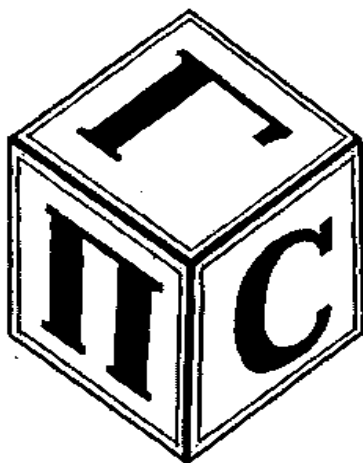


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

*Методические рекомендации к самостоятельной работе
студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»
дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2020

УДК 691
ББК 38.6
С86

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Промышленное и гражданское строительство»
«09» сентября 2020 г., протокол № 2

Составители: ст. преподаватель Р. П. Семенюк;
ст. преподаватель Т. С. Латун

Рецензент канд. техн. наук, доц. В. В. Кутузов

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

Учебно-методическое издание

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Ответственный за выпуск	С. Д. Макаревич
Корректор	Т. А. Рыжикова
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 81 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, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2020

Содержание

Введение.....	4
1 Общие методические указания.....	5
2 Содержание дисциплины «Строительное материаловедение».....	7
2.1 Основы строительного материаловедения.....	7
2.2 Основные свойства строительных материалов и оценка их качества.....	8
2.3 Горные породы как сырье для производства строительных материалов и изделий.....	9
2.4 Минеральные вяжущие вещества.....	10
2.5 Бетоны и изделия из них.....	12
2.6 Металлические материалы и изделия.....	14
2.7 Строительные растворы.....	14
2.8 Искусственные строительные конгломераты на основе минеральных вяжущих веществ.....	15
2.9 Строительная керамика.....	16
2.10 Материалы и изделия из минеральных расплавов.....	16
2.11 Органические вяжущие вещества.....	17
2.12 Лакокрасочные материалы.....	19
2.13 Древесина и строительные материалы, изделия на основе древесины.....	19
2.14 Полимерные материалы и изделия.....	19
2.15 Теплоизоляционные материалы и изделия.....	21
2.16 Акустические материалы.....	22
3 Примеры решения задач к контрольной работе № 1.....	22
3.1 Основные свойства строительных материалов и оценка их качества.....	22
3.2 Горные породы как сырье для производства строительных материалов и изделий.....	23
3.3 Минеральные вяжущие вещества.....	24
3.4 Бетоны и изделия из них.....	27
3.5 Металлические материалы и изделия.....	30
4 Примеры решения задач к контрольной работе № 2.....	31
4.1 Строительная керамика.....	31
4.2 Органические вяжущие.....	32
4.3 Лакокрасочные материалы.....	33
4.4 Древесина и строительные материалы. Изделия на основе древесины.....	34
4.5 Полимерные материалы и изделия.....	36
Список литературы.....	37
Приложение А.....	38

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 обеспечение общей фундаментальной подготовки инженеров строительного профиля, которая служит базой для изучения профилирующих дисциплин: архитектуры, технологии строительного производства, строительных конструкций, организации строительства и др. 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 методические указания

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.

Студенты заочной формы обучения, совмещающие учебные занятия с работой на производстве, в проектных организациях, на стройках, в научных институтах, повседневно встречаются с вопросами использования или изготовления различных строительных материалов.

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 «Промышленное и гражданское строительство» 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, применения (например, керамические изделия, минеральные вяжущие вещества и т. д.).

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.

Студент, изучивший дисциплину, должен знать:

- материалы, применяемые в конструкциях искусственных сооружений, а также требования, предъявляемые к этим материалам;
- состав, структуру, строение и строительно-технические свойства материалов, а также факторы, влияющие на эти свойства;
- основные технологии получения материалов. Пути управления качеством материалов и получаемых из них изделий и конструкций на различных этапах строительства;
- обеспечение техники безопасности и соблюдение законов об экологии при работе с материалами;
- поведение и стойкость материалов при эксплуатации сооружений, а также способы сохранения и восстановления свойств материалов, позволяющих увеличивать сроки работоспособности зданий и сооружений;
- стоимость материалов и способы, позволяющие экономить материалы при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений;

Студент, изучивший дисциплину, должен уметь:

