

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОЗЫРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени И. П. ШАМЯКИНА»

Д. В. Некрасов, Г. Н. Некрасова

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ:  
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

*«Рекомендовано учебно-методическим объединением по профессионально-техническому обучению в качестве учебного издания для направления специальности 1-08 01 01-05 «Профессиональное обучение (строительство)».*

Мозырь  
2012

УДК 691(076.1)

ББК 38.3 я73

Н 48

Авторы: **Д. В. Некрасов**, кандидат технических наук, доцент кафедры основ строительства и методики преподавания строительных дисциплин УО МГПУ имени И. П. Шамякина;  
**Г. Н. Некрасова**, старший преподаватель кафедры основ строительства и методики преподавания строительных дисциплин УО МГПУ имени И. П. Шамякина

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
учреждения образования  
«Мозырский государственный педагогический университет  
имени И. П. Шамякина»

**Некрасов, Д. В.**

Н 48 Строительные материалы и изделия: контрольная работа / Д. В. Некрасов, Г. Н. Некрасова. – Мозырь : УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2012. – 73 с.

ISBN 978-985-477-484-8.

В издании отражены цель и задачи дисциплины, программа, дана контрольная работа, которая включает теоретические вопросы и задачи по основным темам дисциплины и общие методические рекомендации к ее выполнению. Содержание издания соответствует действующему образовательному стандарту и действующей программе учебной дисциплины «Строительные материалы и изделия».

Предназначено для студентов специальности 1-08 01 01 «Профессиональное обучение», преподавателей.

УДК 691(076.1)

ББК 38.3 я73

ISBN 978-985-477-484-8

© Некрасов Д. В., Некрасова Г. Н., 2012

© УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2012

Учебное издание

Некрасов Дмитрий Вячеславович  
Некрасова Галина Николаевна

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ:  
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Корректор М. М. Макаревич  
Технический редактор Н. В. Ропот  
Компьютерная вёрстка и оригинал-макет Л. И. Федула

Подписано в печать 26.04.2012. Формат 60x90 1/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Times New Roman. Ризография. Усл. печ. л. 4,56.  
Тираж 49 экз. Заказ 15.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования  
«Мозырский государственный педагогический университет  
имени И. П. Шамякина»  
ЛИ № 02330/0549479 от 14 мая 2009 г.  
Ул. Студенческая, 28, 247760, Мозырь, Гомельская обл.  
Тел. (0236) 32-46-29

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Программа дисциплины.....	6
Общие методические указания к контрольной работе.....	11
Контрольное задание № 1	
<i>Решение задач</i> .....	14
Контрольное задание № 2	
<i>Расчет ориентировочного состава тяжелого бетона</i> .....	22
Контрольное задание № 3	
<i>Контрольные вопросы</i> .....	31
Контрольное задание № 4	
<i>Расчет ориентировочного состава легкого бетона</i> .....	36
Контрольное задание № 5	
<i>Расчет состава строительного раствора</i> .....	45
Список рекомендуемой литературы.....	52
Приложения.....	54

## ВВЕДЕНИЕ

Целью преподавания дисциплины «Строительные материалы и изделия» является обеспечение общей фундаментальной подготовки инженеров строительного профиля, которая служит базой для изучения профилирующих дисциплин: архитектуры, железобетонных и других конструкций, технологии строительного производства, экономики и организации строительства.

Методологическую основу дисциплины «Строительные материалы и изделия» составляет структурный подход, при котором свойства материала рассматриваются в связи с его составом и структурой. При таком подходе дисциплина получает отчетливо выраженное материаловедческое направление, соответствующее профилю строительной специальности вуза, а технология рассматривается как средство достижения оптимальной структуры материала с наименьшими затратами сырья, энергии и труда.

Материаловедческую основу дисциплины «Строительные материалы и изделия» составляют: учение о связи состава, строения и свойств материала; система показателей качества строительных материалов и изделий; физические, химические и физико-механические методы их количественной оценки, базирующиеся на знаниях, полученных при изучении физики, химии, математики, механики и др.

Подготовка специалистов широкого профиля выдвигает перед дисциплиной «Строительные материалы и изделия» следующие задачи:

- осветить основные направления производства, применения и развития прогрессивных строительных материалов и изделий;
- отразить задачи комплексного использования природного и техногенного сырья в связи с безотходными технологиями;
- показать роль науки в создании эффективных конструкционных, защитных и отделочных материалов и изделий;
- выявить тесную связь структуры материалов с их свойствами, изложить методологические основы получения материалов оптимального строения с требуемыми техническими характеристиками и долговечностью при максимальном ресурсосбережении;
- проанализировать меры защиты строительных материалов, изделий и конструкций от коррозии и методы повышения их долговечности;
- показать роль стандартизации в повышении качества материалов и изделий;
- отразить тенденции развития конструкционных и специальных видов строительных материалов и изделий;

- дать будущим специалистам экономические методы анализа при выборе материалов для конструкций, ориентировать их на максимальное использование местных материально-технических и трудовых ресурсов.

Педагогическую компетентность выпускника по дисциплине «Строительные материалы и изделия» составляют:

**а) знания:**

- основных видов строительных материалов и изделий;
- взаимосвязи состава, строения и свойств материала, принципов оценки показателей его качества;
- методов оптимизации строения и состава материала для получения изделия с заданными свойствами при максимальном ресурсосбережении;
- основных направлений развития промышленности строительных материалов и конструкций и методов повышения их качества и эффективности;
- определяющие влияние качества материала и изделия на долговечность и надежность строительной конструкции, методов защиты их от коррозии;
- мероприятий по охране окружающей среды и охране труда при изготовлении и применении строительных материалов и изделий;

**б) умения:**

- правильно оценить условия эксплуатации строительного материала в конструкции и сооружении;
- установить требования к материалу по комплексу показателей качества: назначению, технологичности, механическим свойствам, долговечности, надежности и др.;
- выбрать оптимальный материал для конструкции, работающей при заданных условиях эксплуатации, используя вариантный метод сравнения, обеспечивающий достижение нормативных показателей качества конечного продукта при наибольшем ресурсосбережении;
- определить оптимальные области применения строительного материала с учетом его назначения и показателей качества;
- постоянно пополнять свои знания в области строительных материалов и изделий;
- проведения научно-исследовательской работы в области строительных материалов.

Имея фундаментальную научную и практическую подготовку, специалист должен уметь самостоятельно принимать профессиональные решения с учетом их социальных и экологических последствий, непрерывно пополнять свои знания в области строительных материалов.

## ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### *1 Свойства строительных материалов*

Определение дисциплины, ее связь с профилирующими и общенаучными дисциплинами.

Основные направления развития производства строительных материалов и изделий. Влияние качества материала на долговечность и надежность строительных конструкций и сооружений.

Сырьевые ресурсы для производства строительных материалов: природные и техногенные отходы. Мероприятия по охране окружающей среды при изготовлении и применении строительных материалов и изделий.

Классификация строительных материалов и их свойства. Гидрофизические свойства. Плотность, методы ее определения. Пористость. Теплофизические свойства. Механические свойства. Прочность, методы оценки прочности без разрушения образцов. Специальные механические свойства, технологические и эксплуатационные свойства строительных материалов. Долговечность и надежность.

Система показателей качества, показатель качества и свойства материала. Методы оценки показателей качества продукции.

