкости к внешним воздействиям изделия покрывают декоративным слоем — глазурью или ангобом.

Глазурь — стекловидное покрытие различного цвета, прозрачное или непрозрачное (глухое). Сырьевую смесь в виде порошка или суспензии из кварцевого песка, каолина, полевого шпата, солей щелочных и щелочноземельных металлов наносят на изделие и закрепляют обжигом.

Ангоб — тонкий слой беложгущейся или цветной глины, наносимый тонким слоем на поверхность еще необожженного изделия. При обжиге образуется цветное покрытие с матовой поверхностью.

Основы технологии керамических изделий можно представить: карьерные работы → подготовка сырьевой массы → формования изделий → сушка → обжиг.

Виды формования керамических изделий: пластическое, жесткий способ, способ полусухого формования, сухой способ формования, шликерный способ.

При *способе пластического формования* глину перемешивают в глиносмесителе с добавками и водой до получения однородной пластической массы с влажностью 18—28%. Изделия формируются на ленточных шнековых прессах с вакуумированием и подогревом или без них. С помощью шнека (винтового конвейера) глиняная масса перемещается к сужающейся головке пресса, где она уплотняется и продавливается через формообразующую часть пресса — мундштук в виде непрерывного бруса или ленты. В мундштуке могут быть установлены керны (пустотообразующие сердечники), образующие каналы в выдавливаемой ленте; так получают пустотелый кирпич, трубы и проч. Глиняная лента разрезается на отдельные изделия (сырец), размеры которых должны быть несколько больше, чем требуемые стандартом, так как в процессе сушки и обжига глина претерпевает усадку.

Жесткий способ формования является разновидностью пластического. Исходные материалы измельчают и смешивают до получения массы с влажностью 13—18%. Формование осуществляется на мощных вакуумных или гидравлических прессах, при этом могут быть использованы менее пластичные глины.

При *способе полусухого прессования* изделия формируют из шихты с влажностью 8—12% под давлением 15—40 МПа на механических прессах. Способ применяют в производстве обыкновенного и пустотелого глиняного кирпича, фасадных плиток.

При *сухом способе* пресс-порошок готовится с влажностью 2—6%, при этом устраняется необходимость сушки. Таким способом изготавливают плитки для пола, дорожный кирпич, материалы из фаянса и фарфора.

Шликерный способ (способ литья) применяют в случае изготовления изделий из массы (шликера) с содержанием воды до 40%. Этот способ применяют для получения изделий сложной формы методом литья, например санитарно-технических изделий, облицовочных плиток, декоративной керамики.

Сушка керамических изделий производится в туннельных или камерных сушилках медленно в течение 16—36 ч при температуре горячего воздуха или дымовых газов (для сушки можно использовать дымовые газы из обжиговых печей) 120—150 °С.

Обжиг изделий производится в туннельных печах при температуре 900—1100 °С для кирпича, камня, керамзита и до 1300—1800 °С для огнеупорной керамики.

Видами керамических материалов являются.

Стеновые материалы. Кирпич и камни керамические применяются для кладки наружных и внутренних стен и других элементов зданий и сооружений, а также для изготовления стеновых панелей и блоков.

Панели и блоки стеновые из кирпича и керамических камней изготавливаются трех-, двух- и однослойные длиной на один или два планировочных шага и высотой на 1 и 2 этажа.

Отделочные (облицовочные) керамические материалы применяются для наружной и внутренней облицовки конструкций зданий и сооружений не только с целью декоративно-художественной отделки, но повышения их долговечности.

Материалы для наружной облицовки. Кирпич и камни лицевые укладываются вместе с кладкой стены и одновременно служат конструктивным несущим элементом.

Крупноразмерные облицовочные керамические плиты квадратной или прямоугольной формы длиной от 490 до 1190 мм.

Плитки керамические фасадные и ковры из них применяются для облицовки наружных стен кирпичных зданий, наружных поверхностей железобетонных стеновых панелей, цоколей, подземных переходов и проч.

Материалы для внутренней облицовки. Плитки для облицовки стен (кафельная плитка) выпускают различных типоразмеров. Кроме плиток выпускаются фасонные элементы: уголки, фриззы и др.

Плитки для полов применяют для настилки полов в зданиях, к чистоте которых предъявляются высокие требования, где возможно воздействие жиров, химических реагентов, интенсивное движение, а также в случаях, когда материал пола служит декоративным элементом в архитектурном оформлении помещения.

Кровельные керамические материалы. Черепица — искусственный кровельный материал, долговечность его до 300 лет. Ардогрес — новый вид

керамического кровельного материала, имитирующего кровельные плитки из природного сланца.

Специальные керамические изделия. Санитарно-техническая керамика – раковины сливные бачки, унитазы и другие аналогичные изделия производятся из фарфора, полуфарфора, фаянса.

Трубы керамические канализационные применяются для устройства безнапорных сетей канализации, транспортирующих промышленные, бытовые, дождевые, агрессивные и неагрессивные воды.

Трубы керамические дренажные применяются в мелиоративном строительстве для устройства закрытого дренажа с защитой стыков фильтрующими материалами.

Кирпич для дымовых труб применяется для кладки дымовых труб и обмуровки промышленных труб при температуре эксплуатации не выше 700°C .

Клинкерный (дорожный) кирпич отличается высокой прочностью и морозостойкостью и применяется для покрытия дорог и мостовых, обмуровки канализационных коллекторов и облицовки набережных.

Кислотоупорный кирпич и плитки применяются для защиты аппаратов и строительных конструкций, работающих в условиях кислых агрессивных сред.

Огнеупорные материалы получают по керамической технологии из различных сырьевых компонентов.

Виды огнеупорных материалов:

- *огнеупорные* (температура размягчения $1580\text{—}1770^{\circ}\text{C}$),
- *высокоогнеупорные* ($1770\text{—}2000^{\circ}\text{C}$),
- *высшей огнеупорности* (более 2000°C).

В зависимости от химико-минерального состава огнеупоры делятся

на: – *кремнеземистые* (основной компонент SiO_2),

– *корундовые* (на основе Al_2O_3),

– *алюмосиликатные* (состоят из SiO_2 и Al_2O_3 в разных соотношениях), – *магнезиальные* на основе MgO (периклазовые),

– *хромитовые*,

– *графитовые* (углеродистые).

Наибольшее применение в строительстве имеют кремнеземистые и алюмосиликатные огнеупоры.

Основная литература:

1. Лещев, С.И. *Материаловедение: учебное пособие*/С. И. Лещев. – Белгород: Издательство: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. – 156 с.

2. Солнцев, Ю.П. *Материаловедение [Электронный ресурс]: учебник для вузов*/ Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2014.— 784 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22533>.— ЭБС «IPRbooks».

Тема 6. Строительные материалы на основе неорганических вяжущих

Ключевые слова: вяжущие вещества, неорганические вяжущие, органические вяжущие, воздушные вяжущие, гидравлические вяжущие, вяжущие вещества автоклавного твердения, кислотоупорные вяжущие, гипсовые вяжущие, сырье для получения гипсовых вяжущих, виды гипсовых вяжущих, свойства гипсовых вяжущих, воздушная известь, сырье для воздушной извести, производство известковых вяжущих, теории твердения А.А.Байкова, основные свойства воздушной извести, гидравлические вяжущие, портландцемент, клинкер, химический состав клинкера, минеральный состав клинкера, сырье для производства портландцемента, технология производства портландцемента, способ производства портландцемента, свойства портландцемента, глиноземистые цементы, сырье для получения глиноземистых цементов, свойства глиноземистых цементов, расширяющиеся цементы, бетоны, классификация бетонов, материалы для бетона, цемент, мелкий заполнитель, крупный заполнитель; бетонная смесь; основные свойства бетонной смеси, тиксотропия, основы технологии бетонов, свойства бетонов, разновидности бетонов.

