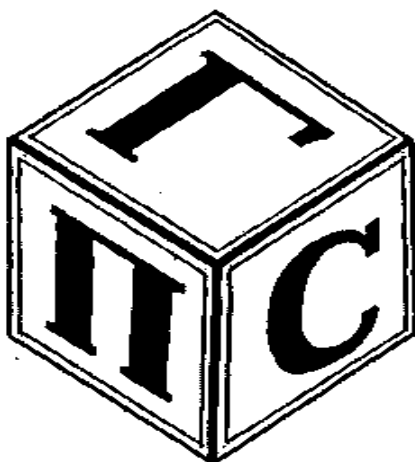


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

*Методические рекомендации к самостоятельной работе
для студентов специальности 7-07-0732-01
«Строительство зданий и сооружений»
заочной формы обучения*



Могилев 2025

УДК 691
ББК 38.6
С86

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Промышленное и гражданское строительство»
«29» ноября 2024 г., протокол № 5

Составитель ст. преподаватель Т. С. Латун

Рецензент ст. преподаватель Т. А. Полякова

Изложены общие методические рекомендации, программа курса, варианты заданий, дан список литературы по курсу «Строительное материаловедение», приведены справочные сведения.

Учебное издание

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Ответственный за выпуск

С. В. Данилов

Корректор

А. А. Подошевка

Компьютерная верстка

Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2025

Содержание

Введение.....	4
1 Общие сведения.....	5
2 Содержание дисциплины «Строительное материаловедение».....	7
2.1 Цель и задачи дисциплины.....	7
2.2 Строение и свойства строительных материалов.....	7
2.3 Природные каменные материалы.....	8
2.4 Древесина и материалы, и изделия на ее основе.....	9
2.5 Строительная керамика	10
2.6 Стекло, стеклянные и стеклокристаллические изделия.....	10
2.7 Минеральные вяжущие вещества воздушного твердения.....	11
2.8 Минеральные вяжущие вещества гидравлического твердения	11
2.9 Металлические материалы и изделия.....	13
2.10 Материалы для приготовления бетонов и строительных растворов....	13
2.11 Основы бетоноведения.....	13
2.12 Разновидности бетонов и других композиционных материалов.....	14
2.13 Строительные растворы.....	14
2.14 Органические вяжущие вещества.....	15
2.15 Полимерные композиционные материалы и изделия.....	15
2.16 Теплоизоляционные материалы и изделия.....	16
2.17 Акустические материалы.....	16
2.18 Лакокрасочные материалы.....	17
2.19 Гидроизоляционные кровельные материалы.....	18
2.20 Герметизирующие и уплотнительные материалы.....	18
3 Примеры решения задач	18
3.1 Строение и свойства строительных материалов.....	18
3.2 Природные каменные материалы.....	19
3.3 Древесина и материалы, и изделия на ее основе.....	20
3.4 Строительная керамика.....	22
3.5 Минеральные вяжущие (воздушные и гидравлические) вещества.....	23
3.6 Металлические материалы и изделия.....	26
3.7 Основы бетоноведения	27
3.8 Органические вяжущие.....	29
3.9 Полимерные композиционные материалы и изделия.....	29
3.10 Лакокрасочные материалы.....	30
Список литературы.....	31
Приложение А.....	33

Введение

Методические рекомендации используются при изучении дисциплины «Строительное материаловедение» и составлены в соответствии с типовой программой вузов для строительных специальностей.

Целью преподавания дисциплины «Строительное материаловедение» является формирование знаний, умений и профессиональных компетенций о строительных материалах и изделиях, обучение навыкам и современным методикам грамотного использования их при проектировании, строительстве, ремонте и эксплуатации зданий и сооружений; развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций.

При изучении дисциплины необходимо уделить внимание анализу свойств материалов, способам их регулирования в зависимости от предполагаемых условий эксплуатации, имеющихся технологий и сырьевой базы, а также вопросам ресурсосбережения за счет использования промышленных отходов при производстве и применении строительных материалов.

Большие масштабы строительства, разнообразие конструктивных типов зданий и сооружений требуют, чтобы сырье для производства строительных материалов было массовым, дешевым и пригодным для изготовления широкого диапазона изделий.

Промышленная отрасль производства строительных материалов единственная, которая не множит объем промышленных отходов, а потребляет их для получения изделий различного назначения. Комплексное использование сырья – это безотходная технология, позволяющая полностью осуществить природно-охранные мероприятия и многократно увеличить эффективность производства.

Целью методических рекомендаций является оказание помощи студентам строительной специальности при решении материаловедческих задач по предложенным методикам, в овладении методами оценки качества материалов и изделий, соответствия их нормативным требованиям, а также получение кратких сведений о строительных материалах.

Примеры решения задач охватывают область применения природных и искусственных каменных материалов, минеральных и органических вяжущих веществ и бетонов на их основе, лакокрасочных, полимерных материалов, древесины.

1 Общие сведения

Строительные материалы и изделия широко используются во всех отраслях народного хозяйства. Поэтому в любой стране мира, в том числе Республике Беларусь, должно интенсивно развиваться производство новых строительных материалов, сборных строительных элементов, легких крупноразмерных конструкций с высокой степенью готовности. Расширение ассортимента, повышение качества и снижение стоимости строительных материалов обуславливают успех в строительстве промышленных, жилых, гражданских, гидротехнических, дорожных, санитарно-технических и других сооружений и зданий.

Инженерам строительного профиля приходится в своей ежедневной деятельности разбираться в общепринятой номенклатуре строительных материалов, выбирать из уже имеющегося ассортимента нужный с учетом его качества, стоимости и условий работы в конкретном инженерном сооружении. При этом им также необходимо иметь представление об основах технологии изготовления материалов, выборе необходимого сырья и эффективных процессах его переработки. Важно, чтобы переработка сырья была безотходной, а технологические процессы осуществлялись при минимальном расходе топливно-энергетических ресурсов.

Инженер должен знать методы оценки качества сырья и готовой продукции. В процессе обучения специалисту следует приобрести практические навыки испытания качества исходных материалов, приготовления образцов для испытаний, подбора рационального состава материала растворов, бетонов, мастик и т. п.

Все знания и навыки инженер получает в высших учебных заведениях при изучении дисциплины «Строительное материаловедение» в объеме определенной программы.

Для студентов специальности «Строительство зданий и сооружений» в программе предусмотрены теоретическая и лабораторная части курса. Кроме основных учебников, студентам следует использовать дополнительную литературу, журналы «Строительное материаловедение», «Бетон и железобетон», издающиеся в России, а также журналы, печатающиеся в Республике Беларусь, специализированные учебные пособия.

В период лабораторно-экзаменационных сессий рекомендуется посещать тематические и установочные лекции. В них излагаются не только наиболее сложные вопросы теоретического курса, но и последние данные о современных достижениях науки и производства строительных материалов в нашей стране и за рубежом.

Каждый раздел курса посвящен группе строительных материалов, объединенных по принципу общности сырья, технологии получения, свойств, применении. Исключение составляет группа теплоизоляционных материалов, объединенных по принципу общности назначения. После проработки соответствующего раздела рекомендуется ответить на вопросы для самопроверки. Ответы, вызывающие сомнения, следует проверить по учебнику или другой литературе,

т. к. последующие вопросы часто исходят из предыдущих ответов. Изучение определенных разделов, отмеченных ниже, завершается при выполнении двух контрольных работ. Задания к контрольным работам выдаются во время экзаменационной сессии. Кроме теоретических знаний, студент должен получить в определенном объеме практические навыки на лабораторных занятиях в период экзаменационной сессии. Форму и характер этих занятий уточняет преподаватель, посещение их обязательно.