### *2 Природные каменные материалы*

Горные породы как сырье для получения нерудных строительных материалов. Классификация горных пород. Породообразующие материалы. Каменные материалы из изверженных, осадочных и метаморфических горных пород.

Области применения природных каменных материалов. Камни и блоки для стен зданий. Изделия для внутренней и наружной облицовки, инженерных сооружений, устройства полов. Дорожно-строительные материалы.

Технико-экономическая эффективность применения местных каменных материалов. Разработка карьеров. Конструктивные и химические способы защиты каменных материалов.

### *3 Неорганические вяжущие вещества*

Классификация минеральных вяжущих веществ. Воздушные вяжущие вещества. Гипсовые вяжущие. Воздушная известь: виды, сырье и способы производства. Магнезиальные вяжущие вещества. Кислотоупорный цемент.

Гидравлические вяжущие вещества, гидравлическая известь. Портландцемент: минералогический состав, сырье и производство. Основные показатели качества портландцемента. Деление на марки.

Специальные виды портландцементов: быстротвердеющий, сульфатостойкий, белый и цветные, гидрофобный и пластифицированный. Состав, свойства и применение. Цементы с активными минеральными добавками. Шлакопортландцемент. Свойства и применение. Шлакощелочные вяжущие. Области применения портландцементов различных видов и марок.

Глиноземистый цемент. Расширяющийся и напрягающий цементы, области применения.

#### *4 Бетоны*

Понятие о бетоне и его значение для строительства. Классификация бетонов.

Материалы для тяжелого бетона: вяжущее, крупный и мелкий заполнители, вода. Виды пластифицирующих добавок, их эффективность. Бетонная смесь: реологические и технические свойства. Структура и свойства бетона, влияние основных факторов. Понятие марки и класса бетона. Пути повышения прочности бетона и экономии цемента. Производственные факторы, влияющие на качество и экономические показатели бетонов.

Способы приготовления, транспортирования, укладки и уплотнения бетонных смесей, методы контроля и регулирования их качества. Твердение бетона в различных условиях. Коррозия бетона.

Специальные виды тяжелого бетона: высокопрочный, гидротехнический, кислотоупорный, жаростойкий, декоративный.

Бетоны на пористых заполнителях. Свойства и применение легких бетонов в строительных конструкциях. Ячеистые бетоны. Производство, свойства и применение.

#### *5 Железобетон*

Железобетон. Совместная работа бетона и стальной арматуры. Достоинства и недостатки железобетонных изделий. Виды и классы арматуры.

Технология изготовления сборного железобетона. Виды технологических схем поточного производства железобетонных изделий. Свойства и применение железобетонных изделий. Охрана окружающей среды и экономия материальных ресурсов при изготовлении железобетона.

Поведение бетонных и железобетонных изделий и конструкций в различных условиях эксплуатации. Методы защиты от коррозии технологическими способами.



## ***6 Строительные растворы***

Назначение и классификация строительных растворов. Виды и способы приготовления растворов, подбор состава. Материалы для строительных растворов. Виды строительных растворов. Методы регулирования качества растворных смесей. Пути экономии цемента и извести в строительных растворах.

## ***7 Изделия на основе минеральных вяжущих***

Композиционные материалы: структура и удельная прочность композита. Классификация композитов. Преимущества композиционных строительных материалов по сравнению с традиционными материалами и изделиями.

Изделия на основе гипса: гипсовые, гипсоволокнистые и гипсобетонные. Гипсокартонные листы. Производство, основные свойства и применение.

Асбестоцементные изделия: материалы для производства, виды изделий, основные свойства и применение.

Силикатные материалы и изделия. Устройство автоклава. Преимущества автоклавной обработки материалов. Понятие о физико-химических процессах при автоклавной обработке.

Изделия на основе магнезиальных вяжущих веществ: фибролит и ксилолит. Свойства и области применения.

Использование техногенных отходов и местных материалов для производства композиционных материалов.

## ***8 Керамические материалы и изделия***

Сырьевые материалы для производства керамических изделий. Представления об изготовлении керамических изделий, ресурсосбережение. Классификация керамических изделий по структуре черепка. Связь структуры черепка со свойствами керамических изделий.

Строительная керамика: стеновые керамические изделия, облицовочные материалы, санитарно-технические изделия. Керамические трубы. Огнеупорные и кислотоупорные керамические изделия. Производство, состав и основные свойства. Дорожный кирпич.

Стеновые керамические изделия с улучшенными теплотехническими свойствами.

## ***9 Материалы и изделия из древесины***

Древесина как строительный материал: достоинства и недостатки. Свойства древесины. Макроструктура и микроструктура древесины.

Зависимость свойств древесины от строения и влажности. Пороки древесины и их влияние на качество.

Породы древесины и их применение в строительстве. Основные виды материалов и изделий из древесины, применяемых в строительстве. Понятие о клееных конструкциях.

Сушка, хранение и транспортировка изделий. Защита древесины при эксплуатации. Антисептики.

### ***10 Изделия из силикатных расплавов***

Стекло как строительный материал. Химический состав и структура стекла, их влияние на свойства.

Материалы и изделия из стекольных расплавов. Производство листового оконного стекла, специальные виды стекла. Пеностекло и газостекло. Стекланная вата. Ситаллы и шлакоситаллы, особенности структуры и свойств, литые изделия из шлаков и отходов разработки горных пород. Области применения.

### ***11 Металлические материалы и изделия***

Классификация металлических материалов, применяемых в строительстве. Металлы и сплавы. Перспективы применения металлов в строительстве. Основные требования, предъявляемые к ним. Черные металлы и сплавы на их основе. Термическая обработка стали. Производство арматуры. Виды профилей закладных изделий. Цветные металлы.

### ***12 Битумные и дегтевые материалы***

Назначение, классификация и основные свойства. Исходное сырье и способы получения. Природные и искусственные битумы. Производство, свойства, применение. Дегти и пеки. Битумные и дегтевые растворы, эмульсии и пасты. Кровельные и изоляционные материалы. Асфальтовые бетоны и растворы. Дегтебетон. Свойства, производство и применение.

Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы: рубероид, пергамин, гидроизол, кровельный толь. Листовые и штучные изделия. Битумные и дегтевые мастики. Герметизирующие материалы.

### ***13 Полимеры и изделия из пластмасс***

Назначение, требования и рациональные области применения. Основные компоненты полимерных материалов и сырье для производства. Связующие вещества: полимеры, каучуки, резины. Наполнители, их назначение. Регулирующие добавки: стабилизаторы, отвердители,

пластификаторы и др. Принципы изготовления изделий. Свойства полимерных материалов: плотность, прочность, химическая стойкость, деформативные свойства. Зависимость свойств от температуры. Виды полимерных материалов и изделий. Клеи.

Полимербетоны и армополимербетонные конструкции. Материалы для полов: рулонные и плиточные. Монолитные покрытия для полов. Мастики. Стеновые материалы: пластики и стеклопластики. Погонажные изделия на основе полимерных материалов.

#### ***14 Теплоизоляционные материалы и изделия***

Технико-экономическое значение теплоизоляционных материалов в строительстве и требования к ним. Структура и свойства теплоизоляционных материалов и изделий, применяемых в строительстве. Общие сведения и классификация.

Неорганические и органические теплоизоляционные материалы. Изделия на основе минеральной ваты, стекловаты, ячеистого бетона, асбеста. Вспученные перлит и вермикулит. Фибролит. Пеностекло. Плиты ДВП и ДСП.