Основные термины и определения.

Вяжущие вещества обладают ценным свойством — соединяют широко распространенные песок, гравий, щебень в единое целое, в искусственный камень. Вяжущие вещества по составу делят на две большие группы:

– *неорганические* (известь, цементы, гипсовые вяжущие, жидкое стекло и др) — порошкообразные материалы, которые при смешивании с водой образуют пластично-вязкое тесто, способное в результате физико-химических процессов с течением времени затвердевать, т.е. переходить в камневидное состояние;

– *органические* (битумы, дегти, животный клей, полимеры), переводимые в рабочее состояние нагреванием, расплавлением или растворением в органических жидкостях.

Неорганические вяжущие вещества делятся на следующие группы:

– *воздушные вяжущие вещества* (гипсовые вяжущие, воздушная известь);

– *гидравлические вяжущие* (портландцемент и его разновидности, глиноземистый цемент и его разновидности, гидравлическая известь, романцемент);

– *вяжущие вещества автоклавного твердения* (известково-кремнеземистые, известково-зольные, известково-шлаковые, нефелиновый цемент и др.);

– *кислотоупорные вяжущие вещества* (кислотоупорный цемент, кварцевый кремнефтористый цемент и др.).

Сырьем для получения гипсовых вяжущих веществ служит природный гипсовый камень $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и природный ангидрит CaSO_4 , а также отходы химической промышленности, содержащие двуводный или безводный сернокислый кальций, например, фосфогипс (отход при производстве фосфорной кислоты).

Технологический процесс производства гипсовых вяжущих состоит в измельчении гипсового камня и последующей тепловой обработке (дегидратации).

В зависимости от температуры обжига гипсовые вяжущие подразделяют на:

- *низкообжиговые* (110—180 °С);
- *высокообжиговые* (600—900 °С)..

Ангидритовое вяжущее — продукт обжига $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ при температуре 600-900 °С с последующим измельчением с добавками-катализаторами (известь, обожженный доломит, основные доменные шлаки). Ангидритовое вяжущее получают также помолом природного ангидрита CaSO_4 с добавками-активизаторами твердения (способ П.Г. Будникова).

Твердение строительного гипса происходит в результате растворения β - полуhydrата, образования его пересыщенного раствора, в котором возникают зародыши кристаллов $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

По теории твердения А.А. Байкова выделяют три периода твердения:

- подготовительный период — образование раствора, насыщенного по отношению к продуктам гидратации; пластичное состояние теста;
- период коллоидации — образование коллоидно-дисперсной массы в виде геля; загустевание теста (схватывание);
- период кристаллизации — кристаллизация новообразований, рост кристаллов, их срастание, образование кристаллизационной структуры; твердение системы и рост ее прочности.

Основные свойства гипсовых вяжущих являются следующие показатели качества:

- *тонкость помола*;
- *водопотребность*;
- *сроки схватывания*;
- *марку гипса* и др.

Воздушная известь — вяжущее вещество, получаемое в результате обжига ниже температуры спекания кальциево-магниевых карбонатных горных пород (известняка, мела, доломитизированного известняка и др.), состоящее преимущественно из оксида кальция.

Сырьем для воздушной извести являются кальциево-магниевых карбонатные горные породы.

Производство известковых вяжущих включает следующие основные *технологические операции*:

- добыча сырья;
- подготовка сырья и топлива к обжигу (дробление, сортировка по крупности и проч.);
- обжиг при температуре 900—1200 °С;
- превращение продукта обжига в порошок путем гашения или помола;
- упаковка готового продукта.

Основные свойства воздушной извести:

- *высокая пластичность*;

- *активность* — процентное содержание активных, т.е. способных к гашению CaO и MgO;
- *количество непогасившихся зерен*;
- *время гашения*;
- *прочность*.

Воздушную известь *применяют* в растворах для каменной кладки без добавок и с добавками цемента, для штукатурных работ, как составную часть смешанных вяжущих (известково-шлаковые, известково-пуццолановые и проч.), для бетонов низких марок при работе конструкций в воздушно-сухих условиях, для изготовления силикатного кирпича и силикатных бетонов.

Гидравлические вяжущие вещества обусловлены наличием в их составе силикатов, алюминатов, ферритов кальция и зависят от гидравлического модуля m и температуры обжига сырья

Портландцементом называют гидравлическое вяжущее вещество, в составе которого преобладают высокоосновные силикаты Ca (70—80%). Его получают совместным помолом клинкера с добавкой природного гипса (3—5%).

Клинкер представляет собой зернистый камнеподобный материал, получаемый обжигом до спекания (при 1450 °C) тщательно подобранной сырьевой смеси. Добавка гипса вводится для регулирования сроков схватывания портландцемента.

Сырьем для производства портландцемента служат:

- известняки с высоким содержанием CaCO₃ (мел, плотный известняк и др.);
- глинистые породы состава Al₂O₃·nSiO₂·mH₂O (глины, глинистые сланцы);
- корректирующие добавки (пиритные огарки, трепел, опока, бокситы и др.).

Производство портландцемента — сложный технологический и энергоемкий процесс, состоящий из ряда операций, которые можно разделить на две основные стадии. Первая — производство клинкера, вторая — измельчение клинкера совместно с гипсом, а в ряде случаев и с активными минеральными добавками.

Производство клинкера складывается из следующих технологических операций:

- добыча и доставка сырьевых материалов, их подготовка;
- приготовление сырьевой смеси заданного состава путем помола и смешивания сырьевых компонентов в определенном количественном соотношении;
- обжиг сырьевой смеси до спекания;
- интенсивное охлаждение клинкера;
- складирование клинкера.

Производство портландцемента включает:

- подготовку минеральных добавок (дробление, сушку);

- дробление гипсового камня;
- помол клинкера с активными минеральными добавками и гипсом;
- складирование, упаковку и отправку цемента потребителю.

Производство клинкера может осуществляться *сухим, мокрым и комбинированным способами.*

Сухой способ заключается в приготовлении сырьевой муки в виде тонкоизмельченного сухого порошка (из сухих или предварительно высушенных материалов) с остаточной влажностью 1-2%.

При *мокрой способе* сырьевые материалы измельчаются и смешиваются в присутствии воды, поэтому смесь получается в виде водной суспензии — шлама с влажностью 35–45%. Это наиболее энергоемкий способ.

Комбинированный способ заключается в том, что приготовленный шлам до поступления в печь обезвоживается на фильтрах до влажности 16-18%. Однако энергоемкость производства в целом остается высокой.

Химический состав клинкера выражают содержанием оксидов (% по массе): CaO — 63–66 %, SiO₂ — 21–24 %, Al₂O₃ — 4–8 %, Fe₂O₃ — 2–4 %.

В процессе обжига, доводимого до спекания смеси, главные оксиды образуют силикаты, алюминаты и алюмоферрит кальция в виде минералов кристаллической структуры, а некоторая их часть входит в стекловидную фазу.