- рационально выбирать материал для различных конструкций и сооружений и обоснованно принимать характеристики выбранного материала в качестве исходных для расчетов и проектирования конструкций из него;
- определять основные строительно-технические характеристики материалов путем их испытаний, оценивать качество поступившего материала;
- при необходимости предлагать технологию передела материала и руководить ее осуществлением при строительстве и ремонте сооружений;

- осуществлять правильное транспортирование и хранение материалов, предотвращать производственный травматизм и экологический ущерб окружающей среде;
- осуществлять контроль качества материалов и продукции их передела (или переработки) на различных этапах строительства;
- осуществлять контроль, оценку, знать причину ухудшения состояния материала в эксплуатируемых конструкциях.

Студент должен иметь представление:

- о способах получения материала, о сырье для его изготовления, технологических схемах и процессах его получения, физико-химических процессах, протекающих при изготовлении материала;
- о применении материала в различных областях строительства;
- о физико-химических процессах, протекающих при технологической переработке материала в процессе строительства;
- о возможности и порядке замены одного материала другим без снижения или с допустимым снижением эксплуатационных характеристик;
- о перспективах совершенствования и модификации материала при его промышленном изготовлении или технологической переработке в процессе строительства;
- о перспективах разработки новых и совершенствовании существующих технологий передела строительных материалов;
- о дальнейших задачах и путях создания новых строительных материалов для строительства зданий и сооружений;
- о материалах, применяемых для строительства в других странах.

Студент должен владеть:

- навыками решения материаловедческих задач;
- информацией о применении современных материалов за пределами Республики Беларусь.

2 Содержание дисциплины «Строительное материаловедение»

2.1 Основы строительного материаловедения

Материалы, применяемые в строительстве. Относительная стоимость строительных материалов в общей стоимости строительства.

Потребность в строительных материалах при сооружении строительных объектов. Использование достижений смежных областей знания и фундаментальных наук для научно-технического прогресса в области изготовления и применения строительных материалов.

Значение строительных материалов в деле уменьшения материалоемкости, трудоемкости и повышения производительности труда в строительстве. Роль

сборных облегченных конструкций в дальнейшей индустриализации строительства. Значение синтетических и других новых эффективных материалов. Задачи повышения качества и снижения расхода строительных материалов.

Вопросы охраны природы, рационального использования природных ресурсов и попутных продуктов промышленности, вторичного сырья при изготовлении строительных материалов.

Классификация строительных материалов. Система нормативных документов на строительные материалы. Стандарты, СНиПы, СНБ, сертификаты качества, технические условия. Управление качеством строительных материалов на различных технологических циклах строительства. Новые строительные материалы и рациональные области их применения.

Схема последовательности изучения строительных материалов, рекомендуемая при изучении дисциплины.

Сырье, из которого получают материал. Физико-химическая природа материала. Технология производства (краткие сведения о получении материала).

Область применения материалов в строительстве.

2.2 Основные свойства строительных материалов и оценка их качества

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 испытания. 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.

Стандартизация и управление качеством продукции. Закон о защите прав потребителя (применительно к строительству). Система показателей качества. Методы оценки показателей качества продукции. Принципы и этапы стандартизации. Роль стандартизации в ускорении научно-технического прогресса.

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

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие основные физико-механические свойства материалов определяют качество материалов и определяют 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 Горные породы как сырье для производства строительных материалов и изделий

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.

Основные виды материалов и изделий из природного камня, требования к ним при различных условиях применения. Каменное литье.

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.

Природные каменные материалы – сырье для неорганических строительных материалов.

Защита каменных материалов от разрушений.

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 Минеральные вяжущие вещества

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.

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, вводимые 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. Портландцемент с умеренной экзотермией.

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 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?
- 7 Какие вещества называют гидравлическими и какие химические соединения придают им способность твердеть во влажных условиях?
- 8 Из какого сырья получают гидравлическую известь и романцемент?
- 9 Из каких сырьевых материалов и по какой технологии получают портландцемент?
- 10 Какой химический и минералогический состав портландцементного клинкера?
- 11 Какими свойствами обладают цементы и как их определяют?
- 12 Объясните теорию твердения портландцемента.
- 13 Какие виды коррозии Вы знаете? Назовите мероприятия по борьбе с коррозией.
- 14 Какие добавки называют активными минеральными и как они влияют на стойкость цемента в воде?
- 15 Охарактеризуйте специальные виды цементов и область их применения (быстротвердеющий, пластифицированный, глиноземистый, расширяющийся и др.).