Оценка технико-экономической эффективности теплоизоляционных материалов, перспективы их развития.

#### ***15 Акустические материалы***

Назначение, общие сведения и классификация строительных акустических материалов. Звукоизоляционные материалы, требования, предъявляемые к ним, основные виды, свойства и применение в строительстве. Звукопоглощающие материалы: особенности строения, основные виды и способы получения.

Нормируемые качественные показатели акустических материалов, методы их регулирования и оценки.

#### ***16 Отделочные материалы***

Назначение лакокрасочных материалов. Общие сведения и классификация по видам и характеру использования. Перспективные виды отделочных материалов на основе стекла, керамики, стали и сплавов, полимеров.

Лакокрасочные материалы: грунтовки, шпатлевки. Назначение связующих и пигментов. Требования, предъявляемые к ним.

Красочные составы: масляные, эмульсионные (латексные), эмалевые, водоразбавляемые и летучесмоляные краски. Олифы, масляные лаки. Красочные составы на основе извести, мела, цемента, жидкого стекла, полимеров. Герметизирующие материалы и изделия.

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Для студентов заочного отделения дисциплина «Строительные материалы и изделия» включает: посещение лекций в период лабораторно-экзаменационной сессии; выполнение лабораторного практикума и сдача зачета по нему; выполнение контрольной работы и сдача экзамена по всему курсу.

**Работа с учебными пособиями.** На установочных лекциях излагаются и разъясняются только основные, наиболее сложные вопросы отдельных разделов программы и последние данные о современных достижениях науки и производства в промышленности строительных материалов. Поэтому студент-заочник должен самостоятельно работать над учебным материалом, при этом следует пользоваться как основной, так и дополнительной литературой, а также журналами, в которых отражаются новые достижения в отрасли.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При этом следует учесть, что расположение материала дисциплины в программе не всегда совпадает с расположением его в учебнике.

Для наиболее эффективного запоминания и усваивания изучаемого материала следует обязательно иметь рабочую тетрадь и заносить в нее основные понятия дисциплины, новые незнакомые термины и названия, схемы технологических процессов и т. п. Во всех случаях, когда материал поддается систематизации, желательно составлять графики, схемы, диаграммы, таблицы. Они очень облегчают запоминание и уменьшают объем конспектируемого материала.

Пока тот или иной раздел дисциплины не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к экзамену или зачету.

**Лабораторный практикум.** Для эффективного изучения дисциплины «Строительные материалы и изделия» необходимо выполнить лабораторный практикум. Он способствует формированию у слушателей навыков научного экспериментирования, исследовательского подхода к изучению предмета, логического мышления.

Выполнению каждой лабораторной работы должно предшествовать тщательное изучение теоретических основ по данной теме работы. Тема, цели и задания работы, краткая теоретическая

часть, ход исследования, практические результаты и выводы являются основными структурными компонентами каждой лабораторной работы.

Лабораторный практикум выполняется в отдельной тетради в клетку в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению лабораторного отчета. Защита производится в установленные сроки (лабораторный практикум выполняется в период сессии). Студенты, сдающие зачет (экзамен), предъявляют лабораторные отчеты с пометкой преподавателя о выполнении всех работ.

Отсутствие зачета по лабораторному практикуму является причиной недопуска данного слушателя к сдаче зачета или экзамена по дисциплине «Строительные материалы и изделия», выносимого на сессию.

**Контрольная работа.** В процессе изучения дисциплины «Строительные материалы и изделия», в соответствии с учебной программой, студент выполняет контрольную работу. К выполнению контрольной работы можно приступать только после изучения и проработки определенной части теоретического материала и тщательного разбора решения примеров типовых задач. Контрольная работа, выполняемая каждым студентом, включает 5 расчетных задач и 3 теоретических вопроса.

Ответы на теоретические вопросы должны быть полными, четко обоснованными, и, главное, они должны полностью раскрывать сущность вопроса. При решении задач нужно приводить весь алгоритм решения, включая математические преобразования. Приводимые в ходе решения (или ответа на теоретический вопрос) значения каждого из используемых физико-механических параметров должны сопровождаться единицами измерения (за исключением безразмерных величин).

Оформление контрольной работы в чистовом виде необходимо проводить аккуратно, избегая исправлений и помарок. Текст пишут полными словами без сокращений, за исключением сокращений, установленных ГОСТ. Для замечаний рецензента в тетради необходимо оставлять поля шириной не менее 2,5 см. **Текст контрольной работы** может быть оформлен следующими основными способами:

1) **рукописным** – нечертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 с высотой цифр не менее 2,5 мм; цифры и буквы необходимо писать четко чернилами или пастой одного цвета (черного или синего);

2) с помощью **компьютерных средств**. Текстовый редактор Microsoft Word, шрифты "Times New Roman" или "Arial", размер шрифта – 14 пт, межстрочный интервал – не менее 18 пт, абзац 1,25–1,5 см. Число строк на листе – не менее 30. Наименования, текст таблиц, формулы могут быть напечатаны другим размером.

Листы контрольной работы должны быть пронумерованы и переплетены (или помещены в скоросшиватель). Номера и условия задач переписываются дословно в том порядке, в каком они указаны в задании.

Работа должна быть датирована, иметь личную подпись студента и представлена на рецензирование в установленные сроки. *Оформление титульного листа* показано в Приложении А. В конце работы приводится список используемой литературы с указанием года издания (Приложение Б).

Если контрольная работа не зачтена, ее необходимо выполнить повторно в соответствии с указаниями рецензента и предоставить на рецензирование вместе с работой, не зачтенной ранее. Исправления следует выполнять в конце тетради, а не в рецензированном тексте.

*Номера заданий* из приведенного общего перечня определяются в соответствии с двумя последними цифрами в зачетной книжке студента по таблицам, предложенным в каждом задании.

*Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, преподавателем не рецензируется и не засчитывается.*

Студент, получивший зачет по лабораторным работам и положительную рецензию на контрольную работу, допускается к экзамену.

**Консультации.** В случае возникновения затруднений при изучении дисциплины студент может обратиться в учебное заведение к преподавателю за письменной или устной консультацией. Консультацию также можно получить по вопросам организации самостоятельной работы и по другим организационно-методическим вопросам.

## КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 1

### *Решение задач*

Для выполнения задания № 1 студенту необходимо решить две задачи по соответствующему варианту (таблица 1.1). Условия задач полностью переписываются в тетрадь, в которой выполняется контрольная работа.

В *приложении В* и *приложении Г* содержится необходимая справочная информация для решения некоторых задач. В *приложении Е* рассмотрены примеры решения типовых задач.

Таблица 1.1 – Варианты контрольных заданий № 1

<i>Последняя цифра зачетной книжки</i>	<i>Предпоследняя цифра зачетной книжки</i>									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	11	21	31	5	15	25	35	9	29
	37	47	57	67	40	50	60	70	43	53
2	2	12	22	32	6	16	26	36	10	20
	38	48	58	68	41	51	61	71	44	54
3	3	13	23	33	7	17	27	1	11	21
	39	49	59	69	42	52	62	72	45	55
4	4	14	24	34	8	18	28	2	12	22
	40	50	60	70	43	53	63	73	46	56
5	5	15	25	35	9	19	29	3	13	23
	41	51	61	71	44	54	64	37	47	57
6	6	16	26	36	10	20	30	4	14	24
	42	52	62	72	45	55	65	38	48	58
7	7	17	27	1	11	21	31	5	15	25
	43	53	63	73	46	56	66	39	49	59
8	8	18	28	2	12	22	32	6	16	26
	44	54	64	37	47	57	67	40	50	60
9	9	19	29	3	13	23	33	7	17	27
	45	55	65	38	48	58	68	41	51	61
0	10	20	30	4	14	24	34	8	18	28
	46	56	66	39	49	59	69	42	52	62

1. Сколько получится керамического кирпича из  $2,5 \text{ м}^3$  глины, если средняя плотность кирпича  $1750 \text{ кг/м}^3$ , а средняя плотность глины при влажности 11% составляет  $1650 \text{ кг/м}^3$ . Потери от прокаливании при обжиге сырца составляют 9% от массы сухой глины.