Минеральный состав клинкера:

- *алит* 3CaO · SiO₂ (C₃S) — 45–60% — самый важный минерал, определяет быстроту твердения, прочность и другие свойства;
- *белит* 2CaO · SiO₂ (C₂S) — 20–30% — медленно твердеет, но достигает высокой прочности при длительных сроках твердения;
- *трехкальциевый алюминат* 3CaO · Al₂O₃ (C₃A) — 4–12% — быстро гидратируется и твердеет, но конечная прочность его небольшая; является причиной сульфатной коррозии цементного камня;
- *четырекальциевый алюмоферрит* 4CaO · Al₂O₃ · Fe₂O₃ (C₄AF) — 10–20% по скорости твердения занимает промежуточное положение между C₃S и C₂S.
- *клинкерное стекло* 5–15% — затвердевшая в виде стекла часть расплава, содержит CaO, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, K₂O, Na₂O.
- *свободные оксиды кальция и магния* могут присутствовать в виде зерен (CaO_{своб}) и в виде минерала периклаза (MgO_{своб}); их содержание не должно превосходить 1% и 5% соответственно; в случае их повышенного содержания может проявляться неравномерное изменение объема цемента при твердении и появление трещин;
- *щелочные оксиды Na₂O и K₂O* — их содержание не должно превышать 0,6%, так как при большем содержании они могут явиться причиной коррозии цементного бетона.

Все показатели качества цемента сейчас делятся на *обязательные и рекомендуемые.*

Обязательными *показателями качества* являются:

- прочность на $R_{сж}$;
- прочность на растяжение при изгибе $R_{изб}$;
- вещественный состав;
- равномерность изменения объема;
- начало схватывания;
- линейное расширение (определяется для расширяющихся, безусадочных и напрягающих цементов);
- тепловыделение;
- водоотделение (в % или мл) определяется для тампонажных цементов, для строительных растворов, для дорожных покрытий;
- содержание оксида Mg;
- содержание оксида серы;
- содержание хлорид ионов Cl^- ;
- содержание Al_2O_3 в % глиноземистые, сульфатостойкие ПЦ для дорожного и аэродромного покрытия;
- минеральный состав клинкера в %;
- удельная эффективная активность радионуклеидов (ГОСТ 30108-94).

Рекомендуемыми показателями качества являются:

- конец схватывания;
- удельная поверхность (тонкость помола);
- подвижность цементно-песчаного раствора;
- растекаемость цементного теста;
- гидрофобность;
- содержание в клинкере CaO свободного ($CaO_{св}$), щелочных оксидов и нерастворимого остатка;
- потеря массы при прокаливании.

Обязательные и рекомендуемые показатели устанавливаются в нормативных документах.

Глиноземистый цемент является самым главным алюминатным цементом.

Сырьем для получения клинкера глиноземистого цемента служат чистые известняки и бокситы — горная порода, состоящая в основном из $Al_2O_3 \cdot nH_2O$. Производство глиноземистого цемента более энергоемко, чем портландцемента, а учитывая еще и дефицитность сырья (бокситы), стоимость его гораздо выше, чем портландцемента.

Свойства глиноземистого цемента: очень быстрое твердение; имеет высокие марки и прочность, имеет нормальные сроки схватывания, более стоек к коррозии выщелачивания (ввиду отсутствия в продуктах гидратации $Ca(OH)_2$) и к сульфатной коррозии. Однако затвердевший глиноземистый цемент разрушается в растворах кислот и щелочей. Усадка глиноземистого цемента при твердении на воздухе ниже, чем у портландцемента, в 3–5 раз, пористость также ниже.

С учетом специфических свойств и высокой стоимости глиноземистого цемента его целесообразно *использовать* при аварийных и срочных работах,

при зимнем бетонировании, для получения расширяющихся цементов, а также для получения жаростойких бетонов и растворов.

Расширяющиеся цементы относятся к числу *смешанных*, иногда *многокомпонентных цементов*. Расширяющиеся цементы состоят из глиноземистого цемента или портландцемента и компонентов, обеспечивающих образование гидросульфата алюмината кальция в количестве, достаточном для получения требуемого эффекта расширения.

Разновидности: водонепроницаемый расширяющийся цемент (ВРЦ) — быстротвердеющее и быстротвердеющее вяжущее, получаемое тщательным смешиванием глиноземистого цемента (70%), гипса (20%) и молотого специально изготовленного высокоосновного гидроалюмината кальция.

Гипсоглиноземистый расширяющийся цемент получают совместным измельчением высокоглиноземистого клинкера (70%) и природного гипса (30%). Этот цемент обладает свойством расширения при твердении в воде; при твердении на воздухе он является безусадочным.

Расширяющийся портландцемент (РПЦ) получают совместным помолом портландцементного клинкера (60–65%), высокоглиноземистого доменного шлака или глиноземистого клинкера, гипса и активной минеральной добавки.

Напрягающий цемент состоит из портландцемента (65–75%), глиноземистого цемента (13–20%) и гипса. При затворении водой он сначала твердеет и набирает прочность, затем расширяется как твердое тело и напрягает железобетон. *Самонапряженный железобетон* применяется в напорных трубах, в монолитных и сборных резервуарах для воды, в спортивных и подземных сооружениях.

Перспективная область *применения* бетонов и растворов на расширяющихся и безусадочных цементах – бесшовные тонкослойные стяжки или лицевые покрытия полов большой площади, получаемых из сухих смесей.

Бетоны — это искусственные каменные материалы, получаемые в результате твердения рационально подобранной смеси вяжущего вещества, заполнителей, воды и специальных добавок. До затвердевания этот состав называется бетонной смесью.

Бетоны *классифицируют* по:

1) *назначению*:

- конструкционные;
- специального назначения: жаростойкие, химически стойкие, декоративные, теплоизоляционные и др..

2) *виду вяжущего*:

- цементные;
- силикатные (известково-кремнеземистые);
- гипсовые;
- шлакощелочные;
- полимербетоны;

- полимерцементные;
- асфальтовые бетоны и др.

3) *виду заполнителя:*

- на плотных заменителях;
- на пористых заменителях;
- на специальных заполнителях.

4) *структуре:*

- плотной структуры (пористость растворной части менее 6%);
- поризованной (пористость более 6%);
- ячеистой;
- крупнопористой (беспесчаный бетон).

5) *средней плотности:*

- особо тяжелые ($\rho_m > 2500 \text{ кг/м}^3$);
- тяжелые ($\rho_m = 2200\text{--}2500 \text{ кг/м}^3$);
- облегченные ($\rho_m = 1800\text{--}2200 \text{ кг/м}^3$);
- легкие ($\rho_m = 500\text{--}1800 \text{ кг/м}^3$);
- особо легкие (ρ_m менее 500 кг/м^3).

б) *условиям твердения:*

- естественного твердения;
- с тепловой обработкой при атмосферном давлении (ТВО);
- автоклавного твердения.

Материалами для бетонов являются:

- цемент;
- заполнители (тяжелые, легкие);
- вода.

Цемент — главный исходный материал для изготовления бетона. Наиболее широко применяют портландцемент и его разновидности. Выбор цемента должен производиться исходя из комплекса требований, предъявляемых к бетону по прочности, химической стойкости, тепловыделению, морозостойкости, водонепроницаемости и др., а также с учетом технологии изготовления и особенностей конструкции.