При проведении групповых занятий в лаборатории студенты используют пособия по лабораторному практикуму, однако основные пояснения к выполнению работ они получают от преподавателя. Каждая лабораторная работа записывается в тетрадь, подписывается студентом и утверждается преподавателем.

К экзамену допускается студент, получивший зачеты по лабораторным и контрольным работам.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

1) знать:

- исходное сырье для получения материалов;
- основные технологические принципы производства материалов и изделий;
- свойства материалов и область их применения;
- правила хранения, транспортирования и экономного расходования материалов;

2) уметь:

- правильно оценивать свойства строительных материалов и изделий качественными (цифровыми) характеристиками и хорошо разбираться в методических принципах их определения;
- определять основные свойства строительных материалов с учетом требований метрологии, сертификации и стандартизации;
- выбирать строительные материалы в соответствии с номенклатурой изделий и конструкций для различного строительства с учетом условий эксплуатации;
- осуществлять обоснование и выбор рациональных технологических и технических решений с учетом экономического, организационного и экологического аспектов;
- организовывать производственный контроль на всех этапах технологического процесса;
- обеспечить высокое качество и долговечность строительных материалов и изделий в эксплуатационных условиях;

3) иметь навыки:

- подбора и расчета составов растворов и бетонов;
- решения материаловедческих задач;
- применения современных материалов изготовленных, как на территории, так и за пределами Республики Беларусь.

2 Содержание дисциплины «Строительное материаловедение»

2.1 Цель и задачи дисциплины

Целью данной дисциплины является изучение материалов, применяемых в строительстве.

Решаются задачи связанные с охраной природы, рациональным использованием природных ресурсов и попутных продуктов промышленности, вторичного сырья при изготовлении строительных материалов.

Создание классификации строительных материалов, системы нормативных документов на строительные материалы. Изучение стандартов, СНБ, сертификатов качества, технических условий. Управление качеством строительных материалов на различных технологических циклах строительства. Разработка новых строительных материалов и рациональная область их применения.

2.2 Строение и свойства строительных материалов

Кристаллическое и аморфное строение материалов. Модели строения и структур строительных материалов. Композиционные строительные материалы. Свойства материалов и их классификация. Физические, механические, химические и технологические свойства материалов.

Свойства материалов, характеризующие особенности их физического состояния. Истинная плотность (плотность вещества), средняя плотность (таблица А.1), пористость. Значение характера макро- и микропористости.

Механические свойства, деформативные свойства. Упругость и пластичность. Хрупкость и вязкость, текучесть, ползучесть, релаксация.

Прочность при сжатии, растяжении и изгибе. Методы оценки прочности без разрушения образцов. Особые механические свойства (твердость, истираемость, износостойкость). Модели механических свойств.

Испытания строительных материалов, их условность. Идентификация испытаний. Масштабный фактор. Возможность перехода от результатов испытаний к параметрам материала, применяемого при проектировании сооружений.

Свойства материалов по отношению к действию воды. Влажность. Гигроскопическое увлажнение. Равновесная влажность. Капиллярная диффузия. Водопоглощение. Водопроницаемость и паропроницаемость. Водостойкость и коэффициент размягчения. Влияние влажности на свойства материалов. Влажностные деформации.

Свойства материалов по отношению к действию тепла и холода. Теплопроводность и теплоемкость (таблица А.2). Зависимость теплопроводности от строения, пористости и влажности материала. Термическая стойкость. Морозостойкость и способы ее оценки (таблица А.6). Огнестойкость и огнеупорность.

Химическая стойкость материала. Понятие о зависимости химической стойкости материалов от их состава. Долговечность и надежность.

Технологические свойства. Радиационная стойкость. Акустические свойства. Биологические свойства.

Главные технические свойства большинства материалов: плотность, пористость, прочность, водопоглощение, теплопроводность.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие основные физико-механические свойства материалов определяют качество материалов и предопределяют область их применения?
- 2 Какие свойства материалов относят к физическим?
- 3 Что такое истинная и средняя плотности?
- 4 Назовите свойства материалов по отношению к действию воды.
- 5 Как изменяются свойства материалов при изменении их влажности?
- 6 Что называется морозостойкостью материалов? Как она определяется?
- 7 Какие факторы оказывают влияние на теплопроводность материалов?
- 8 Прочностные и деформативные свойства материалов. Как они определяются?
- 9 Что называется химической стойкостью материала и как она зависит от его строения?
- 10 Какие свойства материалов относят к технологическим?

2.3 Природные каменные материалы

Область применения материалов из камня в строительстве. Требования, предъявляемые к материалам из природного камня. Исходные горные породы и их классификация по генезису и долговечности.

Каменные материалы из магматических пород. Важнейшие порообразующие минералы, их основные свойства. Связь между условиями образования пород и общим характером их строения; зависимость свойств материалов от состава и строения пород. Области и особенности применения материалов из магматических пород.

Материалы из осадочных пород. Особенности строения осадочных пород и свойства материалов, обусловленные этими особенностями.

Материалы из метаморфических пород: особенности строения, свойства, области применения.

Способы добычи и обработки природных каменных материалов.

Рыхлые каменные материалы: щебень, гравий, песчано-гравийные смеси, песок.

Каменные материалы для искусственных сооружений: бутовый камень, шашка, камень для облицовки опор моста, порталов тоннелей, стен станций метрополитена.

Требования к природным каменным материалам.

Вопросы для самопроверки

- 1 Как классифицируются горные породы по условиям образования?
- 2 Что называется минералом? Какие породообразующие минералы входят в состав магматических, осадочных и метаморфических горных пород?
- 3 Как образовались магматические горные породы? Какими свойствами они обладают и где используются в строительстве?
- 4 Как образовались осадочные породы? Приведите примеры их использования при производстве строительных материалов.
- 5 В каких условиях образовались метаморфические породы и с какой целью они используются в строительстве?
- 6 Какими способами добывают горные породы и как их обрабатывают?
- 7 Какими способами можно защитить каменные материалы и конструкции из них от разрушения?

2.4 Древесина и материалы, и изделия на ее основе

Применение материалов из древесины при строительстве сооружений.

Строение древесины. Строительно-технические свойства древесины: плотность, связанная с изменением влажности древесины, прочность и деформативность. Основные породы деревьев, идущие на изготовление строительных материалов и изделий.

Материалы, изделия и конструкции из древесины: круглый лес, пиломатериалы и заготовки, изделия погонажные, материалы для полов, фанера, изделия столярные. Деревянные индустриальные строительные детали и конструкции.

Пороки древесины и их влияние на ее строительно-технические свойства. Гниение древесины. Способы защиты древесины от гниения. Виды антисептиков. Способы антисептирования. Защита древесины от поражения насекомыми. Защита древесины от возгорания. Антипирены.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие положительные и отрицательные качества древесины как строительного материала Вы знаете?
- 2 Объясните микро- и макростроение древесины.
- 3 Какое влияние на свойства древесины оказывают ее строение, влажность и наличие пороков?
- 4 Какие пороки древесины Вы знаете?
- 5 Виды материалов и изделий из древесины, используемых в строительстве.
- 6 Как защитить древесину от загнивания и возгорания?

2.5 Строительная керамика

Сырьевые материалы. Основные свойства глин как сырья для керамических изделий. Понятие о физико-механических процессах, происходящих при сушке и обжиге глин. Изменение свойств глин при нагревании. Краткие представления о технологии изготовления керамических изделий.

Область применения керамических материалов, их классификация.

Стеновые керамические изделия: кирпич керамический пористый дырчатый и пустотелый; пустотелые керамические камни. Крупные стеновые панели из кирпича и керамических камней. Техничко-экономическая целесообразность применения стеновых керамических материалов с улучшенными теплотехническими свойствами.