2.5 Бетоны и изделия из них

Бетон как один из основных материалов для строительства сооружений. Монолитные, сборные и сборно-монолитные бетонные и железобетонные сооружения. Состав бетона и принятый порядок его обозначения. Классификация бетонов по назначению, структуре, виду вяжущих и заполнителю. Марки и классы бетонов, сфера их применения.

Материалы для приготовления тяжелого бетона. Требования к воде затворения с учетом экономного использования питьевой воды и охрана окружающей среды. Роль заполнителя в бетоне. Заполнители мелкие и крупные для бетона и их классификация. Пески для бетона и требования к ним. Щебень и требования к нему. Химические добавки, вводимые в состав бетона.

Бетонная смесь. Показатели свойств бетонной смеси. Удобоукладываемость бетонной смеси (подвижность и жесткость) и способы ее регулирования. Назначение величины удобоукладываемости (подвижности или жесткости), методы оценки этих свойств. Влияние основных факторов на удобоукладываемость. Пластифицирующие добавки, суперпластификаторы. Выбор требуемой подвижности бетонной смеси в зависимости от вида конструкций и способа уплотнения бетонной смеси.

Технология приготовления цементобетонных смесей. Методы подбора состава тяжелого бетона.

Строительно-технические свойства бетона. Понятие о строении бетона. Причина его пористости, виды пор. Влияние пористости на свойства бетона. Водонепроницаемость и морозостойкость бетона. Способы их повышения. Усадка бетона, ее природа и меры по снижению. Температурные напряжения в бетоне. Зависимость прочности бетона от марки цемента, водоцементного (цементно-водного) отношения и качества заполнителей. Формулы и графики, выражающие эту зависимость. Однородность прочности бетона, ее значение для экономии цемента и повышения качества бетона.

Плотность бетона. Выбор цементов и заполнителей. Применение пластификаторов. Дозирование материалов. Перемешивание. Транспортирование бетонных смесей.

Уплотнение бетонной смеси. Способы уплотнения. Вибрационный метод уплотнения. Зависимость параметров вибрирования бетонной смеси от ее состава и удобоукладываемости. Вакуумирование и вибровакуумирование. Принципы центрифугирования, прессования. Вибропрессование и прокатка. Способы уплотнения бетонных смесей без применения вибрации. Подвижные и литые смеси с пластификаторами. Уход за свежеложенным бетоном.

Твердение бетонов в различных условиях. Влияние температуры и влажности на твердение бетона; пропаривание, электропрогрев и автоклавное твердение, снижение энергозатрат на тепловую обработку.

Химические добавки – ускорители твердения. Применение бетона в зимних условиях и в условиях сухого и жаркого климата. Контроль качества бетона, включая методы испытаний без разрушения.

Специальные свойства бетона: тепловыделение, ползучесть, огнестойкость, радиационная стойкость.

Коррозия бетона. Способы предупреждения коррозии и защита от нее.

Специальные виды бетонов: высокопрочный, повышенной морозостойкости, гидротехнический, дорожный, кислотоупорный, жароупорный, декоративный, для радиационной защиты. Улучшение свойств бетонов добавками полимеров. Упрочнение бетонов полимерами (бетонополимер) и волокнами (фибробетон). Мелкозернистый бетон. Облегченные бетоны на природных и искусственных заполнителях.

Легкие бетоны, классификация. Бетоны на пористых заполнителях. Виды пористых заполнителей (в том числе из вторичного сырья) и основные требования к ним. Свойства легких бетонов на пористых заполнителях: средняя плотность, прочность, теплопроводность, морозостойкость. Подбор состава бетона на пористых заполнителях. Применение легких бетонов в ограждающих и несущих железобетонных конструкциях. Ячеистые бетоны, газобетон и пенобетон, принципы их изготовления и свойства. Область применения. Крупнопористый бетон. Использование легких бетонов для снижения массы зданий, уменьшения материалоемкости строительства, экономии топлива, расходуемого на отопление зданий.