2. Сколько керамического кирпича размером  $250 \times 120 \times 65 \text{ мм}$  можно изготовить из 5 т глины с влажностью 12%, если потери при прокаливании глины составляют 8%? Средняя плотность кирпича  $1,7 \text{ г/см}^3$ .

3. Рассчитайте, какое количество кирпичей дырчатых утолщенных получится из 7000 кг глины с влажностью 10%, если потери при прокаливании глины составляют 6%? Средняя плотность кирпича  $1360 \text{ кг/м}^3$ , объем пустот – 35%.

4. Сколько получится керамического кирпича из  $2,5 \text{ м}^3$  глины, если средняя плотность кирпича  $1780 \text{ кг/м}^3$ , а средняя плотность глины при влажности 10% составляет  $1670 \text{ кг/м}^3$ . Потери при прокаливании при обжиге сырца составляют 12% от массы сухой глины.

5. Рассчитайте, какое количество кирпичей дырчатых утолщенных можно изготовить из  $100 \text{ м}^3$  глины при следующих исходных данных: средняя плотность кирпича  $1350 \text{ кг/м}^3$ , средняя плотность влажной глины в карьере  $1600 \text{ кг/м}^3$ , влажность ее 10%, при обжиге сырца в печи потеря массы составляет 4% от массы сухой глины, объем пустот – 30%.

6. Определите расход глины (по массе и объему) для приготовления 2500 штук утолщенных кирпичей, имеющих среднюю плотность  $1,78 \text{ г/см}^3$ . Средняя плотность сырой глины –  $1,61 \text{ г/см}^3$  (при влажности 13%). Потери кирпича по массе при обжиге составляют 8,5% от массы сухой глины.

7. Рассчитайте расход глины (по массе и объему), необходимой для изготовления 30 000 штук кирпичей обыкновенных при следующих данных: средняя плотность кирпича  $1760 \text{ кг/м}^3$ , средняя плотность сырой глины в карьере  $1640 \text{ кг/м}^3$ , ее влажность 15%, при обжиге сырца в печи потеря массы составляет 8% от массы сухой глины.

8. Рассчитайте расход глины (по массе и объему), необходимой для изготовления 20 000 штук камней дырчатых утолщенных при следующих исходных данных: средняя плотность камня  $1300 \text{ кг/м}^3$ , средняя плотность влажной глины в карьере  $1690 \text{ кг/м}^3$ , влажность ее 12%, при обжиге сырца в печи потеря массы составляет 7% от массы сухой глины, объем пустот – 35%.

9. Какое количество глины (по массе и объему) необходимо взять для изготовления 3000 штук утолщенного кирпича плотностью  $1790 \text{ кг/м}^3$ , если плотность сырой глины равна  $1650 \text{ кг/м}^3$ , влажность ее 13%, а потери при прокаливании составляют 6% от массы сухой глины?

10. Определите расход материалов для изготовления 1000 штук силикатного кирпича со средней плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  и влажностью 4%. Содержание негашеной извести в сухой смеси составляет 7%. Активность извести – 78%, влажность песка – 4%, расход воды – 7% от сухой массы.

11. Определите расход материалов для изготовления 3000 штук силикатного кирпича со средней плотностью  $1850 \text{ кг/м}^3$  и влажностью 3,5%. Содержание негашеной извести в сухой смеси составляет 5%. Активность извести – 83%, влажность песка – 3,5%, расход воды – 7% от сухой массы.



12. Определите расход материалов для изготовления 10 000 штук силикатного кирпича со средней плотностью  $1820 \text{ кг/м}^3$  и влажностью 3,8%. Содержание негашеной извести в сухой смеси составляет 6%. Активность извести – 80%, влажность песка – 3,5%, расход воды – 6,6% от сухой массы.

13. Масса сухого образца известняка составляет 300 г, а после насыщения его водой – 326 г. Средняя плотность известняка составляет  $2200 \text{ кг/м}^3$ . Определите водопоглощение известняка по массе и объему, а также пористость известняка, если его истинная плотность составляет  $2650 \text{ кг/м}^3$ .

14. Масса сухого образца из ракушечника составляла 300 г, а после насыщения его водой увеличилась до 390 г. Найдите пористость и объемное водопоглощение ракушечника, если истинная его плотность  $2,4 \text{ г/см}^3$ , а объем составляет  $250 \text{ см}^3$ .

15. Масса сухого образца ракушечника 56 г, а после полного его водопоглощения – 72 г. Определите объемное водопоглощение и пористость ракушечника, если средняя плотность его составляет  $1479 \text{ кг/м}^3$ , а истинная плотность  $2650 \text{ кг/м}^3$ .

16. Масса камня в сухом состоянии – 60 г, а при насыщении его водой она составляет 70 г. Определите среднюю плотность, водопоглощение по массе и пористость камня, если его объемное водопоглощение составляет 21%, а истинная плотность –  $2,4 \text{ г/см}^3$ .

17. Масса сухого образца – 76 г. После насыщения образца водой его масса составила 79 г. Определите среднюю плотность и пористость образца, если водопоглощение по объему его составляет 8,2%, а истинная плотность равна  $2,68 \text{ г/см}^3$ .

18. Образец имеет форму цилиндра диаметром 4 см и высотой 4 см. Его масса в сухом состоянии составляет 330 г, а после насыщения водой увеличивается до 356 г. Определите среднюю плотность горной породы и ее водопоглощение по массе и объему.

19. Образец имеет форму цилиндра диаметром 5 см и высотой 5 см. Его масса в сухом состоянии составляет 230 г, а после насыщения водой увеличивается до 236 г. Определите среднюю плотность горной породы и ее водопоглощение по массе и объему.

20. Образец базальта массой 109 г после парафинирования имел массу на воздухе 112 г, а при взвешивании в воде – 73,5 г. Определите его среднюю плотность, принимая плотность парафина  $0,93 \text{ г/см}^3$ .

21. Определите среднюю плотность каменного образца неправильной формы, если на воздухе он весил 80 г. Масса образца в воде после парафинирования составила 39 г. Расход парафина на покрытие образца составляет 12,3 г, а плотность парафина –  $0,93 \text{ г/см}^3$ .

22. Масса образца камня неправильной формы в сухом состоянии – 60 г. На парафинирование образца было затрачено 0,58 г парафина,

плотность которого составляет  $0,9 \text{ г/см}^3$ . При гидростатическом взвешивании парафинированный образец весит 26 г. Определите среднюю плотность каменного материала.

23. Масса сухого образца кирпича керамического обыкновенного стандартных размеров составляет 3,6 кг, а после насыщения водой – 3,9 кг. Определите пористость, водопоглощение по массе и объему и коэффициент насыщения кирпича при плотности вещества кирпича  $2700 \text{ кг/м}^3$ .