Заполнители занимают до 85–90% объема, сокращают расход цемента, образуют жесткий скелет бетона, уменьшая его усадку; несколько увеличивают прочность и уменьшают деформации конструкций под нагрузкой. Различают *мелкий заполнитель* (песок), имеющий частицы размером 0,16–5 мм, и *крупный заполнитель* (гравий или щебень), размер частиц которого 5–70 мм. Важнейшими *свойствами* заполнителей являются плотность, зерновой и минеральный составы, форма и характер поверхности зерен, содержание вредных примесей, прочность, морозостойкость.

Вода. В технологии бетонных работ воду используют для затворения бетонных и растворных смесей, для поливки бетона в процессе твердения, для промывки заполнителей.

Специальные добавки применяют для регулирования свойств бетона, бетонной смеси и экономии цемента.

Бетонная смесь представляет собой сложную многокомпонентную систему, состоящую из тонкодисперсных частиц цемента, новообразований, возникающих при взаимодействии цемента с водой, частиц песка, крупного заполнителя, воды, вводимых в ряде случаев специальных добавок, вовлеченного воздуха.

По своему строению бетонная смесь представляет единое физическое тело, в котором частицы вяжущего, вода и зерна заполнителя связаны внутренними силами взаимодействия. Основной структурообразующей составляющей бетонной смеси является цементное тесто. Свойства бетонной смеси зависят от количества и качества цементного теста.

Основные свойства бетонной смеси:

Тиксотропия — способность разжижаться при механических воздействиях (приобретать свойства тяжелой жидкости) и вновь загустевать после прекращения воздействий. Это свойство используется при виброуплотнении бетонных смесей.

Удобоукладываемость — способность бетонной смеси заполнять форму при данном способе уплотнения без расслоения, образуя в результате плотную, однородную массу. Удобоукладываемость оценивается: *подвижностью, жесткостью.*

Связность — способность бетонной смеси сохранять однородную структуру, т.е. не расслаиваться в процессе транспортирования, укладки и уплотнения.

Процесс *производства бетона* состоит из ряда последовательных операций:

подбор состава бетона → *подготовка исходных материалов* → *дозирование* → *приготовление бетонной смеси* → *транспортирование* → *уплотнение* → *твердение.*

Подбор состава бетона осуществляется таким образом, чтобы бетонная смесь и затвердевший бетон имели заданные значения свойств (по удобоукладываемости, прочности, морозостойкости и проч.), и стоимость бетона при этом была бы как можно более низкой.

Подготовка исходных материалов может включать дополнительный помол цемента (активизация), подготовка добавок, оттаивание и подогрев заполнителей в зимнее время и т.п.

Дозирование компонентов осуществляется в основном по массе, обычно с помощью автоматических дозаторов с точностью до $\pm 1\%$ для цемента, воды и водных растворов добавок и $\pm 2\%$ для заполнителей.

Приготовление бетонной смеси осуществляют в бетоносмесителях периодического или непрерывного действия различной вместимости (от 75 до 4500 дм³).

Транспортирование приготовленной бетонной смеси осуществляется автосамосвалами, автобетоновозами, автобетоносмесителями, на короткие расстояния — ленточными конвейерами, контейнерами, а также по трубам с помощью бетононасосов и пневмонагнетателей. Предельное время

транспортирования устанавливается в зависимости от сроков схватывания цемента, температуры воздуха, вида транспорта и типа покрытия дорог.

Уплотнение производится с целью плотной укладки бетонной смеси в форму (опалубку).

Твердение бетона оптимально происходит летом во влажной среде, зимой — во влажной и теплой.

На заводах сборного железобетона для ускорения твердения используют *тепловлажностную обработку*: пропаривание при 85–90⁰С, автоклавную обработку, электропрогрев, воздействие инфракрасного излучения и проч.).

Основными свойствами бетона являются:

Прочность — главное свойство бетона как конструкционного материала, зависящее от его состава, структуры, характеристик компонентов, условий приготовления, твердения, эксплуатации и прочих факторов. Действие этих факторов можно свести к двум основным: прочности затвердевшего цементного камня и прочности его сцепления с заполнителем. Прочность цементного камня в свою очередь определяется активностью (маркой) цемента ($R_{ц}$) и соотношением количеств цемента и воды — цементно-водным отношением Ц/В.

Марка бетона по прочности — числовая характеристика, определяемая испытанием на одноосное сжатие стандартных образцов-кубов с ребром 150 мм, изготовленных из бетонной смеси рабочего состава и испытанных в возрасте 28 сут. после твердения в нормальных условиях.

Класс бетона (В) — числовая характеристика, определяемая величиной гарантированной прочности с обеспеченностью 0,95. Это значит, что заданная прочность достигается в 95 случаях из 100.

Деформативные свойства. Под нагрузкой бетон ведет себя как упруго-вязко-пластичное тело. При небольших напряжениях бетон деформируется как упругий материал, а при больших напряжениях начинает проявляться пластическая (остаточная) деформация. *Ползучесть* - способность бетона к увеличению деформаций под действием постоянной нагрузки какого-либо вида сжатия, растяжения, изгиба. Деформации ползучести затухают через несколько лет эксплуатации конструкции.

Усадка и набухание связаны с физико-химическими процессами, происходящими в бетоне при твердении, и изменением его влажности. Усадка у бетонов колеблется в основном от 0,2 до 0,4 мм/м в годичном возрасте; величина набухания значительно меньше.

Сцепление с арматурой для тяжелого бетона на портландцементе составляет примерно 15–20% предела прочности бетона при сжатии в возрасте 28 сут.

Водонепроницаемость бетона зависит от проницаемости цементного камня, заполнителя и контактной зоны. Характеризуется маркой по водонепроницаемости (МПа): W0,2; W0,4; W0,6; W0,8; W1,2.

Морозостойкость определяет долговечность бетона и зависит от качества использованных материалов и капиллярно-пористой структуры бетона. Марки по морозостойкости: F50, F75... F500.

Теплопроводность изменяется от 1,3–1,7 Вт/(м⁰С) для тяжелых бетонов до 0,2–0,7 Вт/(м⁰С) для легких бетонов.

Коэффициент линейного температурного расширения (КЛТР) тяжелого бетона (10–12) · 10⁻⁶ °С⁻¹ близок к КЛТР стали, что обеспечивает совместимость термических деформаций бетона и арматуры.

Разновидности бетонов, наиболее часто применяемые в строительстве:

- Легкие бетоны на пористых заполнителях;
- Ячеистые бетоны (газобетон, пенобетон, газосиликат, пеносиликат);
- Крупнопористый бетон (беспесчаный);
- Высокопрочный бетон;
- Дорожный бетон;
- Жаростойкий бетон.

Основная литература:

1. Лещев, С.И. Материаловедение: учебное пособие/С. И. Лещев. – Белгород: Издательство: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. – 156 с.

Тема 7. Строительные материалы специального функционального назначения

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, кровельные материалы, гидроизоляционные материалы, герметизирующие материалы, акустические материалы, отделочные материалы (лакокрасочные и др.) материалы, классификация теплоизоляционных материалов, способы создания высокопористого строения, свойства теплоизоляционных материалов, виды неорганических теплоизоляционных материалов

Основные термины и определения.

Теплоизоляционными называют материалы, характеризующиеся низкой теплопроводностью и применяемые для тепловой изоляции строительных конструкций, промышленного оборудования, трубопроводов, а также холодильников.