Керамические изделия для наружных и внутренних облицовок. Керамические изделия специального назначения (черепица, керамзит, аглопорит), санитарно-технические фаянсовые изделия. Керамические трубы. Кислотоупорные и огнеупорные керамические изделия. Дорожный кирпич (клинкер).

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие материалы и изделия называют керамическими и как они классифицируются?
- 2 Что является сырьем для производства керамических материалов?
- 3 Объясните общую технологическую схему производства керамических изделий.
- 4 Стеновые материалы из глиняного сырья, их разновидности, основные свойства и область применения.
- 5 Керамические материалы для наружной и внутренней облицовки. Какие требования предъявляются к их качеству?
- 6 Виды черепицы, их достоинства и недостатки.
- 7 Как производят и где применяют керамзит?
- 8 Какие материалы специального назначения производят из глин?

2.6 Стекло, стеклянные и стеклокристаллические изделия

Область применения стекла и стеклянных изделий. Сырьевые материалы. Понятие о стеклообразном состоянии вещества. Основы производства стекла. Строительно-технологические свойства стекла. Основные виды строительного стекла и изделий из него. Листовое оконное стекло.

Стекло архитектурно-строительное, узорчатое, армированное, витринное, профильное. Строительные элементы из стекла. Стеклянные блоки, стеклопакеты, стеклопрофилит, конструкции из стеклоблоков, листовые стекла с избирательным поглощением: теплопоглощающие, светорассеивающие и пропускающие ультрафиолетовое излучение, стекла с оксидно-металлическими пленками.

Облицовочные материалы из стекла, стеклянные трубы. Термостойкое стекло.

Плавленные изделия. Ситаллы и шлакоситаллы. Сырье, схема получения, свойства.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие строительные материалы и изделия изготавливают из стекломассы?
- 2 Какова общая технологическая схема производства стекла?
- 3 Что является сырьем для получения стекла?
- 4 Виды листового стекла.
- 5 Изделия из стекла (стеклопакеты, стеклопрофилит, стеклоблоки, трубы и др.), их характеристика и область применения.
- 6 Что такое ситаллы и шлакоситаллы? Для каких целей их применяют?

2.7 Минеральные вяжущие вещества воздушного твердения

Область применения неорганических вяжущих. Классификация вяжущих веществ по условиям твердения.

Воздушные вяжущие вещества. Строительная известь. Сырье и принципы производства. Виды и применение воздушной извести.

Гипсовые вяжущие вещества. Сырье, производство, схема твердения, основные свойства и области применения. Повышение водостойкости гипсовых изделий добавками из полимеров и другими методами.

Жидкое стекло, кислотоупорный цемент. Магнезиальные вяжущие вещества.

Вопросы для самопроверки

- 1 Как классифицируются неорганические вяжущие вещества?
- 2 Какие вяжущие вещества входят в группу воздушных?
- 3 Из какого сырья и как получают воздушную известь? Какими свойствами она обладает и где используется?
- 4 Как получают низкообжиговые и высокообжиговые гипсовые вяжущие?
- 5 Что представляют собой магнезиальные вяжущие вещества? Их производство, свойства и применение.
- 6 Что представляет собой растворимое стекло и изготавливаемый на его основе кислотоупорный цемент?

2.8 Минеральные вяжущие вещества гидравлического твердения

Гидравлические вяжущие вещества. Гидравлическая известь и романцемент.

Цементы, их классификация по составу, прочности, скорости твердения, срокам схватывания, специальным свойствам.

Портландцемент. Сырье для получения. Схема получения. Процессы, протекающие при обжиге сырья в печи и при охлаждении клинкера. Добавки, вво-

димые при помоле цемента. Химико-минералогический состав портландцемента. Теория твердения цемента. Зависимость свойств цемента от минералогического состава клинкера. Значение тонкости помола. Влияние температурных и влажностных условий окружающей среды на твердение цемента. Способы ускорения и замедления твердения. Основные технические свойства цемента и требования к нему. Марки портландцемента. Виды коррозии цементного камня водой и другими агрессивными средами и способы защиты от них.

Способы придания портландцементу специальных свойств. Специальные портландцементы: быстротвердеющий, гидрофобный и пластифицированный, белый и цветной, сульфатостойкий.

Цементы на основе портландцементного клинкера с неорганическими добавками. Активные минеральные добавки, природные и искусственные, взаимодействие их с известью и портландцементом. Пуццолановый портландцемент. Доменные гранулированные шлаки. Значение использования металлургических шлаков при производстве цементов в связи с охраной окружающей среды. Шлакопортландцемент. Гипсо-цементно-пуццолановые вяжущие вещества.

Глиноземистый цемент. Способ получения. Химико-минералогический состав. Твердение. Свойства. Расширяющиеся, напрягающие и безусадочные цементы.

Вяжущие материалы автоклавного твердения: известково-тальковые, известково-пуццолановые, известково-золевые вяжущие.

Вопросы для самопроверки

1 Какие вещества называют гидравлическими и какие химические соединения придают им способность твердеть во влажных условиях?

2 Из какого сырья получают гидравлическую известь и романцемент?

3 Из каких сырьевых материалов и по какой технологии получают портландцемент?

4 Какой химический и минералогический состав портландцементного клинкера?

5 Какими свойствами обладают цементы и как их определяют?

6 Объясните теорию твердения портландцемента.

7 Какие виды коррозии Вы знаете? Назовите мероприятия по борьбе с коррозией.

8 Какие добавки называют активными минеральными и как они влияют на стойкость цемента в воде?

9 Охарактеризуйте специальные виды цементов и область их применения (быстротвердеющий, пластифицированный, глиноземистый, расширяющийся и др.).

2.9 Металлические материалы и изделия

Металлы определения и классификация. Железоуглеродистые сплавы. Определения, химический и фазовый состав. Общие сведения о производстве чугуна и стали. Разновидности сталей. Цветные металлы и сплавы.

Изделия из стали. Сортамент. Определение и технические характеристики. Коррозия металлов. Способы защиты.

Вопросы для самопроверки

- 1 Что такое сталь и чугун? Основные их виды.
- 2 Как получают чугун и какие изделия из него используются в строительстве?
- 3 Как получают сталь? Какими способами можно улучшить свойства стали?
- 4 Легированные стали и их классификация.
- 5 Какие меры защиты стали от коррозии чаще всего применяют?
- 6 Какие цветные металлы и сплавы используют в строительстве?

2.10 Материалы для приготовления бетонов и строительных растворов

Определение, общие сведения и классификация бетонов. Материалы для приготовления бетонов: вода, заполнители, вяжущее. Химические добавки в бетон. Их классификация по эффекту действия, разновидности. Железобетонные изделия. Виды армирования.

Вопросы для самопроверки

- 1 Из каких материалов изготавливают цементный бетон и железобетон?
- 2 Какие требования предъявляются к заполнителям для бетонов?
- 3 Каковы основные свойства бетонной смеси и бетона?
- 4 Какие факторы влияют на прочность бетона?

2.11 Основы бетоноведения

Определение и общая классификация. Методика определения состава бетонной смеси. Приготовление бетонной смеси; оценка ее качества. Факторы, влияющие на свойства бетонной смеси. Транспортировка бетонной смеси к месту укладки. Способы уплотнения бетонной смеси. Технологические свойства бетонной смеси. Качественные показатели затвердевшего бетона. Марки и классы бетонов.

Коррозия бетона. Способы защиты от различных видов коррозии.

Вопросы для самопроверки

- 1 Как определяется класс бетона?
- 2 Как готовятся, транспортируются и уплотняются бетонные смеси?
- 3 Как осуществляется уход за бетоном?
- 4 Расскажите о способах зимнего бетонирования.
- 5 Что представляет собой тепловлажностная обработка бетона и для чего она осуществляется?
- 6 Какие добавки используют в бетонах и каково их назначение?
- 7 Из каких технологических операций состоит процесс изготовления железобетонных изделий?
- 8 Какими способами армируют железобетон?