24. Во сколько раз пористость камня А отличается от пористости камня В, если известно, что истинная плотность обоих камней одинакова и составляет  $2,72 \text{ г/см}^3$ , а средняя плотность камня А на 20% больше, чем камня В, у которого водопоглощение по объему в 1,8 раза больше водопоглощения по массе.

25. Определите пористость горной породы, если известно, что ее водопоглощение по объему в 1,7 раза больше водопоглощения по массе, а истинная плотность равна  $2,6 \text{ г/см}^3$ .

26. Определите пористость камня из глиноземистого цемента, если содержание воды в нем составляет 28%, а количество химически связанной воды – 18% от массы цемента. Истинная плотность глиноземистого цемента –  $3 \text{ г/см}^3$ . При решении рекомендуется задаться массой цемента, например, 100 г.

27. Определите пористость цементного камня при водоцементном отношении  $В/Ц = 0,6$ , если химически связанная вода составляет 16% от массы цемента, истинная плотность которого  $3,1 \text{ г/см}^3$ .

28. Определите пористость камня из глиноземистого цемента, если содержание воды в нем составляет 30%, а количество химически связанной воды – 17% от массы цемента. Истинная плотность глиноземистого цемента –  $3,4 \text{ г/см}^3$ . При решении рекомендуется задаться массой цемента, например, 100 г.

29. Определите количество строительного гипса, полученного из 4 т природного гипсового камня, содержащего 7% примесей и имеющего влажность 9%. При решении задачи учтите изменения молекулярных масс в ходе реакции.

30. Определите количество строительного гипса, полученного из 5 т природного гипсового камня, содержащего 6% примесей и имеющего влажность 5%. При решении задачи учтите изменения молекулярных масс в ходе реакции.

31. Определите выход извести-кипелки из 16 т известняка с влажностью 9% и количеством примесей 8% (от массы сухого известняка). При решении задачи учтите изменения молекулярных масс в ходе реакции.

32. Сколько потребуется сухого известняка с учетом примесей для получения 5 т извести-кипелки? Содержание примесей в извести

составляет 8%. Подсчитайте активность извести и установите ее сорт. При решении задачи учтите изменения молекулярных масс в ходе реакции.

33. Сколько потребуется сухого известняка с учетом примесей для получения 6 т извести-кипелки? Содержание примесей в извести составляет 0,7 т. Подсчитайте активность извести и установите ее сорт. При решении задачи учтите изменения молекулярных масс в ходе реакции.

34. Определите количество негашеной (комовой) извести и установите ее сорт, получаемый при полном обжиге 150 т известняка с влажностью 10%, содержащего 4% глинистых примесей и 3% песчаных примесей. При решении задачи учтите изменения молекулярных масс в ходе реакции.

35. Определите количество негашеной (комовой) извести и установите ее сорт, получаемый при полном обжиге 10 т известняка с влажностью 8%, содержащего 10% глинистых примесей и 6% песчаных примесей. При решении задачи учтите изменения молекулярных масс в ходе реакции, протекающей при обжиге чистого известняка.

36. Сколько получится известкового теста, содержащего 60% воды, из 2,5 т извести-кипелки, активность которой составляет 85% от массы сухого вещества?

37. Сколько содержится извести и воды (по массе) в  $1 \text{ м}^3$  известкового теста, если средняя плотность его  $1460 \text{ кг/м}^3$ ? Плотность гидратной извести составляет  $2,05 \text{ г/см}^3$ .

38. Определите содержание извести и воды (по массе) в  $1 \text{ м}^3$  известкового теста, если средняя плотность составляет  $1,35 \text{ г/см}^3$ , а истинная плотность извести-пушонки –  $2,1 \text{ г/см}^3$ .

39. Определите среднюю плотность, коэффициент теплопроводности и установите примерное название материала, если образец из него имел форму куба с ребром 3 см и массу 324 г.

40. Образец каменного материала в форме куба со стороной 7 см имеет массу в сухом состоянии 1,5 кг. Определите ориентировочно среднюю плотность, коэффициент теплопроводности и возможное наименование этого материала.

41. Образец каменного материала в форме куба со стороной 10 см имеет массу в сухом состоянии 1,7 кг. Определите ориентировочно коэффициент теплопроводности и возможное наименование этого материала.

42. Образец горной породы в форме куба со стороной 5 см при испытании на сжатие разрушился при показании манометра 2,7 МПа, а в насыщенном водой состоянии – при 2,1 МПа. Определите пределы прочности при сжатии сухого и насыщенного образцов камня, а также коэффициент его размягчения, если известно, что площадь поршня пресса в 20 раз больше площади образца.

43. Определите коэффициент размягчения и дайте заключение о водостойкости ракушечника, если известна разрушающая нагрузка при испытании образца в сухом состоянии на гидравлическом прессе – 821000 Н; площадь образца – 40000 мм<sup>2</sup>. После насыщения ракушечника водой его прочность уменьшилась на 25%.

44. Определите коэффициент размягчения известняка-ракушечника, если разрушающая нагрузка при испытании образца в сухом состоянии на гидравлическом прессе составила 907,6 кН, а площадь образца – 5 см<sup>2</sup>. После насыщения образца известняка-ракушечника водой его прочность уменьшилась на 20%.

45. Манометр пресса в момент разрушения стандартного образца древесины с влажностью 25% при сжатии вдоль волокон показал давление 4 МПа. Определите предел прочности древесины при сжатии, влажность которой 12%, если площадь поршня пресса равна 52 см<sup>3</sup>.

46. Манометр пресса в момент разрушения стандартного образца древесины с влажностью 22% при сжатии вдоль волокон показал давление 5 МПа. Определите предел прочности древесины при сжатии, влажность которой 12%, если площадь поршня пресса равна 50 см<sup>3</sup>.

47. Стандартный образец дуба 2х2х3 см имеет массу 9,5 г, предел прочности при сжатии – 34 МПа. Определите среднюю плотность и предел прочности при стандартной влажности, если высушенный образец имеет массу 8,9 г.

48. Стандартный образец дуба 2х2х3 см имеет массу 8,5 г, предел прочности при сжатии – 32 МПа. Определите: а) при какой влажности образца производилось испытание, б) среднюю плотность и предел прочности при стандартной влажности, если высушенный образец имеет массу 8,0 г.

49. Стандартный образец дуба размером 2х2х3 см при испытании на сжатие вдоль волокон разрушился при нагрузке 13 кН. Влажность древесины в момент испытания – 21%. Определите коэффициент конструктивного качества древесины, если ее средняя плотность при стандартной влажности составляет 6,8 г/см<sup>3</sup>.

50. Определите среднюю плотность древесины сосны при влажности 23%, если при влажности 9% она равна 510 кг/м<sup>3</sup>.

51. Определите среднюю плотность древесины сосны при влажности 20%, если при влажности 10% она равна 470 кг/м<sup>3</sup>.

52. Деревянный брусок сечением 2х2 см при стандартном испытании на изгиб разрушился при нагрузке 1500 Н. Влажность образца составляет 25%. Какой вид древесины был использован для изготовления бруска?

53. Деревянный брусок сечением 2х2 см при стандартном испытании на изгиб разрушился при нагрузке 1230 Н. Влажность образца составляет 21%. Какой вид древесины был использован для изготовления бруска?