Теплоизоляционные материалы *классифицируют*:

- по теплопроводности λ (малотеплопроводные, среднетеплопроводные и повышенной теплопроводности);
- по средней плотности (особо легкие ОЛ, ρ_m , кг/м³: 15–100, легкие Л: 125–300 и тяжелые Т: 400–500);
- по виду сырья (неорганические и органические);
- по форме и внешнему виду (штучные: плиты, блоки, кирпич, цилиндры, сегменты; рулонные: маты, полосы, матрацы; шнуровые: шнуры, жгуты; сыпучие: вспученный перлит, вермикулит и др.);
- по сжимаемости (мягкие, полужесткие, жесткие, повышенной жесткости и твердые);
- по структуре (волокнистая, ячеистая, зернистая, рыхлозернистая, мелкопористая);

- по возгораемости (несгораемые, трудносгораемые, сгораемые);
- по назначению (строительные теплоизоляционные — для обычных температурных условий и монтажные теплоизоляционные — для изоляции горячих поверхностей).

Общим признаком теплоизоляционных материалов является высокая пористость (обычно более 50% и до 90–98%), которая достигается различными технологическими приемами.

Способы создания высокопористого строения:

- способ газообразования;
- способ пенообразования;
- способ аэрирования;
- способ вспучивания;
- введение выгорающих добавок;
- способ высокого водозатворения;
- способ неплотной упаковки;
- создание волокнистого каркаса;
- контактное омоноличивание;
- объемное омоноличивание.

Свойства теплоизоляционных материалов:

- теплопроводность (λ);
- плотность ρ_m ;
- прочность ($R_{сж}$);
- предельная температура применения ($^{\circ}\text{C}$);
- водопоглощение, %;
- морозостойкость;
- огнеупорность;
- химическая и биологическая стойкость.

Основные виды и особенности применения теплоизоляционных материалов:

– *минеральная вата* — рыхлый материал, состоящий из тончайших взаимно переплетающихся стекловидных волокон. Минераловатные изделия (плиты, цилиндры, полуцилиндры) на синтетическом связующем можно использовать для изоляции горячих поверхностей до $+400^{\circ}\text{C}$, а на битумном — от -100°C до $+60^{\circ}\text{C}$. Прошивные маты из минеральной ваты не содержат связующего и сохраняют форму за счет механического переплетения волокон и дополнительной прошивки слоя волокнистого материала стальной проволокой, стеклянными нитями и др. Отсутствие органического связующего позволяет применять их при температуре изолируемых поверхностей до $+700^{\circ}\text{C}$;

– *пеностекло* — материал ячеистой структуры с равномерно распределенными замкнутыми порами размером 0,1–5 мм. Ячеистое стекло легко обрабатывается (пилится, сверлится), хорошо сцепляется с цементными материалами. Его можно с успехом применять как в индивидуальном строительстве, так и для тепловой изоляции конструкций и огнезащиты в высотном домостроении;

– *ячеистые бетоны* — наиболее перспективный вид теплоизоляционных бетонов. Применяют ячеистые бетоны в основном в виде камней правильной формы, заменяющих 8–16 кирпичей. Материал легко обрабатывается, негорючий, долговечный. Изделия из ячеистого бетона применяют для изоляции строительных конструкций и горячего промышленного оборудования с температурой до $+400^{\circ}\text{C}$. Широкому распространению ячеистых бетонов препятствует высокое водопоглощение и гигроскопичность;

– *ячеистые пластмассы* — высокопористые материалы (пористость 90-98%) с преимущественно замкнутыми порами;

– *материалы на основе древесного сырья*: изоляционные древесноволокнистые плиты (ДВП), фибролит, арболит, целлюлозная вата (эковата).

Основная литература:

1. Лещев, С.И. Материаловедение: учебное пособие/С. И. Лещев. – Белгород: Издательство: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. – 156 с.

Тема 8. Органические вяжущие вещества и материалы на их основе

Ключевые слова: органические вяжущие вещества, битумные вяжущие вещества, дегтевые вяжущие, классификация битумных и дегтевых материалов, строении битумов, свойства битумов, виды дегтевых материалов, состав дегтевых материалов, свойства дегтевых вяжущих.

Основные термины и определения.

Битумные и дегтевые вяжущие вещества являются первыми органическими вяжущими, имеющими общий признак — способность размягчаться: уменьшать свою вязкость при нагревании и затвердевать при охлаждении.

Классифицируют битумные и дегтевые материалы по следующим признакам:

– *по виду вяжущего*: битумные, дегтевые, гудрокамовые (смешанного вида), дегтебитумные, битумно-полимерные, дегтеполимерные;

– *по технологическим особенностям*: штучные (листовые), рулонные, эмульсии, мастики, растворы, бетоны;

– *по структурным признакам* для каждой группы материалов: например, рулонные материалы делят на основные и безосновные, покровные и беспокровные;

– *по назначению*: дорожные, кровельные, гидроизоляционные, теплоизоляционные, полифункциональные.

Битумы бывают *природные* и *искусственные*. В зависимости от технологии производства их делят на *остаточные*, получаемые из гудрона путем глубокого отбора масел; *окисленные*, получаемые окислением гудрона в специальных аппаратах (продувка воздухом); *крекинговые*, получаемые переработкой остатков, образующихся при крекинге нефти.

Битумы состоят из смеси *высокомолекулярных углеводородов*, главным образом метанового ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) и нафтенового (C_nH_{2n}) рядов и их неметаллических производных (кислородных, сернистых и азотистых).

Элементарный состав битумов: 70–80% — углерод (С), 10–15% — водород (Н), 2–9% — сера (S), 1–5% — кислород (О), 0–2% — азот (N). Эти элементы находятся в битуме в виде углеводородов от C_9H_{20} до $C_{30}H_{62}$.

Углеводороды битума образуют *группы* веществ с более или менее сходными свойствами:

Групповые углеводороды образуют сложную дисперсную коллоидную систему, состоящую из дисперсионной среды — раствора смол или их части в маслах и дисперсной фазы — асфальтенов с адсорбированной на них частью смол (комплексные частицы этой системы называются *мицеллы*).

Свойства битумов. При нагревании до 140–170⁰С они размягчаются и при таких температурах увеличивается их растворимость в маслах; битумы растворяются в органическом растворителе. Помимо перечисленных выше общих свойств, характерных для «черных вяжущих», можно отметить специфические свойства битумов:

- *плотность;*
- *теплопроводность;*
- *устойчивость при нагревании;*
- *поверхностное натяжение;*
- *старение* битума — изменение свойств, повышение хрупкости, снижение гидрофобности под действием солнечного света и кислорода воздуха;

- *реологические свойства;*
- *химическая стойкость;*
- *марка битумов;*
- *твёрдость (вязкость);*
- *температура размягчения;*
- *растяжимость.*

Строительные битумы *применяют* для изготовления асфальтовых бетонов и растворов, приклеивающих и изоляционных мастик, для покрытия и восстановления рулонных кровель. Кровельные битумы используют для изготовления рулонных и штучных кровельных и гидроизоляционных материалов: рубероид, пергамин (их современные модификации), мягкая битумная черепица, наплавляемый рубероид, стеклорубероид, стекловолок, гидростеклоизол, фольгоизол, гидроизол, изол, бризол и др. Герметизирующие материалы (герметики) на основе битумов: мастики (в т.ч. нетвердеющие), эластичные прокладки (пороизол, гернит) и др.