2.12 Разновидности бетонов и других композиционных материалов

Разновидности бетонов, область их применения. Легкие бетоны, их классификация: поризованный, ячеистый, крупнопористый и другие бетоны. Получение, качественные характеристики. Другие искусственные каменные материалы на основе вяжущих. Силикатные материалы и изделия. Изделия на основе гипсовых вяжущих. Асбестоцементные изделия.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие специальные виды бетона Вы знаете?
- 2 Какие бетоны называют легкими? Их разновидности.
- 3 Какие материалы применяют для изготовления легких бетонов?
- 4 Из каких материалов изготавливают пенобетон, пеносиликат, газобетон, газосиликат? Для каких целей используют эти бетоны в строительстве?

2.13 Строительные растворы

Классификация строительных растворов. Растворные смеси, материалы для их изготовления, свойства растворных смесей, удобоукладываемость, водонепроницаемость. Прочность растворов, деление на марки, морозостойкость. Растворы на смешанных вяжущих.

Применение поверхностно-активных добавок для пластифицирования и повышения стойкости растворных смесей.

Растворы для кладки и монтажа стен. Состав, марки. Растворы для монолитирования сборных бетонных и железобетонных конструкций. Растворы для отделочных работ. Гидроизоляционные растворы. Растворы для заполнения каналов напряженно-армированных железобетонных конструкций. Прочность растворов. Подбор состава раствора.

Вопросы для самопроверки

- 1 В чем отличие строительного раствора от бетона?
- 2 Как классифицируются строительные растворы?
- 3 От чего зависит прочность раствора и какой формулой выражается эта зависимость?
- 4 Какими свойствами обладают растворные смеси и растворы?
- 5 Какие добавки используются в растворах?
- 6 Специальные растворы.

2.14 Органические вяжущие вещества

Классификация, состав и свойства органических вяжущих. Технология получения вязких и жидких дорожных битумов, и методы их улучшения. Дегти. Битумные эмульсии и их использование для дорожно-строительных работ. Асфальтобетон – основной конструкционный материал для устройства покрытий автомобильных дорог. Классификация асфальтобетона. Материалы для асфальтобетона. Проектирование состава асфальтобетона. Разновидности асфальтобетона и другие битумоминеральные материалы.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какой материал называют битумом? В каком виде он встречается в природе и как его добывают?
- 2 Назовите виды битумов по способу производства.
- 3 Какими показателями характеризуется качество битумов?
- 4 Какой материал называют дегтем, из какого сырья он получается?
- 5 Что такое асфальтовые и дегтевые бетоны? Перечислите их разновидности.
- 6 Какие Вы знаете кровельные и гидроизоляционные материалы? Как они изготавливаются и где применяются?
- 7 Из каких компонентов изготавливают мастики и эмульсии?

2.15 Полимерные композиционные материалы и изделия

Определение и классификация композиционных материалов. Основы производства полимерных материалов. Материалы для покрытия полов на основе полимеров. Ковровые покрытия (ковролин). Монолитные бесшовные полы. Несущие конструкции из полимеров. Полимербетон и бетонополимер и стеклопластики. Отделочные материалы на основе полимеров.

Вопросы для самопроверки

- 1 Из какого сырья получают полимеры?
- 2 Каково строение и свойства высокомолекулярных соединений (полимеров)?

- 3 Какие полимеры называют термопластичными и термореактивными?
- 4 Какую реакцию называют полимеризацией и какую – поликонденсацией?
- 5 Как классифицируются полимеры?
- 6 Что называется пластмассой?
- 7 Какие виды наполнителей используются в пластмассах?
- 8 Способы производства изделий из пластмасс.
- 9 Применение пластмасс в строительстве.

2.16 Теплоизоляционные материалы и изделия

Общий характер строения теплоизоляционных материалов и основные требования к ним; общие сведения о свойствах и марках. Классификация по структуре, форме, виду основного сырья, сжимаемости, плотности и теплопроводности.

Неорганические материалы (жесткие, гибкие, рыхлые). Вата минеральная и изделия на ее основе: полужесткие минераловатные плиты на битумной связи и связки из синтетических смол, минеральный войлок, маты из минерального войлока. Стекланная вата и изделия из нее: маты, полосы, плиты на связке из синтетических смол и прошивные. Пеностекло. Перлит и вермикулит вспученные, изделия из них.

Теплоизоляционные изделия из органических материалов: плиты древесно-волокнистые, пробковые теплоизоляционные, цементно-фибrolитовые, арболитовые, торфяные, камышовые.

Теплоизоляционные пенопласты. Плиты теплоизоляционные из пенопласта (полистирольного, поливинилхлоридного, полиуретанового и др.); их характеристика и область применения.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какое назначение теплоизоляционных материалов? Как они классифицируются?
- 2 Назовите важнейшие органические и неорганические теплоизоляционные материалы.
- 3 По какой технологии изготавливают минеральную и стеклянную вату?
- 4 Как изготавливают пенопласты? В чем их преимущество перед другими теплоизоляционными материалами?

2.17 Акустические материалы

Акустические материалы и изделия. Понятие о звуковых волнах и шумах. Значение строительных акустических материалов в деле ослабления шумов и устранения их вредного влияния на здоровье человека.

Звукоизоляционные прокладочные материалы: их виды, требования к ним, область применения.

Звукопоглощающие материалы и изделия; особенности их структуры. Пористые (ячеистые) бетоны, пористо-упругие (плиты древесно-волокнистые, цементно-фибролитовые, минераловатные и стекловатные). Перфорированные материалы. Понятие о декоративно-акустических плитах из минеральных гранул (типа «акмигран» и «акминит»). Звукопоглощающие конструкции из пористых материалов с перфорированными и декоративными покрытиями.

Вопросы для самопроверки

1 Какое назначение акустических материалов? Как они классифицируются?

2 Назовите основные виды звукопоглощающих и звукоизоляционных материалов.

2.18 Лакокрасочные материалы

Назначение, классификация лакокрасочных материалов. Основные компоненты красочных составов.

Виды и назначение лакокрасочных материалов. Пигменты: их виды, свойства, области применения. Наполнители: их виды и назначение.

Связующие вещества. Олифы: натуральные, полунатуральные, искусственные; их состав, свойства и область применения.

Лаки: масляно-смоляные, синтетические, безмасляные, спиртовые лаки и политуры, нитролаки, антикоррозионные лаки на основе битумов и пека; их свойства и область применения.

Эмульсии: виды, состав, экономическая эффективность.

Красочные составы. Эмалевые краски: их виды, свойства, область применения. Водные красочные составы: клеевые, казеиновые, известковые, силикатные, цементные; их состав, свойства, область применения.

Вспомогательные материалы: растворители, разбавители, сиккатывы, шпатлевки, грунтовки, замазки.

Оклеечные материалы: обои бумажные; их виды, область применения. Маркировка.

Вопросы для самопроверки

1 Из каких компонентов изготавливают красочные составы?

2 Что такое пигменты? Их свойства.

3 Что служит связующим в масляных, эмалевых, клеевых, силикатных и эмульсионных красках?

4 Для каких целей и какие наполнители вводят в краски?

5 Как изготавливают лаки? Что они собой представляют? Для каких целей их применяют?

6 Какова роль вспомогательных материалов (шпатлевок, замазок, паст, грунтовок) при отделочных работах?

7 Каковы назначение и основные свойства обоев?

2.19 Гидроизоляционные кровельные материалы

Гидроизоляционные и кровельные материалы – назначение и классификация. Рулонные и пленочные материалы. Штучные материалы и изделия. Листовые материалы и изделия. Подкровельные пароизоляционные, ветроизоляционные и гидроизоляционные материалы.