54. Масса  $1 \text{ м}^3$  сосны при 12% влажности составляет 530 кг. Определите коэффициент конструктивного качества сосны, если при сжатии вдоль волокон образца стандартных размеров с влажностью 18% разрушающая нагрузка оказалась равной 16400 Н.

55. Масса  $2 \text{ м}^3$  сосны при 12% влажности составляет 980 кг. Определите коэффициент конструктивного качества сосны, если при сжатии вдоль волокон образца стандартных размеров с влажностью 18% разрушающая нагрузка оказалась равной 14 560 Н.

56. Определите плотность древесины сосны при влажности 20%, если при влажности 10% она составляла  $0,4 \text{ т/м}^3$ , а коэффициент объемной усушки равен 0,55.

57. Определите плотность древесины сосны при влажности 22%, если при влажности 10% она составляла  $0,45 \text{ т/м}^3$ , а коэффициент объемной усушки равен 0,5.

58. Гранитный щебень фракции 10–20 мм имеет насыпную плотность  $1,45 \text{ г/см}^3$ , истинную плотность –  $2,63 \text{ г/см}^3$ . Сколько следует взять кварцевого песка с насыпной плотностью  $1,6 \text{ г/см}^3$  для получения минимальной пустотности смеси щебня и песка?

59. Гранитный щебень фракции 10–20 мм имеет насыпную плотность  $1490 \text{ кг/м}^3$ , истинную плотность –  $2650 \text{ кг/м}^3$ . Сколько следует взять кварцевого песка с насыпной плотностью  $1560 \text{ кг/м}^3$  для получения минимальной пустотности смеси щебня и песка?

60. Определите расход цемента и молотого песка для изготовления  $1 \text{ м}^3$  пенобетона, если средняя плотность его в сухом состоянии равна  $680 \text{ кг/м}^3$ , а количество химически связанной воды составляет 20% от массы цемента и молотого песка. Отношение массы цемента к массе песка составляет 1:0,8.

61. Определите расход цемента и молотого песка для изготовления  $3 \text{ м}^3$  пенобетона, если средняя плотность его в сухом состоянии равна  $630 \text{ кг/м}^3$ , а количество химически связанной воды составляет 18% от массы цемента и молотого песка. Отношение массы цемента к массе песка составляет 1:0,75.

62. Определите коэффициент выхода и среднюю плотность бетонной смеси, если для получения  $200 \text{ м}^3$  бетонной смеси было израсходовано 60 т цемента,  $95 \text{ м}^3$  песка и  $152 \text{ м}^3$  щебня с насыпной плотностью соответственно 1,3, 1,5 и  $1,4 \text{ т/м}^3$ , а  $V/C = 0,44$ .

63. Определите коэффициент выхода и среднюю плотность бетонной смеси, если для получения  $300 \text{ м}^3$  бетонной смеси было израсходовано 75 т цемента,  $120 \text{ м}^3$  песка и  $204 \text{ м}^3$  щебня с насыпной плотностью соответственно 1290, 1510 и  $1460 \text{ кг/м}^3$ , а  $V/C = 0,46$ .

64. На бетонный завод передан лабораторный состав тяжелого бетона: Ц = 300 кг, П = 650 кг, Щ = 1320 кг, В = 160 л. Активность цемента

равна 45 МПа, заполнители рядового качества. Насколько снизится прочность бетона, если не будут учтены влажность песка 2% и щебня 3%?

65. На бетонный завод передан лабораторный состав тяжелого бетона: Ц = 300 кг, П = 650 кг, Щ = 1320 кг, В = 160 л. Активность цемента равна 45 МПа, заполнители высокого качества. Насколько снизится прочность бетона, если не будут учтены влажность песка 2% и щебня 3%?

66. На бетонный завод передан лабораторный состав тяжелого бетона: Ц = 320 кг, П = 430 кг, Щ = 1270 кг, В = 165 л. Активность цемента равна 50 МПа, заполнители рядового качества. Насколько снизится прочность бетона, если не будут учтены влажность песка 2% и щебня 2%?

67. На бетонный завод передан лабораторный состав тяжелого бетона: Ц = 320 кг, П = 430 кг, Щ = 1270 кг, В = 165 л. Активность цемента равна 50 МПа, заполнители высокого качества. Насколько снизится прочность бетона, если не будут учтены влажность песка 2% и щебня 2%?

68. Прочность бетона на сжатие в возрасте 14 суток составляла 15 МПа. Определите активность цемента (предел прочности на сжатие), если водоцементное отношение В/Ц = 0,7.

69. Бетон в 7-дневном возрасте показал предел прочности на сжатие 20 МПа. Определите активность цемента (предел прочности на сжатие), если водоцементное отношение В/Ц = 0,4.

70. Определите прочность бетона в возрасте 80 суток, если его прочность в возрасте 14 суток составляла 22 МПа, а в возрасте 28 суток, соответственно, 35 МПа.

71. Определите прочность бетона в возрасте 28 суток, если его прочность в возрасте 4 суток составила 12 МПа, а в возрасте 8 суток, соответственно, 19 МПа.

72. Рассев песка на стандартном наборе сит показал следующее содержание частных остатков: сито 2,5 – 162 г, сито 1,25 – 273 г, сито 0,63 – 268 г, сито 0,32 – 137 г, сито 0,16 – 150 г. Остальные 10 г прошли сквозь сито 0,16. Определите модуль крупности песка и нанесите его гранулометрический состав на график.

73. Рассев песка на стандартном наборе сит показал следующее содержание частных остатков: сито 2,5 – 182 г, сито 1,25 – 381 г, сито 0,63 – 198 г, сито 0,32 – 166 г, сито 0,16 – 158 г. Остальные 10 г прошли сквозь сито 0,16. Определите модуль крупности песка и нанесите его гранулометрический состав на график.

## КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 2

### *Расчет ориентировочного состава тяжелого бетона*

Для выполнения задания № 2 каждому студенту необходимо рассчитать состав тяжелого бетона в соответствии с его вариантом (таблица 2.1). Первая цифра – номер варианта, ОК – осадка конуса (см) или Ж – жесткость бетонной смеси (с), В – водопотребность песка (%).

Исходные данные для расчета состава тяжелого бетона приведены в таблице 2.2. Данные для расчета переписываются в табличной форме в тетрадь, в которой выполняется контрольная работа.