Дегтевые вяжущие вещества получают в процессе сухой перегонки, то есть нагревания без доступа воздуха, твердых видов топлива — каменного или бурого угля, сланца, древесины, торфа и др. с целью получения кокса, полукокса, газа и т.п. В строительстве применяют, главным образом, каменноугольные дегти, получаемые в коксохимическом производстве и обладающие более высокими строительными свойствами, чем другие дегти.

Виды дегтевых вяжущих веществ:

- *сырые дегти* — низко- и высокотемпературные, содержат много летучих веществ, характеризующихся низкой атмосферостойкостью и

непосредственно для производства строительных материалов не применяются;

- *отогнанный деготь* (каменноугольная смола) получают из сырого путем отгонки воды, легких и частично средних масел; используют в производстве строительных материалов;

- *пек* — твердый остаток перегонки сырой каменноугольной смолы, состоящий из высокомолекулярных углеводородов и их производных, а также свободного углерода (8-30%);

- *составленные дегти* получают сплавлением пеков с дегтевыми маслами (антраценовыми и др.) или обезвоженными сырыми дегтями; широко применяются в строительстве;

- *наполненные дегти* получают, вводя в составленные дегти тонкоизмельченные материалы (известняк, доломит и др.), что повышает вязкость, атмосферо- и теплостойкость.

Состав дегтя сложен, он включает более 200 различных органических соединений, в основном углеводородов ароматического ряда и их неметаллических соединений. Деготь имеет характерный «дегтярный» запах.

Свойства дегтевых вяжущих:

- *атмосферостойкость*;

- *биостойкость*;

- *температура размягчения*;

- *степень прилипания*.

Применение. Дегти, антраценовое масло и пек применяют для изготовления дегтевых кровельных и гидроизоляционных материалов (только кровельный и гидроизоляционный), антикоррозийных составов, мастик, дегтебетонов, а также дегтебитумных материалов на основе смешанных вяжущих веществ (на основе битумов, дегтей, полимеров), эмульсий и паст.

Основная литература:

1. Лещев, С.И. Материаловедение: учебное пособие/С. И. Лещев. – Белгород: Издательство: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. – 156 с.

Тема 9. Полимерные строительные материалы

Ключевые слова: полимерные материалы (пластмассы), полимер, сырье для полимеров, полимеризация, поликонденсация, термопластичные полимеры (термопласты), терморезистивные полимеры (реактопласты), олигомеры, наполнители, порошкообразные наполнители, волокнистые наполнители, листовые наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, отвердители, пигменты, порообразователи (порофоры), антипирены, процесс получения изделий из пластических масс, вальцевание (каландрирование), экструзия, прессование, литье под давлением, термоформование, положительным свойствам пластмасс, отрицательным свойствам пластмасс, применение полимерных материалов.

Основные термины и определения.

Полимерными материалами или пластмассами называют материалы, которые в качестве основного компонента содержат *полимер* —

высокомолекулярное органическое соединение, обладающее на определенной стадии переработки пластичностью.

Сырьем для полимеров служат продукты коксования и газификации каменного угля, а также природный газ и так называемый “попутный газ”. Основные способы получения полимеров:

- полимеризация;
- поликонденсация.

Полимеризация — процесс соединения молекул мономера за счет раскрытия двойных связей в макромолекулы без выделения побочных продуктов. Полимеризацией получают полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, полистирол, поливинилхлорид, поливинилацетат, полиакрилаты, полиуретаны, инденкумароновые полимеры. Инициирование процесса полимеризации осуществляется активизацией мономера под воздействием нагревания, световых лучей, ионизирующего излучения, добавок инициаторов и катализаторов. Полимеризацией получают полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, полистирол, поливинилхлорид, поливинилацетат, полиакрилаты, полиуретаны, инденкумароновые полимеры.

Поликонденсация — процесс образования макромолекул полимеров в результате взаимодействия между функциональными группами молекул исходных веществ. Это взаимодействие сопровождается образованием побочных низкомолекулярных продуктов. Поликонденсацией получают фенолоальдегидные, полиэфирные, фурановые, эпоксидные и кремнийорганические полимеры.

Пластмассы можно отнести к композиционным материалам, состоящим из основного компонента — *матрицы* (связующего вещества) и упрочняющего компонента в виде волокон или твердых частиц.

Полимеры — высокомолекулярные соединения, молекулы состоят из многократно повторяющихся звеньев — одинаковых групп атомов. Молекулярная масса их обычно выше 5000. Низкомолекулярные вещества имеют молекулярную массу менее 500. Вещества, имеющие промежуточное значение молекулярной массы, называются *олигомерами*.

По происхождению полимеры бывают *природные* и *искусственные* (синтетические). Для производства строительных материалов применяют *синтетические полимеры*. В пластмассах полимеры выполняют роль связующего вещества.

По поведению при нагревании полимеры делят на *термопластичные* и *терморективные*.

Термопластичные полимеры (термопласты) способны многократно размягчаться при нагревании и отвердевать при охлаждении при сохранении основных свойств. Это свойство обусловлено линейным строением молекул полимера, их малой связью друг с другом, снижающейся при нагревании. Термопластичные полимеры получают реакцией полимеризации, например так получают полиэтилен, поливинилхлорид, полистирол, поливинилацетат, полиметилметакрилат и др.

Термореактивные полимеры (реактопласты) имеют пространственное строение — длинные линейные цепи связаны друг с другом в единую сетку более короткими поперечными цепями. Такие полимеры не могут обратимо изменять свои свойства, они не способны к повторному формованию. При нагревании происходит разрыв связей между цепями и внутри цепей; происходит деструкция (разрушение) полимера. Термореактивные полимеры называют смолами: фенолоформальдегидные, карбамидные, эпоксидные, полиэфирные смолы и др.

Наполнители снижают расход полимера и тем самым удешевляют пластмассы. Кроме того, они придают пластмассам необходимые свойства: уменьшают усадку и деформативность, повышают атмосферостойкость и теплостойкость, снижают горючесть, повышают прочность и твердость и проч. Наполнители могут быть *органическими* и *неорганическими*.

По виду наполнители бывают: *порошкообразные* (древесная мука, мел, тальк, сажа и т.п.), *волокнистые* (стекловолокно, асбест, органические волокна), листовые материалы (бумага, древесный шпон, ткани). Некоторые пластмассы на 80–90% (по объему) состоят из наполнителей (например, древесностружечные плиты, полимербетоны, пенопласты).

Пластификаторы — вещества, облегчающие скольжение макромолекул друг относительно друга и в результате повышающие гибкость, растяжимость, пластичность, технологичность пластмасс; вводятся в количестве от 5 до 40% (например, глицерин, диоктилфталат и др.).

Стабилизаторы способствуют сохранению свойств пластмасс во времени, т.е. замедляют старение. Вводят *термо-* (тонкодисперсные металлы, оксиды переходных металлов) и *светостабилизаторы* (оксид цинка, газовая сажа и др.).

Отвердители — вещества, являющиеся инициаторами реакции полимеризации, ускоряющие процесс отвердевания пластмасс.

Пигменты (красители) служат для получения цветных пластмасс; их вводят соответственно в количестве 2–3% в случае минеральных порошкообразных материалов и 0,02–0,3% для органических порошкообразных веществ.

Порообразователи (порофоры) — специальные вещества, обеспечивающие создание в материале пор. Антипирены повышают стойкость против возгорания.

Процесс *получения изделий из пластических масс* состоит из следующих операций:

- подготовка исходных компонентов;
- дозирование и приготовление полимерных композиций;
- формование;
- стабилизация.