Вопросы для самопроверки

1 Какие Вы знаете кровельные и гидроизоляционные материалы? Как они изготавливаются и где применяются?

2 Приведите примеры рулонных и пленочных материалов.

2.20 Герметизирующие и уплотнительные материалы

Герметизирующие материалы и изделия – определение, классификация и требования. Отверждающиеся герметики. Нетвердеющие герметики. Высыхающие герметики. Уплотнительные материалы.

Вопросы для самопроверки

1 Из каких компонентов изготавливают мастики и эмульсии?

2 Виды уплотнительных материалов.

3 Примеры решения задач

3.1 Строение и свойства строительных материалов

Задача 1. Масса образца горной породы в сухом состоянии 210 г. После выдерживания в течение 48 ч в воде масса увеличилась до 225 г. После высушивания и насыщения водой под давлением масса была 232 г. Истинная плотность горной породы $\rho = 2780 \text{ кг/м}^3$, а средняя плотность $\rho_o = 2000 \text{ кг/м}^3$. Определить пористость, водопоглощение и водонасыщение по массе и объему. Дать заключение по морозостойкости.

Решение

Водопоглощение по массе

$$B_m = \frac{225 - 210}{210} \cdot 100 = 7,1 \, \%.$$

Водопоглощение по объему

$$B_o = B_m \cdot \rho_o = 7,1 \cdot \frac{2000}{1000} = 14,2 \, \%.$$

Водонасыщение по массе

$$B'_m = \frac{232 - 210}{210} \cdot 100 = 10,5 \, \%.$$

Водонасыщение по объему

$$B'_o = 10,5 \cdot \frac{2000}{1000} = 21 \, \%.$$

Пористость породы

$$P = \left(1 - \frac{\rho_o}{\rho}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{2000}{2780}\right) \cdot 100 = 28,1 \, \%.$$

Водопоглощение по объему, равное 14,2 %, составляет 67,7 % объема открытых пор (21 %), что меньше 90 %. Поэтому морозостойкость породы удовлетворительна.

3.2 Природные каменные материалы

Задача 2. Образец известняка неправильной формы при испытании на раскол между двумя взаимно направленными стержнями разделился на две части при разрушающем усилии 48,8 кН. Поверхность разрушения в виде трапеции имеет следующие размеры: $a = 8,5$ см; $b = 12,0$ см; $h = 6,0$ см. Найти прочность при расколе и марку известняка.

Решение

$$R_{\text{раск}} = \frac{F}{A} = \frac{48800}{0,5(0,085 + 0,12) \cdot 0,06} = 7,94 \text{ МПа}.$$

Предел прочности при сжатии

$$R_{\text{сж}} = \varphi \cdot R_{\text{раск}},$$

где φ – коэффициент, для известняка $\varphi = 10$.

Тогда

$$R_{сж} = 10 \cdot 7,94 = 79,4 \text{ МПа.}$$

Таким образом, марка известняка – 800.

Задача 3. При испытании на сжатие образца кубика осадочной породы со стороной $a = 5$ см максимальная разрушающая нагрузка $F = 220$ кН. Определить предел прочности при сжатии и марку горной породы.

Решение

Предел прочности при сжатии

$$R_{сж} = \frac{F}{A} = \frac{220 \cdot 10^3}{0,05 \cdot 0,05} = 88 \text{ МПа.}$$

Марка горной породы – 800.

3.3 Древесина и материалы, и изделия на ее основе

Задача 4. Каковы (ориентировочно) показатели прочности древесины ели при сжатии и изгибе, если содержание поздней древесины равно 24 %?

Решение

Зависимость предела прочности древесины хвойных пород при сжатии от содержания поздней древесины определяется по формуле

$$R_{сж}^{12} = A \cdot m + B,$$

где $A = 0,6$;

$B = 30$;

m – доля поздней древесины в годовом слое, %.

Отсюда

$$R_{сж}^{12} = 0,6 \cdot 24 + 30 = 44,4 \text{ МПа.}$$

Прочность древесины хвойных пород при поперечном изгибе определяется по той же формуле, но коэффициенты $A = 1,4$; $B = 56$.

$$R_{изг}^{12} = 1,4m + 56 = 1,4 \cdot 24 + 56 = 89,6 \text{ МПа.}$$

Задача 5. Предел прочности древесины при влажности 18 % составляет при сжатии 43,0 МПа, при изгибе 75 МПа. Определить предел прочности при стандартной влажности.

Решение

Результаты механических испытаний древесины, влажность которой меньше предела гигроскопичности (30 %), преобразуют исходя из влажности по формуле

$$R_{сж(12)} = R_{сж(W)} [1 + \varphi(W - 12)],$$

где $R_{сж(12)}$ – предел прочности древесины при сжатии в условиях стандартной влажности 12 %, МПа;

$R_{сж(W)}$ – то же при фактической влажности в момент испытания, МПа;

φ – поправочный коэффициент, показывающий, насколько изменяется данное свойство при изменении влажности на 1 %; $\varphi = 0,035$ (независимо от породы дерева и направления сжатия).

Получаем

$$R_{сж(12)} = 43[1 + 0,035(18 - 12)] = 52,03 \text{ МПа.}$$

Пересчет предела прочности при статическом изгибе производят аналогично:

$$R_{сж(12)} = 75[1 + 0,035(18 - 12)] = 92,25 \text{ МПа.}$$

Задача 6. Каков предел прочности древесины по результатам испытаний стандартного образца из липы размером $20 \times 20 \times 30$ мм, имеющего влажность 35 %, если разрушающая нагрузка равна 13 кН?

Решение

Предел прочности при сжатии древесины рассчитывается по формуле

$$R_{сж(W)} = \frac{F_{разр}}{(ab)},$$

где $F_{разр}$ – разрушающая нагрузка, Н;

a и b – размеры поперечного сечения образца, м.

Отсюда

$$R_{сж(35)} = \frac{13000}{0,02 \cdot 0,02} = 32500000 \text{ Па} = 32,5 \text{ МПа.}$$

Для образцов с влажностью больше предела гигроскопичности (30 %) прочность при стандартной влажности определяют по формуле

$$R_{сж(12)} = \frac{R_{сж(W)}}{k_{12}^{30}},$$

где k_{12}^{30} – коэффициент перерасчета к прочности при стандартной влажности, для липы $k_{12}^{30} = 0,55$.

$$R_{сж(12)} = \frac{32,5}{0,55} = 59 \text{ МПа.}$$

3.4 Строительная керамика

Задача 7. Необходимо изготовить 1000 шт. пустотелых керамических камней со средней плотностью 1480 кг/м³. Средняя плотность глины – 1700 кг/м³, ее влажность – 16 %, потери при прокаливании составляют 6 % от массы сухой глины. Во время изготовления, погрузки и выгрузки камней допускается 2 % брака. Сколько потребуется глины по массе и объему?

Решение

Количество камней с учетом брака

$$n_{\text{камп}} = 1000 + \frac{2 \% \cdot 1000}{100} = 1020 \text{ шт.}$$

Объем пустотелых керамических камней

$$V_{\text{камп}} = 1020 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 0,138 = 4,223 \text{ м}^3.$$

Масса камней

$$m_{\text{камп}} = 4,223 \cdot 1480 = 6250 \text{ кг.}$$

Масса глины с учетом потерь при прокаливании

$$m_{\text{гл}} = 6250 + \frac{6 \% \cdot 6250}{100} = 6625 \text{ кг.}$$

Масса влажной глины

$$m_{\text{вл.гл}} = 6625 + \frac{16 \% \cdot 6625}{100} = 7685 \text{ кг.}$$

Объем глины

$$V_{\text{гл}} = \frac{7685}{1700} = 4,5 \text{ м}^3.$$

Задача 8. Влажность глины – 12 %, потери при прокаливании – 10 % от массы сухой глины. Средняя плотность керамического кирпича, изготовленного из нее – 1700 кг/м³. Какое количество кирпича можно получить из 10 т глины?