Таблица 2.1 – Варианты контрольных заданий № 2

<i>Последняя цифра зачетной книжки</i>	<i>Предпоследняя цифра зачетной книжки</i>									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	22 Ж-12 В-10	4 ОК-6 В-6	14 Ж-23 В-8	24 ОК-1 В-10	5 Ж-10 В-11	1 ОК-10 В-4	11 Ж-10 В-6	21 ОК-8 В-8	2 Ж-20 В-4	12 ОК-4 В-8
8	23 Ж-13 В-9	5 ОК-8 В-10	15 Ж-24 В-11	25 ОК-2 В-5	6 Ж-11 В-8	2 ОК-9 В-5	12 Ж-11 В-7	22 ОК-7 В-9	3 Ж-21 В-5	13 ОК-5 В-11
7	24 Ж-14 В-8	6 ОК-7 В-11	16 Ж-25 В-10	26 ОК-3 В-6	7 Ж-12 В-11	3 ОК-8 В-6	13 Ж-12 В-8	23 ОК-6 В-10	4 Ж-22 В-7	14 ОК-6 В-10
6	25 Ж-15 В-6	7 ОК-6 В-8	17 Ж-26 В-5	27 ОК-4 В-4	8 Ж-13 В-10	4 ОК-7 В-7	14 Ж-13 В-9	24 ОК-5 В-11	5 Ж-23 В-11	15 ОК-7 В-9
0	26 Ж-16 В-4	8 ОК-5 В-9	18 Ж-27 В-6	28 ОК-5 В-9	9 Ж-14 В-6	5 ОК-6 В-8	15 Ж-14 В-10	25 ОК-4 В-4	6 Ж-24 В-10	16 ОК-8 В-8
1	27 Ж-17 В-5	9 ОК-4 В-6	19 Ж-28 В-4	29 ОК-4 В-9	10 Ж-15 В-4	6 ОК-5 В-9	16 Ж-15 В-11	26 ОК-3 В-5	7 Ж-25 В-9	17 ОК-9 В-6
2	28 Ж-18 В-7	10 ОК-5 В-4	20 Ж-29 В-6	30 ОК-7 В-8	11 Ж-16 В-5	7 ОК-4 В-10	17 Ж-16 В-4	27 ОК-2 В-6	8 Ж-26 В-8	18 ОК-10 В-4
3	29 Ж-19 В-10	11 ОК-1 В-5	21 Ж-30 В-9	1 ОК-6 В-5	12 Ж-17 В-8	8 ОК-3 В-11	18 Ж-17 В-5	28 ОК-1 В-7	9 Ж-27 В-5	19 ОК-7 В-5
4	30 Ж-20 В-11	12 ОК-2 В-7	22 Ж-31 В-8	2 ОК-4 В-6	14 Ж-18 В-11	9 ОК-2 В-4	19 Ж-18 В-6	29 ОК-6 В-8	10 Ж-28 В-6	20 ОК-6 В-7
5	1 Ж-31 В-6	13 ОК-3 В-9	23 Ж-32 В-11	4 ОК-3 В-10	15 Ж-19 В-8	10 ОК-1 В-5	20 Ж-19 В-7	30 ОК-4 В-9	11 Ж-29 В-4	21 ОК-5 В-11

Таблица 2.2 – Варианты заданий для расчета состава тяжелого бетона

<i>Показатель</i>	<i>Номер варианта</i>														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Марка бетона, кгс/см <sup>2</sup>	300	350	400	450	300	400	450	500	450	300	350	400	350	500	500
Марка цемента, кгс/см <sup>2</sup>	400	400	400	500	500	500	550	550	600	550	500	550	550	600	550
Удобоукладываемость: осадка конуса (см) жесткость (с)	В соответствии с вариантом (по таблице 2.1)														
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup> :															
цемента	0,95	1,00	1,05	1,10	1,12	1,15	1,14	1,10	1,05	1,00	1,03	1,05	1,10	1,15	1,12
песка	1,50	1,54	1,56	1,58	1,60	1,62	1,65	1,67	1,70	1,50	1,55	1,57	1,59	1,64	1,68
щебня	–	–	–	1,55	–	–	1,52	1,49	1,58	–	–	–	–	1,45	1,57
гравия	1,56	1,60	1,62	–	1,54	1,61	–	–	–	1,59	1,60	1,61	1,61	–	–
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup> :															
цемента	3,10	3,12	3,15	3,16	3,20	3,21	3,24	3,20	3,18	3,17	3,14	3,12	3,10	3,20	3,20
песка	2,50	2,55	2,60	2,55	2,50	2,55	2,60	2,65	2,65	2,60	2,55	2,55	2,60	2,60	2,65
щебня	–	–	–	2,63	–	–	2,65	2,67	2,65	–	–	–	–	2,65	2,70
гравия	2,60	2,62	2,64	–	2,55	2,64	–	–	–	2,61	2,60	2,62	2,63	–	–
Влажность, %:															
песка	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	5	5	5
щебня	–	–	–	2	–	–	2	3	2	–	–	–	–	2	1
гравия	2	2	3	–	3	1	–	–	–	3	3	2	2	–	–
Наибольшая крупность, мм:															
щебня	–	–	–	40	–	–	70	40	20	–	–	–	–	20	70
гравия	20	20	40	–	70	70	–	–	–	40	40	20	70	–	–
Водопотребность песка, %	В соответствии с вариантом (по таблице 2.1)														
Модуль крупности песка, M <sub>кр</sub>	2,8	2,7	2,9	2,1	1,9	1,9	1,8	1,8	2,8	2,8	2,7	2,0	1,7	1,7	1,8



Продолжение таблицы 2.2

<i>Показатель</i>	<i>Номер варианта</i>														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Класс бетона	10	10	12,5	12,5	15	15	20	20	25	25	30	30	35	35	40
Марка цемента, кгс/см <sup>2</sup>	300	400	300	400	400	500	400	500	400	500	500	550	500	550	550
Удобоукладываемость: осадка конуса (см) жесткость (с)	В соответствии с вариантом (по таблице 2.1)														
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup> :															
цемента	1,12	1,10	1,04	1,00	0,98	1,08	1,10	1,12	1,11	1,10	1,09	1,10	1,00	1,05	1,06
песка	1,52	1,55	1,60	1,50	1,56	1,63	1,60	1,60	1,68	1,65	1,59	1,64	1,65	1,67	1,64
щебня	–	–	–	–	–	1,54	–	1,50	–	1,53	1,54	1,55	1,61	1,48	1,57
гравия	1,49	1,46	1,47	1,59	1,62	–	1,61	–	1,58	–	–	–	–	–	–
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup> :															
цемента	3,12	3,11	3,15	3,16	3,20	3,10	3,15	3,21	3,12	3,20	3,16	3,10	3,22	3,18	3,20
песка	2,50	2,55	2,55	2,50	2,62	2,65	2,60	2,65	2,63	2,65	2,54	2,55	2,65	2,65	2,63
щебня	–	–	–	–	–	2,63	–	2,60	–	2,60	2,60	2,65	2,67	2,65	2,65
гравия	2,51	2,50	2,60	2,52	2,53	–	2,65	–	2,65	–	–	–	–	–	–
Влажность, %:															
песка	4	4	5	5	6	6	7	7	4	4	5	5	6	6	7
щебня	–	–	–	–	–	3	–	3	–	1	2	3	2	1	3
гравия	1	2	3	1	3	–	2	–	1	–	–	–	–	–	–
Наибольшая крупность, мм:															
щебня	–	–	–	–	–	20	–	40	–	70	70	40	40	20	40
гравия	10	20	20	40	40	–	70	–	40	–	–	–	–	–	–
Водопотребность песка, %	В соответствии с вариантом (по таблице 2.1)														
Модуль крупности песка, M <sub>кр</sub>	1,9	2,6	2,6	2,9	2,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,9	2,8	2,8	2,0	1,9	1,8

Подбор состава тяжелого бетона заключается в установлении соотношения между цементом, водой, песком, щебнем (гравием) и добавками в виде расхода материалов на 1 м<sup>3</sup> уплотненной бетонной смеси. Это соотношение должно обеспечить необходимые технологические свойства затвердевшего бетона.

*Подбор состава тяжелого бетона включает в себя следующие основные этапы:*

- выбор и оценку пригодности имеющихся материалов;
- расчет ориентировочного состава бетона;
- экспериментальную проверку и корректирование состава бетона на опытных замесах;
- назначение рабочего состава бетона и расчет расхода материалов на замес бетономешалки.