Применение бетонов в сборных и монолитных конструкциях. Понятие о железобетоне. Арматура (металлическая и неметаллическая), способы армирования. Технологические процессы изготовления бетонных и железобетонных изделий и конструкций. Требования к качеству.

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?
- 5 Как определяется класс бетона?
- 6 Как готовятся, транспортируются и уплотняются бетонные смеси?
- 7 Как осуществляется уход за бетоном?
- 8 Расскажите о способах зимнего бетонирования.
- 9 Что представляет собой тепловлажностная обработка бетона и для чего она осуществляется?
- 10 Какие добавки используют в бетонах и каково их назначение?
- 11 Из каких технологических операций состоит процесс изготовления железобетонных изделий?
- 12 Какими способами армируют железобетон?
- 13 Какие специальные виды бетона Вы знаете?
- 14 Какие бетоны называют легкими? Их разновидности.

15 Какие материалы применяют для изготовления легких бетонов?

16 Из каких материалов изготавливают пенобетон, пеносиликат, газобетон, газосиликат? Для каких целей используют эти бетоны в строительстве?

2.6 Металлические материалы и изделия

Общие сведения о металлах и их сплавах. Классификация металлов. Строение металлов и их свойства. Основы технологии черных металлов. Производство чугуна и стали. Состав и сортамент сталей. Основной сортамент стальных прокатных профилей. Сталь углеродистая обыкновенного качества, легированные стали, стальные изделия. Термическая и химико-термическая обработка стали. Производство металлических изделий и конструкций. Стальная арматура для железобетона, стержневая арматура, проволочная арматура, арматурные проволочные изделия и закладные детали. Сварка металлов: газовая, электрическая и газоэлектрическая.

Цветные металлы и их сплавы. Алюминиевые сплавы, сплавы на основе меди, магниевые и титановые сплавы.

Коррозии металлов и меры защиты от нее.

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?

2.7 Строительные растворы

Классификация строительных растворов. Растворные смеси, материалы для их изготовления, свойства растворных смесей, удобоукладываемость, водоудерживающая способность. 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 омоноличивания 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.

2.8 Искусственные строительные конгломераты на основе минеральных вяжущих веществ

Определение и классификация. Изделия на основе извести и кремнеземистого компонента, в том числе отходов промышленности. Силикатный кирпич: виды, свойства, марки, область применения. Известково-шлаковый и известково-золенный кирпич.

Крупноразмерные изделия из силикатного бетона. Материалы для силикатного бетона. Технология производства изделий. Свойства и области использования. Ячеистые силикатные бетоны. Виды строительных деталей из ячеистых силикатных бетонов. Пеносиликатные и газосиликатные изделия. Эффективность применения силикатобетонных изделий.

Асбестоцементные изделия. Состав, свойства, способ получения. Виды асбестоцементных изделий: листы, плиты, трубы. Цветные асбестоцементные изделия. Облицовочные асбестоцементные материалы: листы плоские обыкновенные и плиты, окрашенные водостойкими эмалями. Технические требования, область применения. Панели асбестоцементные трехслойные с утеплителем для наружных стен и кровельных покрытий; трубы канализационные и водопроводные, муфты.

Гипсовые и гипсобетонные изделия. Состав, свойства, способ получения. Виды изделий: плиты, панели, облицовочные листы (сухая штукатурка). Основные характеристики, марки, области применения.

Материалы и изделия из магнезиальных вяжущих: фибролит, ксилолит.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие материалы используются для изготовления силикатных изделий?
- 2 Какие физико-химические процессы протекают при автоклавной обработке известково-песчаных смесей?
- 3 Что служит сырьем для производства асбестоцементных изделий? Классификация, производство, свойства и применение.
- 4 Из каких материалов изготавливают гипсовые и гипсобетонные изделия?
- 5 Что представляет собой сухая гипсовая штукатурка?
- 6 Какие материалы изготавливают на основе магнезиальных вяжущих веществ?

2.9 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?

2.10 Материалы и изделия из минеральных расплавов

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 изготовляют 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?

2.11 Органические вяжущие вещества

Органические вяжущие, классификация. Основные свойства. Битумные вяжущие, связь состава со свойствами. Виды и марки битумов. Дегтевые вяжущие. Модифицированные битумные вяжущие: резинобитумные, битумополимерные. Эмульсии, пасты, мастики на основе органических вяжущих. Асфальтовые и дегтевые бетоны и растворы (горячие и холодные), их состав, область применения.

Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы: определение, классификация и назначение.

Битумные кровельные материалы: пергамин, рубероид (значение кровельного слоя и посыпки поверхностей), стеклорубероид, армобитеп; их состав, свойства, область применения.

Дегтевые кровельные материалы: толь беспокровный (толь-кожа и толь гидроизоляционный), толь с песчаной посыпкой, толь с крупнозернистой посыпкой; их состав, свойства, область применения.

Мастики кровельные приклеивающие и кровельно-гидроизоляционные горячие и холодные: битумные, дегтевые, дегтебитумные, гудро-комовые, резинобитумные (изол), битумно-латексно-кукерсоловые; их состав, наполнители, приготовление, температура разогрева, область применения.

Гидроизоляционные материалы: гидроизол рулонный и мастичный, бризол, фольгоизол, металлоизол, гидростеклоизол, гидробутил, бутерол.

Герметизирующие материалы: их значение, свойства. Виды герметизирующих материалов: эластичные, упругие, жгутовые материалы – пороизол, гернит, пенополиуретановые; мастики уплотняющие и защитные – изол-РМ, УМС-50, тиоколовые (ГС-1, У-ЭОМ); их состав, свойства и область применения.

Правила упаковки, перевозки и хранения битумных рулонных, кровельных, гидроизоляционных и герметизирующих материалов.

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?

2.12 Лакокрасочные материалы

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.

Клей: животный, казеиновый, растительный, водорастворимый (КМЦ – карбоксилметилцеллюлозный), полимерный (поливинилацетатный); основные сведения о них, область применения.

Эмульсии: виды, состав, экономическая эффективность.

Красочные составы. Масляные красочные составы: их виды, свойства, область применения.

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

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

Правила перевозки и хранения лакокрасочных материалов, их технико-экономическая характеристика.

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?

2.13 Древесина и строительные материалы, изделия на основе древесины

Применение материалов из древесины при строительстве сооружений.

Строение древесины. Анизотропность. 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 промышленные строительные детали и конструкции.

Экологическая роль леса, пути снижения расхода древесины в строительстве. Модификация древесины.

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?

2.14 Полимерные материалы и изделия

Полимеры и пластмассы. Состав. Классификация. Полимеры, получаемые полимеризацией. Полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, поливинилбутилен, полистирол, поливинилацетат, полиакрилаты, кумароноинденные полимеры. Свойства полимеров, получаемых полимеризацией, и области их использования.

Полимеры, получаемые поликонденсацией. Фенолоформальдегидные полимеры. Карбамидные (мочевиноформальдегидные) полимеры. Полиэфиры. Полиуретаны и кремнийорганические полимеры. Эпоксидные полимеры. Свойства и области применения полимеров, получаемых поликонденсацией.

Физико-механические, химические и строительно-технические свойства. Перспективы применения пластических масс для строительства. Составные части пластмасс: связующее (полимер), наполнитель (три вида), пластификатор, краситель, стабилизатор. Основные свойства пластмасс.

Синтетические смолы и их классификация. Термопластичные смолы, их строение и основные свойства. Термоактивные смолы, их строение и свойства. Композиты на основе полимеров.

Основные виды полимерных строительных материалов.

Материалы для покрытия полов.

Рулонные материалы: линолеумы безосновные и основные (на тканевой, войлочной и пористой основах), поливинилхлоридные, глифталевые, резиновые (релин); их размеры, физико-механические показатели, применение в строительстве. Линолеумы ворсовые, теплозвукоизоляционные.

Плиточные материалы: плитки поливинилхлоридные, кумаронополивинилхлоридные, фенолитовые, резиновые, древесно-волоконистые и древесно-стружечные плиты, плитки сверхтвердые на водостойких смолах; их размеры, свойства, области применения.

Виды мастик для настилки линолеума и плиток: резиново-цементная, канифольная, резинобитумная (идол), битумная, кумаронокаучуковая и др.

Монолитные покрытия полов: мастичные (поливинилацетатные, полимерцементные и пластобетонные), растворные (полимеррастворные) и бетонные (полимербетонные). Бетонополимеры, полимербетоны.

Материалы для стен (конструкционные и отделочные).