Решение

Масса сухой глины

$$m_{\text{гл}} = \frac{10000}{1,12} = 8929 \text{ кг.}$$

Масса глины с учетом потерь при прокаливании

$$m'_{\text{гл}} = \frac{8929}{1,1} = 8117 \text{ кг.}$$

Объем одного кирпича

$$V = 0,25 \cdot 0,12 \cdot 0,065 = 0,00195 \text{ м}^3.$$

Масса одного кирпича

$$m = V \cdot \rho = 0,00195 \cdot 1700 = 3,315 \text{ кг.}$$

Количество кирпича

$$n = \frac{8117}{3,315} = 2448 \text{ шт.}$$

3.5 Минеральные вяжущие (воздушные и гидравлические) вещества

Задача 9. Сколько комовой извести («кипелки») можно получить при обжиге 25 т чистого известняка с влажностью 10 %?

Решение

Определяем массу сухого известняка после обжига:

$$m = 25000 \cdot (1 - 0,1) = 22500 \text{ кг.}$$

Реакция разложения известняка



Молекулярные массы веществ

$$100 = 56 + 44.$$

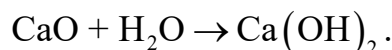
Масса извести, полученная из 22,5 т,

$$m = 22,500 \cdot \frac{56}{100} = 12,6 \text{ т.}$$

Задача 10. Какой объем известкового теста будет получен при гашении 2 т негашеной извести, если ее активность составляет 81 %, а содержание воды в тесте равно 50 %, средняя плотность известкового теста – 1420 кг/м³?

Решение

Образование гашеной извести происходит в соответствии с реакцией



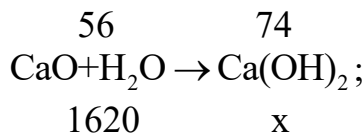
Так как активность извести составляет 81 %, то в реакцию вступает

$$\text{CaO} = \frac{2000 \cdot 81 \%}{100 \%} = 1620 \text{ кг.}$$

По уравнению реакции, зная молекулярные массы и массу вещества, вступившего в реакцию, можно найти массу полученного вещества:

$$M(\text{CaO}) = 56;$$

$$M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74;$$



$$\text{Ca}(\text{OH})_2 = \frac{1620 \cdot 74}{56} = 2140,7 \text{ кг.}$$

Выход $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с учетом примесей

$$m_{\text{и+прим}} = 2140,7 + \left(\frac{2000 \cdot 19 \%}{100 \%} \right) = 2520,7 \text{ кг.}$$

В известковом тесте известь и вода составляют по 50 %, тогда масса теста

$$m_{\text{теста}} = 2520,7 \cdot 2 = 5041,4 \text{ кг.}$$

Объем известкового теста

$$V_{\text{теста}} = \frac{5041,4}{1420} = 3,55 \text{ м}^3.$$

Задача 11. Сколько полуводного (строительного) гипса можно получить после термической обработки 5 т гипсового камня $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$?

Решение



Молекулярные массы этих соединений

$$172 = 145 + 27.$$

Тогда масса полуводного гипса

$$5000 \cdot 145 / 172 = 4215 \text{ кг} = 4,2 \text{ т}.$$

Задача 12. Содержание воды в тесте из шлакопортландцемента – 42 %, для прохождения реакций гидролиза и гидратации требуется 18 % воды. Истинная плотность цемента – 2950 кг/м³. Определить пористость цементного камня.

Решение

Пористость цементного камня определяется по формуле

$$V_{\text{пор}} = \left(1 - \frac{V_{\text{ц.к}}}{V_{\text{ц.м}}} \right) \cdot 100 \, \%.$$

Абсолютный объем, занимаемый цементным тестом, можно рассчитать, задавшись массой цемента (например, 1000 кг):

$$V_{\text{ц.м}} = \frac{m_{\text{ц}}}{\rho_{\text{ц}}} + \frac{m_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}} = \frac{1000}{2950} + \frac{420}{1000} = 0,76 \text{ м}^3.$$

Абсолютный объем, занимаемый цементным камнем:

$$V_{\text{ц.к}} = \frac{m_{\text{ц}}}{\rho_{\text{ц}}} + \frac{m_{\text{в.з}}}{\rho_{\text{в}}} = \frac{1000}{2950} + \frac{180}{1000} = 0,52 \text{ м}^3.$$

Тогда пористость

$$V_{\text{пор}} = \left(1 - \frac{0,52}{0,76} \right) \cdot 100 \, \% = 32 \, \%.$$

Задача 13. При испытании образцов-балочек размером 40 × 40 × 160 мм в возрасте 7 сут показатели предела прочности при изгибе равны 3,6; 3,4; 3,0 МПа. Среднеарифметическое значение четырех наибольших показателей при сжатии составило 29,6 МПа. Определить марку цемента.

Решение

Среднеарифметическое значение двух наибольших показателей предела прочности при изгибе в возрасте 7 сут.

$$R_{u32} = \left(\frac{3,4 + 3,6}{2} \right) = 3,5 \text{ МПа.}$$

Цементный камень набирает прочность в возрасте 28 сут, зависимость между маркой цемента и пределом прочности образцов в возрасте 7 сут имеет логарифмический характер:

$$R_{28} = R_n \frac{\lg 28}{\lg n};$$

$$R_{28}^{u32} = R_7^{u32} \frac{\lg 28}{\lg 7} = 3,5 \cdot \frac{1,447}{0,846} = 6,0 \text{ МПа;}$$

$$R_{28}^{сж} = R_7^{сж} \frac{\lg 28}{\lg 7} = 29,6 \cdot \frac{1,447}{0,846} = 51 \text{ МПа.}$$

Полученным результатам соответствует марка цемента 500.

3.6 Металлические материалы и изделия

Задача 14. Образец углеродистой стали испытывали на твердость по Бринеллю шариком $D = 10$ мм под нагрузкой $P = 3000$ кг. Получены три отпечатка диаметром 5,09; 5,15; 5,12 мм. Определить предел прочности (временное сопротивление разрыву) стали при растяжении и марку стали.

Решение

Среднее значение отпечатков $d_{cp} = 5,12$ мм.

Число твердости по Бринеллю определяется по формуле

$$HB = P/F,$$

где P – нагрузка, кг;

F – площадь отпечатка, мм²;

$$F = 0,5\pi D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2}) = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 10(10 - \sqrt{10^2 - 5,12^2}) = 22 \text{ мм}^2.$$

Тогда

$$HB = \frac{3000}{22} = 136 \text{ кг/мм}^2.$$

Определяем предел прочности при растяжении:

$$\sigma_s = 0,36 \cdot HB = 0,36 \cdot 136 = 48 \text{ кг/мм}^2 \text{ (480 МПа).}$$

Это соответствует марке стали Ст3.

3.7 Основы бетоноведения

Задача 15. Определить прочность бетона, если на 1 м³ бетонной смеси расходуется 300 кг цемента, 150 л воды; активность цемента – 45 МПа, заполнители – рядового качества.

Решение

Прочность бетона определяется по формуле

$$R_b = A \cdot R_c (C / B - 0,5),$$

где A – коэффициент, учитывающий качество заполнителя: пониженного качества $A = 0,55$; рядовые $A = 0,6$; высококачественные $A = 0,65$;

R_c – активность цемента, МПа;

C и B – расход цемента и воды соответственно.

$$R_b = 0,6 \cdot 45 \left(\frac{300}{150} - 0,5 \right) = 40,5 \text{ МПа.}$$

Задача 16. Определить расход материалов на 1 м³ бетона и на один замес бетоносмесителя вместимостью 1200 л, если его состав по массе выражается соотношением 1 : 2 : 4 при $B/C = 0,5$ и средняя плотность бетонной смеси 2480 кг/м³. Насыпные плотности: цемента – 1300 кг/м³; песка – 1400 кг/м³; щебня – 1500 кг/м³.