Подготовка исходных компонентов включает измельчение материалов (наполнителей), при необходимости сушку, сортировку и другие операции.

Полимерные композиции могут быть в виде пресс-порошков, пресс-материалов с волокнистым и листовым наполнителями и т.п. Смешение

компонентов производят в смесителях периодического и непрерывного действия. Вид смесителя зависит от вида смешиваемых материалов: сыпучие или пастообразные.

Формование полимерных изделий осуществляют вальцеванием, экструзией, прессованием, литьем под давлением, термоформованием и др.

Вальцевание (каландрирование) — формование непрерывной ленты из термопластичной полимерной композиции при пропускании ее через зазоры между вращающимися валками каландра. Каландрированием производят рулонные и плиточные материалы, пленки.

Экструзия — непрерывный процесс продавливания вязкотекучей полимерной композиции через мундштук (формообразующее отверстие) экструдера. Метод экструзии применяют для изготовления линолеума, погонажных изделий, труб, пленок.

Прессование — формование изделий из термореактивных полимеров в обогреваемых гидравлических прессах. Так получают детали санитарно-технического и электротехнического оборудования, фурнитуру.

Литье под давлением — формование путем нагрева пластических масс до вязкотекучего состояния с последующим выдавливанием в форму. Этим способом перерабатывают термопласты, из которых изготавливают полистирольные облицовочные плитки, детали для соединения труб и т.п.

Термоформование — переработка в изделия пластмассовых заготовок, нагретых до определенной температуры. Так получают тонкостенные санитарно-технические изделия — ванны, раковины и др.

Способом вспенивания получают пластмассы с пористой структурой: пористые звуко теплоизоляционные и упругие герметизирующие пластмассы. Пористая структура может быть получена при термическом разложении газообразователей (порофоров), введенных в состав полимерной композиции или при расширении газов, растворенных в полимерах, после снятия давления или при повышении температуры.

Свойства пластмасс изменяются в широком диапазоне в зависимости от их состава, строения полимеров, типа наполнителя, условий изготовления и других факторов.

К *положительным свойствам* пластмасс относятся:

– *малая средняя плотность*: от 15–50 кг/м³ у ячеистых пластмасс до 1800–2200 кг/м³;

– *пористость* изменяется в широких пределах: полимерные пленки, линолеум, стеклопластики практически не имеют пор, а пористость пенопластов — 95–98%;

– *прочность* может быть значительной и достигать у стеклопластиков 300—350 МПа при сжатии;

– *теплопроводность* пластмасс низкая — 0,23–0,7 Вт/(м·°С) (до 0,028–0,034 для газонаполненных пластмасс).

– *водонепроницаемость* высокая — плотные полимерные материалы непроницаемые для воды, что позволяет их применять для гидроизоляции зданий и сооружений, в устройстве кровель и трубопроводов.

– *химическая стойкость* большинства пластмасс высокая, однако многие пластмассы растворяются или набухают в органических растворителях.

– *светопрозрачность* ряда пластмасс позволяет применять их для устройства теплиц, оранжерей.

– хорошие *электроизоляционные* свойства пластмасс позволяют применять их для устройства изоляции электропроводок, изготовления электроарматуры и т.д.

Пластмассы водостойки, гигиеничны, декоративны, имеют малую истираемость. Они способны окрашиваться в различные цвета и очень технологичны. Кроме того, для производства пластмасс у нас в стране имеется обширная сырьевая база.

К *отрицательным свойствам пластмасс* относится:

– *низкая теплостойкость* — некоторые пластмассы начинают размягчаться уже при 60–80⁰С;

– *предельная температура* применения большинства пластмасс 100–150⁰С;

– склонность к деформации: при длительном нагружении пластмассы склонны к необратимой деформации – *ползучести*, которая резко возрастает с повышением температуры;

– *поверхностная твердость* пластмасс достаточно низкая; Пластмассы подвержены старению. *Старение* — изменение структуры и свойств полимерного компонента пластмасс, выражающиеся в потускнении цвета, хрупком разрушении (растрескивании) и деструкции.

Возможность выделения из пластмасс токсичных веществ в период эксплуатации. К токсичным веществам, которые могут выделяться из пластмасс, например в результате незавершенности химических процессов при получении полимеров, относятся ацетон, бензол, фенол, фурфурол, хлор, винилацетат и др. Полная безвредность может быть обеспечена при соблюдении технологических режимов и тщательном подборе компонентов пластмасс.

– *горючесть* большинства пластмасс обусловлена горючестью полимеров. Для понижения горючести вводятся добавки — *антипирены*.

Применение полимерных материалов и изделий. На основе полимеров выпускают современные, максимально готовые к применению материалы:

1) *материалы для внутренней отделки стен* (декоративные листы, плиты, панели, плитки (бумажно-слоистый декоративный пластик, листовой винипласт, листы из ударопрочного полистирола, полистирольные декоративные плиты «Полиформ», декоративные поливинилхлоридные панели «Полидекор», полистирольные облицовочные плитки, зеркальные панели; декоративные рулонные пленочные материалы (поливинилхлоридные декоративные отделочные пленки, в том числе на бумажной основе «Изоплен», «Пеноплен», рулонные материалы «Девилон», «Винистен», «Полиплен», «Тексоплен» и проч.);

2) *материалы для покрытия пола:*

– рулонные (поливинилхлоридный линолеум безосновный, на теплозвукоизоляционной основе, на тканевой основе, линолеум со вспененным слоем, резиновый линолеум — релин, линолеумы со специальными свойствами, алкидный линолеум и др.),

– плиточные (поливинилхлоридные и фенолитовые плитки, резиновые плиты, коврики из алкидного линолеума и проч.),

– мастичные (наливные бесшовные покрытия — монолитные покрытия полов, выполняемые из подвижных саморастекающихся смесей), синтетические ковровые покрытия;

3) *конструкционно-отделочные материалы:*

– древесно-слоистые пластики (листы или плиты из лущеного шпона, пропитанного фенолоформальдегидным полимером);

– стеклопластики (листовой материал, получаемый пропиткой стеклянного волокна или стеклоткани термореактивными смолами с последующим их отверждением);

– стеклотекстолиты — стеклопластики на основе стеклянной ткани (горячее прессование полотнищ ткани при высоком давлении и температуре)

4) *теплоизоляционные материалы* — самые эффективные материалы с пористостью свыше 90% (пенопласты, поропласты);

5) *материалы для отделки потолков* — клеевые потолки (наклейка полимерных плит на базовый потолок), натяжные пленочные потолки (тонкая пленка, натягиваемая на пластиковый каркас), подвесные потолки (потолочные панели и подвесная несущая система);

6) *погонажные изделия* — плинтусы, наличники, раскладки, угловые накладки, нащельники и т.п.;

7) *облицовочные листы и рейки (сайдинг)* — имитируют традиционные виды облицовки зданий — дерево, кирпич, природный камень;

8) *кровельные, гидроизоляционные и герметизирующие материалы* (пленки, профильные прокладки, мастики);

9) *трубы и санитарно-технические изделия* (термопластичные и стеклопластиковые трубы, сифоны, сливные бачки);

10) *клеи, мастики, краски,*

11) *специальные виды строительных растворов и бетонов* (полимербетоны, полимерцементный бетон, бетонополимеры и др.).

Эффективное сочетание полимеров с древесиной, бетоном, металлами, минеральными волокнами позволяет получать новые индустриальные изделия и конструкции.