Конструкционные материалы: стеклопластики (СВАМ, КАСТ и др.), древесно-слоистые пластики; их состав, виды, размер, физико-механические показатели, применение в строительстве.

Отделочные листовые материалы: декоративный бумажно-слоистый отделочный пластик, древесно-волоконистые и древесно-стружечные плиты, материал ПВХ отделочный стеновой «винистен», панели декоративные ПВХ «полидекор», панели полистирольные декоративные «полиформ»; их состав, применение в строительстве.

Плитки облицовочные полистирольные и фенолитовые; свойства, размер и область применения.

Рулонные материалы: декоративные пленки, обои моющиеся; свойства и область применения.

Погонажные материалы: плинтусы, поручни, наличники, карнизы, уголки, жалюзийные рейки.

Трубы: полиэтиленовые, поливинилхлоридные, винипластовые, стеклопластиковые. Санитарно-технические изделия (основные сведения).

Клеи и мастики для крепления отделочных материалов и склеивания строительных конструкций, омоноличивания деталей сборных конструкций.

Герметики – пасты (мастики), прокладки, ленты.

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.

2.15 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. Техничко-экономическое значение теплоизоляционных материалов в современном строительстве; сбережение тепла, топлива, снижение массы зданий.

Теплоизоляционные изделия из органических материалов: плиты древесноволокнистые, пробковые теплоизоляционные, цементно-фибритовые, арболитовые, торфяные, камышовые.

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

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. Стекловолоконная вата и изделия из нее: маты, полосы, плиты на связке из синтетических смол и прошивные. Пеностекло. Перлит и вермикулит вспученные, изделия из них.

Асбест и материалы на его основе: асбестовая бумага, картон шпур, войлок, скорлупы, изоляционные мастичные смеси.

Фольга алюминиевая.

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?

2.16 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-волоконистые, цементно-фибритовые, 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.

3 Примеры решения задач к контрольной работе № 1

3.1 Основные свойства строительных материалов и оценка их качества

Данные к задачам приведены в таблицах А.3–А.5.

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 составляет $\rho = 2780 \text{ кг/м}^3$, 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

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

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 Горные породы как сырье для производства строительных материалов и изделий

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 такие 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

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

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

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

Марка горной породы – 800.

3.3 Минеральные вяжущие вещества

Задача 4. 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

$$100 = 56 + 44.$$

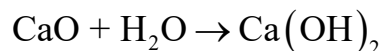
Масса извести, полученная из 22,5 т,

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

Задача 5. 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



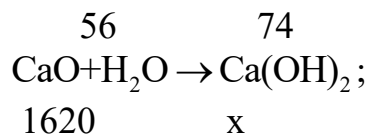
Так как активность извести составляет 81 %, то в реакцию вступает

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

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 6. 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 7. Содержание воды в тесте из шлакопортландцемента – 42 %, для прохождения реакций гидролиза и гидратации требуется 18 % воды. Истинная плотность цемента – 2950 кг/м^3 . Определить пористость цементного камня.

Решение

Пористость цементного камня определяется по формуле

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

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

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

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 8. При испытании образцов-балочек размером 40 x 40 x 160 мм в возрасте 7 суток 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.

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

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

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

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

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

Полученным результатам соответствует марка цемента 500.

3.4 Бетоны и изделия из них

Задача 9. 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

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

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

R_u – активность цемента, МПа;

$Ц$ и B – расход цемента и воды соответственно.

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

Задача 10. 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 $B/Ц = 0,5$ 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

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

Тогда расход других компонентов:

– песка $П = 330 \cdot 2 = 660$ 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:

$$\beta = \frac{V_{б.с.}}{V_{ц.} + V_{п.} + V_{щ.}} = \frac{V_{б.с.}}{\frac{Ц}{\rho_{н.ц.}} + \frac{П}{\rho_{н.п.}} + \frac{Щ}{\rho_{н.щ.}}} = \frac{1}{\frac{330}{1300} + \frac{660}{1400} + \frac{1320}{1500}} = 0,63.$$

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

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

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

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

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

Задача 11. 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:

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

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

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

Задача 12. 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/м^3 , насыпная плотность – 1560 кг/м^3 .

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

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

3.5 Металлические материалы и изделия

Задача 13. 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.