Решение

Расход цемента на 1 м³ бетона

$$C = \frac{\rho_{б.с.}}{(1 + 2 + 4 + 0,5)} = 330 \text{ кг.}$$

Тогда расход других компонентов:

– песка $P = 330 \cdot 2 = 660$ кг;

– щебня $Щ = 330 \cdot 4 = 1320$ кг;

– воды $B = 330 \cdot 0,5 = 165$ л.

Для определения расхода материалов на один замес бетоносмесителя необходимо знать коэффициент выхода бетона:

$$\beta = \frac{V_b}{V_c + V_n + V_{щ}} = \frac{V_b}{\frac{C}{\rho_{н.ц.}} + \frac{P}{\rho_{н.п.}} + \frac{Щ}{\rho_{н.щ.}}} = \frac{1}{\frac{330}{1300} + \frac{660}{1400} + \frac{1320}{1500}} = 0,63.$$

Расходы материалов на один замес бетоносмесителя объемом 1,2 м³:

$$Ц' = Ц \cdot \beta \cdot V_{\text{б.с.}} = 330 \cdot 0,63 \cdot 1,2 = 249,5 \text{ кг};$$

$$П' = П \cdot \beta \cdot V_{\text{б.с.}} = 660 \cdot 0,63 \cdot 1,2 = 499 \text{ кг};$$

$$Щ' = Щ \cdot \beta \cdot V_{\text{б.с.}} = 1320 \cdot 0,63 \cdot 1,2 = 998 \text{ кг};$$

$$В' = В \cdot \beta \cdot V_{\text{б.с.}} = 165 \cdot 0,63 \cdot 1,2 = 124,7 \text{ л.}$$

Задача 17. Лабораторный состав бетона (на 1 м³): цемента – 360 кг, песка – 580 кг, щебня – 1330 кг, воды 180 л. В производственных условиях влажность песка составляет 2 %, щебня – 1,5 % по массе. Определить производственный состав бетона.

Решение

Количество цемента в производственных условиях

$$Ц_n = Ц = 360 \text{ кг.}$$

Для сохранения прочности бетона необходимо откорректировать состав с учетом влажности заполнителей

$$В_n = В - \left(\frac{П \cdot W_n}{100} + \frac{Щ \cdot W_{щ}}{100} \right) = 180 - (12 + 40) = 128 \text{ л};$$

$$П_n = П + \frac{П \cdot W_n}{100} = 580 + 12 = 592 \text{ кг};$$

$$Щ_n = Щ + \frac{Щ \cdot W_{щ}}{100} = 1330 + 40 = 1370 \text{ кг.}$$

Задача 18. Определить модуль крупности песка и его пустотность, если частные остатки на ситах $a_{2,5} = 8,6 \%$; $a_{1,25} = 20,4 \%$; $a_{0,63} = 32 \%$; $a_{0,315} = 20 \%$; $a_{0,16} = 13 \%$; истинная плотность песка – 2680 кг/м³, насыпная плотность – 1560 кг/м³.

Решение

Определение полных остатков на ситах:

$$A_{2,5} = a_{2,5} = 8,6 \%;$$

$$A_{1,25} = a_{2,5} + a_{1,25} = 8,6 + 20,4 = 29 \%;$$

$$A_{0,63} = a_{2,5} + a_{1,25} + a_{0,63} = 8,6 + 20,4 + 32 = 61 \%;$$

$$A_{0,315} = A_{0,63} + a_{0,315} = 61 + 20 = 81 \%;$$

$$A_{0,16} = A_{0,315} + a_{0,16} = 81 + 13 = 94 \%.$$

Модуль крупности

$$M = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,16}}{100};$$

$$M = \frac{8,6 + 29 + 61 + 81 + 94}{100} = 2,73.$$

Следовательно, песок крупнозернистый.

Пустотность песка

$$П = \left(1 - \frac{\rho_n}{\rho_u}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{1560}{2680}\right) \cdot 100 = 41,8 \, \%.$$

3.8 Органические вяжущие

Задача 19. Подобрать состав компаундированного битума с температурой плавления 70 °С из двух марок битума с температурой плавления 45 °С и 90 °С.

Решение

Количество битума с температурой плавления 90 °С

$$B_{90} = \frac{70 - 45}{90 - 45} \cdot 100 = 55,6 \, \%.$$

Количество битума с температурой плавления 45 °С

$$B_{45} = 100 - 55,6 = 44,4 \, \%.$$

3.9 Полимерные композиционные материалы и изделия

Задача 20. При испытании прочности пластмассы на статический изгиб получены следующие результаты: разрушающая нагрузка $F = 153,0$ Н, ширина образца $b = 9,5$ мм, толщина $h = 4$ мм, расстояние между опорами $l = 80$ мм. Определить предел прочности при изгибе.

Решение

Предел прочности пластмассы при статическом изгибе рассчитывают по формуле

$$R_{изг} = \frac{3 \cdot F \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2} = \frac{3 \cdot 153 \cdot 0,08}{2 \cdot 0,0095 \cdot 0,004^2} = 122400000 \, \text{Па} = 122,4 \, \text{МПа}.$$

3.10 Лакокрасочные материалы

Задача 21. Определить маслосъемность свинцовых белил и ламповой сажи по следующим результатам лабораторных испытаний: на полное смачивание 5 г белил и образование из смеси их с олифой сплошного комка затрачено 0,38 мл олифы. На смачивание 5 г сажи затрачено 1,4 мл олифы. Плотность олифы 950 кг/м³.

Решение

Переводим плотность олифы в грамм на сантиметр кубический

$$\rho = 0,95 \text{ г/см}^3.$$

Маслосъемность свинцовых белил

$$M = \frac{V \cdot \rho}{m} \cdot 100 = \frac{0,38 \cdot 0,95}{5} \cdot 100 = 7,2 \text{ мл/г},$$

где V – объем израсходованной олифы, мл;

ρ – плотность олифы, г/см³;

m – масса пигмента, г.

Маслосъемность ламповой сажи

$$M = \frac{V \cdot \rho}{m} \cdot 100 = \frac{1,4 \cdot 0,95}{5} \cdot 100 = 26,6 \text{ мл/г}.$$

Задача 22. Определить укрывистость масляной краски и пигмента, входящего в ее состав, если в состав краски входит 45 % олифы, а на укрывание стеклянной пластины площадью 200 см² затрачено 3,2 г краски.

Решение

Переводим квадратный сантиметр в квадратный метр:

$$A = 0,02 \text{ м}^2.$$

Укрывистость масляной краски

$$Y = \frac{m}{A} = \frac{3,2}{0,02} = 160 \text{ г/м}^2.$$

Масса пигмента, входящего в состав масляной краски

$$m = 3,2 \cdot 0,55 = 1,76 \text{ г}.$$

Укрывистость пигмента

$$Y = \frac{m}{A} = \frac{1,76}{0,02} = 88 \text{ г/м}^2.$$

Задача 23. Сколько можно приготовить масляной краски, годной к употреблению, из 3 кг густотертой масляной краски с титановыми белилами, если для получения малярной консистенции нужно добавить 35 % олифы? Какую площадь поверхности можно окрасить полученной краской при ее укрывистости 0,15 кг/м²?