Основная литература:

1. Лещев, С.И. Материаловедение: учебное пособие/С. И. Лещев. — Белгород: Издательство: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. — 156 с.

Тема 10. Металлические материалы и сплавы

Ключевые слова: металлы, свойства металлов, виды сплавов, черные

металлы, цветные металлы, железо, сплавы на основе железа, примеси, термическая обработка, виды термической обработки, диаграмма состояния, эвтектика, линия ликвидуса, линия солидуса.

Основные термины и определения. *Металлы* — простые вещества, обладающие в обычных условиях характерными свойствами: высокой электро- и теплопроводностью, отрицательным температурным коэффициентом электропроводности, способностью хорошо отражать электромагнитные волны (блеск и непрозрачность), высокой прочностью и пластичностью.

Свойства металлов обусловлены их кристаллическим строением и наличием в их кристаллической решетке многочисленных не связанных с атомными ядрами подвижных электронов.

Металлы (сплавы) в промышленности разделяют на две основные группы:

- черные;
- цветные.

Черные металлы — сплав железа с углеродом, в котором могут содержаться в большем или меньшем количестве и другие химические элементы: кобальт, никель, марганец.

Цветные металлы по своим свойствам подразделяются на следующие группы:

- *легкие*: Be, Mg, Al, Ti, обладающие сравнительно малой плотностью до 5000 кг/м^3 ;
- *тугоплавкие*: Ti, Cr, Zr, Nb, Mo, W, V и др. с температурой плавления выше, чем у железа $T_{\text{пл.}} = 1539^{\circ}\text{C}$;
- *благородные*: Ph, Pd, Ag, Os, Pt, Au и др., обладающие химической инертностью;
- *урановые*: U, Th, Pa, которые используются в атомной технике;
- *редкоземельные* металлы: Ce, Pr, Nd, Sm, которые используются как присадки к различным сплавам;
- *щелочно-земельные* металлы: Li, Na, K, используемые в качестве теплоносителей в ядерных реакторах.

Металлические сплавы по *химическому составу* классифицирует по главному компоненту сплава: железо, медь, алюминий и др.

Железо Fe — химический элемент VIII группы периодической системы элементов, атомный номер 26, атомная масса 55,847, это блестящий серебристо-серый пластичный металл и образует три полиморфные модификации:

– α -Fe имеет объемно-центрированную кубическую решетку и плотность 7860 кг/м^3 . Температурный интервал практически от абсолютного нуля до $+911^{\circ}\text{C}$. От температуры абсолютного нуля до температуры $+768^{\circ}\text{C}$ данная модификация обладает ферромагнитными свойствами, выше этой температуры — парамагнитными;

– γ -Fe имеет гранецентрированную кристаллическую решетку и плотность $8000 \dots 8100 \text{ кг/м}^3$. Температурный интервал от $+911^{\circ}\text{C}$ до $+1392^{\circ}\text{C}$.

Обладает парамагнитными свойствами.

– δ -Fe имеет объемно-центрированную кубическую решетку. Существует в интервале температур от +1392 до +1539⁰С. Обладает парамагнитными свойствами.

Сплавы, в которых суммарное содержание примесей менее 0,1% и углерода менее 0,02% называются *технически чистым железом*.

Железоуглеродистые сплавы — это сплавы железа с углеродом.

Сталь— это сплавы железа с углеродом (до 2%) и другими элементами.

Постоянные технологические *примеси* являются обязательными компонентами сталей и сплавов. Характер влияния этих примесей на свойства сталей и сплавов определяется их возможностью образовывать самостоятельные фазы.

Примесями являются:

– *марганец* (Mn) вводят в стали как технологическую добавку для повышения степени их раскисления и устранения вредного влияния серы;

– *кремний* (Si) вводят в сталь для раскисления, его содержание не превышает 0,37%, а в сталях, предназначенных для сварных конструкций не должно превышать 0,12...0,25%;

– *сера* (S) пределы ее содержания как технологической примеси составляет 0,035...0,06%, в сталях она присутствует в виде хрупких сульфидов FeS и MnS;

– *фосфор* (P) относится к наиболее вредным примесям, пределы его содержания составляют 0,025...0,045%;

– *кислород* (O) и *азот* (N) загрязняют сталь и оказывают отрицательное воздействие на свойства, вызывая анизотропию механических свойств. Так содержание кислорода более 0,03% вызывает старение сталей, а более 0,1% — краснеломкость. Азот увеличивает прочность и твердость стали, но снижает пластичность;

– *водород* (H) приводит к увеличению хрупкости сталей.

Стали *классифицируют* по:

– химическому составу;

– качеству;

– назначению.

По *химическому составу* стали классифицируют на:

1) *углеродистые стали*, которые в зависимости от содержания углерода делятся на:

– *малоуглеродистые*, в которых менее 0,6%

С; – *среднеуглеродистые* — от 0,6 до 0,7% С;

– *высокоуглеродистые* — более 0,7% С.

2) *Легированные стали* в зависимости от введенных элементов подразделяются на хромистые, марганцовистые, хромоникелевые и др. классифицируются по суммарному процентному содержанию легирующих элементов:

– *низколегированные* — менее 5%;

- *среднелегированные* — от 5% до 10%;
- *высоколегированные* — более 10%.

Стали и сплавы по показателю *качества* делятся на следующие группы:

- *обыкновенного качества* (рядовые);
- *качественные*;
- *высококачественные*;
- *особо высококачественные*.

По назначению стали и сплавы делятся на:

- *конструкционные*;
- *инструментальные*;
- *стали с особыми физическими и химическими свойствами*.

Термической обработкой называют технологические процессы, состоящие из нагрева и охлаждения металлических изделий с целью изменения структуры и свойств.

Основными видами термической обработки являются:

1) *отжиг* — это вид термической обработки, в результате которого металлы и сплавы приобретают структуру, близкую к равновесной. Отжиг сопровождается повышением пластичности и снятием остаточных напряжений;

2) *закалка* — это вид термической обработки, в результате которого в металлах и сплавах образуется неравновесная структура, для этого сплав нагревают до температуры фазового превращения, и после чего быстро охлаждают, чтобы предотвратить равновесное превращение при охлаждении;

3) *отпуском* и *старением* называют вид термической обработки в результате которого в предварительно закаленных сплавах происходят фазовые превращения, приближающие их структуру к равновесной. Имеет цель получения более высокого уровня свойств по сравнению с отожженным состоянием: твердость, прочность, удельное электросопротивление и др.

Диаграмма состояния железо — цементит Fe-Fe₃C характеризует фазовый состав и превращения в сплавах с концентрацией от чистого железа до цементита.

Особенность диаграммы — это наличие на оси концентраций двух шкал, показывающих количество углерода и цементита. Положение точек диаграммы определяет те превращения, которые происходят в сплавах. Линии, соединяющие критические точки превращений в системе, разграничивают области существования равновесных фаз. Так, линия *ликвидуса* и линия *солидуса* — это геометрические места, соответственно, точек начала и окончания затвердевания двойных сплавов с различным содержанием компонентов.

Основная литература:

Ржевская, С.В. Материаловедение: учебник/ С.В. Ржевская. М.:Логос, 2004, 424 с.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.
Протокол № 8 заседания кафедры от «28» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____ Пучка О.В.
подпись, ФИО

Директор института _____ Белоусов А.В.
подпись, ФИО