4 Примеры решения задач к контрольной работе № 2

4.1 Строительная керамика

Задача 1. Необходимо изготовить 1000 шт. пустотелых керамических камней со средней плотностью 1480 кг/м^3 . Средняя плотность глины – 1700 кг/м^3 , 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 учётом брака

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

Объем пустотелых керамических камней

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

Масса камней

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

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 2. Влажность глины – 12 %, потери при прокаливании – 10 % от массы сухой глины. Средняя плотность керамического кирпича, изготовленного из нее – 1700 кг/м^3 . Какое количество кирпича можно получить из 10 т глины?

Решение

Масса сухой глины

$$m_{21} = \frac{10000}{1,12} = 8929 \text{ кг.}$$

Масса глины с учетом потерь при прокаливании

$$m'_{21} = \frac{8929}{1,1} = 8117 \text{ кг.}$$

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

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

4.2 Органические вяжущие

Задача 3. Подобрать состав компаундированного битума с температурой плавления 70° из двух марок битума с температурой плавления 45 и 90° .

Решение

Количество битума с температурой плавления 90°

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

Количество битума с температурой плавления 45°

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

4.3 Лакокрасочные материалы

Задача 4. Определить маслосебность 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

$$\rho = 0,95 \text{ г/см}^3.$$

Маслосебность 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.

Маслосебность 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 5. 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 6. 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,

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

4.4 Древесина и строительные материалы. Изделия на основе древесины

Задача 7. 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 равны $A = 1,4$; $B = 56$.

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

Задача 8. 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 9. Каков предел прочности древесины по результатам испытаний стандартного образца из липы размером 20 x 20 x 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 $k_{12}^{30} = 0,55$.

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

4.5 Полимерные материалы и изделия

Задача 10. 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

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

Список литературы

1 **Широкий, Г. Т.** Строительное материаловедение: учебное пособие / Г. Т. Широкий; под общ. ред. Э. И. Батыновского. – 2-е изд., испр. – Минск: Вышэйшая школа, 2016. – 460 с.

2 **Красовский, П. С.** Строительные материалы: учебное пособие / П. С. Красовский. – Москва: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2019. – 256 с.

3 **Ковалев, Я. Н.** Физико-химические основы технологии строительных материалов: учебно-методическое пособие / Я. Н. Ковалев. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2017. – 285 с.

4 **Красовский, П. С.** Строительные материалы: учебное пособие / П. С. Красовский. – Москва: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2013. – 256 с.

5 Строительные материалы. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие / Я. Н. Ковалев [и др.]; под ред. Я. Н. Ковалева. – Минск; Москва: Новое знание: ИНФРА-М, 2013. – 633 с.

6 Строительные материалы. материаловедение. Строительные материалы: учебник / В. Г. Микульский [и др.]; под ред. В. Г. Микульского, В. В. Козлова. – Москва: АСВ, 2004. – 536 с.

7 **Богданов, В. С.** Процессы в производстве строительных материалов и изделий: учебник для вузов / В. С. Богданов, А. С. Ильин, И. А. Семикопенко; под ред. В. С. Богданова. – Белгород: Везелица, 2007. – 512 с.

8 Строительные материалы: учебно-справочное пособие / Под ред. Г. А. Айрапетова, Г. В. Несветаева. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 608 с.

9 **Рыбьев, И. А.** Строительное материаловедение: учебное пособие для вузов / И. А. Рыбьев. – 3-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2008. – 706 с.

10 **Киреева, Ю. И.** Строительное материаловедение для заочного обучения: учебное пособие / Ю. И. Киреева, О. В. Лазаренко. – Минск: Новое знание, 2008. – 366 с.

11 **Основин, В. Н.** Строительные материалы и изделия: учебное пособие для вузов / В. Н. Основин, Л. В. Шуляков. – 2-е изд. – Минск: Вышэйшая школа, 2009. – 224 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	Теплопровод- ность, 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	3,3	0,5...0,9	0,1...0,15
топливный	2,7	0,8...1,2	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
1	2	3
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Сила электрического тока	ампер	А
Сила света	кандела	кд

Окончание таблицы А.4

1	2	3
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, мин:		
быстрогасящаяся, до	20	20
медленногасящаяся, 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 $M_{рз}$	Замораживание		Испытание в растворе сернокислого 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