Решение

Количество краски малярной консистенции

$$m_k = 3 + 3 \cdot \frac{35}{100} = 4,05 \text{ кг.}$$

Площадь поверхности, которую можно окрасить полученной краской

$$A = \frac{m_k}{Y} = \frac{4,05}{0,15} = 27 \text{ м}^2.$$

Список литературы

- 1 **Донских, С. А.** Основы современного материаловедения: учеб. пособие / С. А. Донских, В. Н. Семин ; под общ. ред. С. А. Донских. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Директ-Медиа, 2020. – 176 с.
- 2 **Каклюгин, А. В.** Материалы для жилищного, промышленного и дорожного строительства: учеб. пособие / А. В. Каклюгин, И. В. Трищенко. – М.; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 260 с.
- 3 **Красовский, П. С.** Строительные материалы: учеб. пособие / П. С. Красовский. – М. : ФОРУМ ; ИНФРА-М, 2022. – 256 с.
- 4 **Широкий, Г. Т.** Строительное материаловедение : учеб. пособие / Г. Т. Широкий; под общ. ред. Э. И. Батяновского. – 2-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 2016. – 460 с.
- 5 Строительные материалы / Под ред. В. Г. Микульский, В. В. Козлова. – М. : АСВ, 2004. – 536 с.
- 6 **Богданов, В. С.** Процессы в производстве строительных материалов и изделий : учебник / В. С. Богданов, А. С. Ильин, И. А. Семикопенко ; под ред. В. С. Богданова. – Белгород : Везелица, 2007. – 512 с.
- 7 **Рыбьев, И. А.** Строительное материаловедение : учеб. пособие / И. А. Рыбьев. – 3-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2008. – 706 с.
- 8 **Киреева, Ю. И.** Строительное материаловедение для заочного обучения : учеб. пособие / Ю. И. Киреева, О. В. Лазаренко. – Минск : Новое знание, 2008. – 366 с.

9 **Основин, В. Н.** Строительные материалы и изделия : учеб. пособие / В. Н. Основин, Л. В. Шуляков. – 2-е изд. – Минск : Выш. шк., 2009. – 224 с.

10 Строительные материалы. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие / Я. Н. Ковалев, Г. С. Галузо, А. Э. Змачинский [и др.]; под ред. Я. Н. Ковалева. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2024. – 633 с.

Приложение А (справочное)

Таблица А.1 – Основные физические свойства строительных материалов

Материал или изделие	Истинная плотность, г/см ³	Средняя плотность, г/см ³	Теплопроводность, Вт/(м·°С)
1	2	3	4
Бетон:			
особотяжелый	2,8	2,6	1,3...1,6
тяжелый	2,6	2,2...2,6	0,9...1,3
облегченный	2,6	1,8...2,2	0,6...1,0
легкий	2,6	0,5...1,8	0,2...0,4
особолегкий	2,6	0,5	0,16...0,4
Гипс и гипсовые изделия	2,7	0,7...1,3	0,2...0,38
Железобетон:			
тяжелый	—	2,4...2,5	0,95...1,4
легкий	—	1,3...1,9	0,4...0,7
Известняки:			
тяжелый	2,6	1,6...2,1	0,45...0,86
ракушечники	2,7	1,1...1,6	0,25...0,5
Кирпич глинный:			
обыкновенный	2,7	1,6...1,9	0,4...0,58
пустотелый	2,7	1,3...1,45	0,34...0,38
пористый	2,7	0,7...1,4	0,14...0,32
Кирпич:			
силикатный	2,6	1,8...2,0	0,57...0,8
шлаковый	2,6	1,2...1,5	0,28...0,36
трепельный	2,7	0,5...0,7	0,1...0,15
Минеральная вата	2,8	0,1...0,15	0,06...0,08
Минераловатные маты	2,8	0,1...0,2	0,04...0,05
Опилки древесные	1,6	0,2...0,3	0,04...0,06
Пакля	—	0,15	0,035
Пенобетон и газобетон	2,8	0,4...1,0	0,1...0,3
Пеносиликат	2,8	0,4...1,0	0,11...0,25
Пеностекло	2,6	0,3...0,5	0,09...0,12
Перлит	—	0,1...0,25	0,045...0,06
Песчаник	2,6	1,8...2,4	0,7...1,4
Песок речной			
Растворы:			
известковые	2,8	1,5...1,6	0,5...0,55
известково-цементные	2,8	1,6...1,7	0,55...0,6
цементные	2,7	1,7...1,8	0,3...0,4
Стекло	2,6	2,5	0,65
Стекланная вата	2,7	0,1...0,2	0,035...0,04

Окончание таблицы А.1

1	2	3	4
Туфы	2,8	0,6...1,4	0,18...0,3
Фибролит: магнезиальный цементный	– –	0,25...0,55 0,3...0,6	0,08...0,15 –
Шлак: гранулированный топливный	3,3 2,7	0,5...0,9 0,8...1,2	0,1...0,15 0,18...0,32
Шлакобетон	2,6	1,4...1,8	0,4...0,6

Таблица А.2 – Теплоемкость некоторых строительных материалов

Материал	Среднее значение коэффициента удельной теплоемкости	
	С, ккал / (кг · °С)	кДж / (кг · °С)
Природные каменные материалы	0,18...0,22	(0,75...0,92)
Древесина (сосна)	0,6	(2,51)
Вода	1,0	(4,2)
Сталь	0,115	(0,48)
Портландцемент	–	(1,13)
Древесно-слоистые пластинки	0,32...0,34	(1,34...1,63)
Цементобетон	0,2	(0,13)
Асфальтобетон	0,4	(2,09)
Битум	0,4	–
Песок сухой	0,2	(0,798)

Таблица А.3 – Атомные массы элементов

Элемент	Масса	Элемент	Масса
Алюминий	26,97	Медь	63,57
Водород	1,00	Натрий	23,00
Железо	55,84	Сера	32,06
Калий	39,1	Углерод	12,00
Кальций	40,07	Фосфор	31,02
Кислород	16,00	Фтор	19,00
Кремний	28,05	Хлор	35,46
Магний	24,32	Цинк	65,38
Марганец	54,93		

Таблица А.4 – Международная система единиц (СИ)

Величина	Наименование единицы измерения	Обозначение
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Сила электрического тока	ампер	А
Сила света	кандела	кд

Окончание таблицы А.4

Величина	Наименование единицы измерения	Обозначение
Термодинамическая температура	кельвин	К
Площадь	квадратный метр	м ²
Объем	кубический метр	м ³
Средняя плотность	килограмм на кубический метр	кг/м ³
Скорость	метр в секунду	м/с
Сила (вес)	ньютон	Н
Давление (механическое напряжение)	паскаль	Па
Динамическая вязкость	паскаль-секунда	Па·с
Кинематическая вязкость	квадратный метр на секунду	м ² /с
Работа, энергия	джоуль	Дж
Мощность	ватт	Вт
Теплоемкость	джоуль на кельвин	Дж/К
Удельная теплоемкость	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг·К)
Теплопроводность	ватт на метр-кельвин	Вт/(м·К)

Таблица А.5 – Свойства воздушной (негашеной) извести

Наименование показателя	Норма для сорта	
	I	II
Содержание активных СаО + MgO, считая на сухое вещество, %, не менее:		
в извести негашеной без добавок	85	70
то же, но с добавками	64	52
Содержание непогасившихся зерен в негашеной комовой извести, %, не более	10	20
Скорость гашения в мин:		
быстрогосящаяся, до	20	20
медленногсящаяся, более	20	20
Тонкость помола – остаток частиц на сите с сеткой по ГОСТ 3584–53, %, не более		
№ 063	2	2
№ 009	10	10

Таблица А.6 – Морозостойкость строительных материалов

Марка морозостойкости M_{pz}	Замораживание		Испытание в растворе серно-кислого натрия	
	Число циклов	Потеря массы после испытания, %, не более	Число циклов	Потеря массы после испытания, %, не более
15	15	10	3	10
25	25	10	5	10
50	50	5	10	10
100	100	5	10	5
150	150	5	15	5
200	200	5	15	5