### Алгоритм расчета состава тяжелого бетона

1. По заданному классу бетона и марке определяем нормативное сопротивление бетона осевому сжатию  $R_b$ :

$$B = 0,778 \cdot R_b.$$

2. Вычисляем водоцементное отношение ( $B/C$ ) – отношение массы воды к массе цемента, исходя из условий получения требуемой прочности бетона (класса бетона) в зависимости от активности цемента и с учетом вида и качества заполнителей по следующим формулам:

$$\text{для бетонов с } B/C > 0,4 \quad \frac{B}{C} = \frac{A \cdot R_c}{R_b + 0,5 \cdot A \cdot R_c};$$

$$\text{для бетонов с } B/C < 0,4 \quad \frac{B}{C} = \frac{A_1 \cdot R_c}{R_b - 0,5 \cdot A_1 \cdot R_c},$$

где  $R_c$  – активность цемента, МПа;

$A$  и  $A_1$  – коэффициенты, учитывающие качество применяемых материалов (таблица 2.3);

$R_b$  – прочность бетона, МПа.

3. Определяем ориентировочный расход воды ( $B$ , кг/м<sup>3</sup>) по таблице 2.4 с учетом заданной удобоукладываемости бетонной смеси, вида и крупности зерен заполнителя.

Таблица 2.3 – Значения коэффициентов, учитывающих качество материалов

<i>Характеристика заполнителей бетона</i>	<i>A</i>	<i>A<sub>I</sub></i>
Высококачественные	0,65	0,43
Рядовые	0,60	0,40
Пониженного качества	0,55	0,37

***Примечания***

1. К высококачественным материалам относят портландцемент высокой активности с минимальным количеством гидравлической добавки, щебень из плотных пород, песок (плотный, крупный и средней крупности). Заполнители должны быть не загрязненными, оптимального зернового состава.

2. К рядовым материалам относят портландцемент средней активности или высокомарочный шлакопортландцемент, заполнители среднего качества, в том числе гравий.

3. К материалам пониженного качества относят цементы низкой активности, непрочные крупные заполнители, мелкие пески.

4. Вычисляем расход цемента (*Ц*, кг/м<sup>3</sup>) по уже известным водопотребности бетонной смеси и водоцементному отношению по формуле:

$$Ц = В : \frac{В}{Ц},$$

где *В* – расход воды, кг/м<sup>3</sup>;

*В/Ц* – отношение массы воды к массе цемента.

Может оказаться, что полученная величина расхода цемента на 1 м<sup>3</sup> бетона ниже допустимого нормами минимума, тогда значение *Ц*, увеличивают до требуемой нормы с соответствующим увеличением расхода воды *В*, с тем чтобы неизменным оказалось водоцементное отношение. Следует отметить, что минимально допустимый расход цемента для неармированных сборных изделий составляет 200 кг/м<sup>3</sup>, а для железобетонных изделий – 220 кг/м<sup>3</sup>.

Кроме того, нормы расхода цемента не должны превышать типовые по СНиП 5.01.23-83 «Типовые нормы расхода цемента для приготовления бетонов сборных и монолитных бетонных и железобетонных изделий и конструкций». Максимальная норма расхода цемента не должна превышать 600 кг/м<sup>3</sup>. Если расход цемента превышает типовые нормы, тогда следует проводить мероприятия по экономии цемента.

Таблица 2.4 – Ориентировочный расход воды на 1 м<sup>3</sup> бетона

Удобоукладываемость бетонной смеси		Наибольшая крупность зерен, мм						
		гравия				щебня		
осадка конуса, см	жесткость, с	10	20	40	70	20	40	70
–	31–50	150	135	125	120	150	135	130
–	21–30	160	145	130	125	160	145	140
–	16–20	165	150	135	130	165	150	145
–	10–15	175	160	145	140	175	160	155
1–3	–	190	175	160	155	190	175	170
4–6	–	200	185	170	165	200	185	180
7–10	–	205	190	175	170	205	190	185
11–14	–	215	205	190	180	215	200	190

### Примечания

1. Таблица действительна при использовании портландцемента или шлакопортландцемента и песка средней крупности ( $2,0 \leq M_{кр} \leq 2,5$ ) водопотребностью 7%.

2. При применении мелкого песка водопотребностью свыше 7% расход воды увеличивается на 5 л на каждый дополнительный процент.

3. При применении крупного песка водопотребностью ниже 7% расход воды уменьшается на 5 л на каждый процент уменьшения.

4. При использовании пуццолановых портландцементов расход воды увеличивается на 15–20 л.

5. При расходе портландцемента 450–500 кг расход воды увеличивается на 10 л на каждые 100 кг цемента.

5. По таблице 2.5 определяем коэффициент раздвижки зерен ( $\alpha$ ) щебня (гравия) для пластичных бетонных смесей.

6. Определяем пустотность щебня (гравия) в рыхлонасыпанном состоянии по формуле:

$$V_{пуст.щ(г)} = \frac{\rho_{щ(г)} - \rho_{н.щ(г)}}{\rho_{щ(г)}},$$

где  $\rho_{щ(г)}$  – истинная плотность щебня (гравия), кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{н.щ(г)}$  – насыпная плотность щебня (гравия), кг/м<sup>3</sup>.

Таблица 2.5 – Значение коэффициента  $\alpha$  для подвижных бетонных смесей

Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>	Значение коэффициента раздвижки зерен ( $\alpha$ ) в пластичной бетонной смеси на песке средней крупности с водопотребностью 7% при В/Ц					
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	–	–	1,22	1,26	1,32	1,38
300	–	1,24	1,30	1,36	1,42	–
350	1,26	1,32	1,38	1,44	–	–
400	1,31	1,40	1,46	–	–	–
500	1,44	1,52	1,56	–	–	–
600	1,52	1,56	–	–	–	–

### Примечания

1. При применении мелкого песка с водопотребностью свыше 7% коэффициент уменьшается на 0,03 на каждый дополнительный процент водопотребности песка.

2. При применении крупного песка с водопотребностью ниже 7% коэффициент увеличивается на 0,03 на каждый дополнительный процент водопотребности песка.

3. При других значениях Ц и В/Ц  $\alpha$  находят интерполяцией (в Приложении Д рассмотрен метод линейной интерполяции).

4. Для очень жестких ( $Ж > 20$  с) бетонных смесей  $\alpha$  принимается в зависимости от расхода цемента равным: до 400 кг – 1,05–1,10; 400–500 кг – 1,10–1,20; 500–600 кг – 1,20–1,25. Например, при расходе цемента 420 кг принимаем  $\alpha = 1,12$ .

7. Рассчитываем расход заполнителей: песка ( $\Pi$ , кг/м<sup>3</sup>), щебня ( $\Pi\zeta$ , кг/м<sup>3</sup>) или гравия ( $\Gamma$ , кг/м<sup>3</sup>), исходя из двух условий:

а) сумма абсолютных объемов всех компонентов бетона равна 1 м<sup>3</sup> уплотненной смеси, т. е.:

$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{В}{\rho_{в}} + \frac{\Pi}{\rho_{п}} + \frac{\Pi\zeta(\Gamma)}{\rho_{\Pi\zeta(\Gamma)}} = 1,$$

где  $Ц$ ,  $В$ ,  $\Pi$ ,  $\Pi\zeta(\Gamma)$  – расход цемента, воды, песка и щебня (гравия), соответственно, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{ц}$ ,  $\rho_{в}$ ,  $\rho_{п}$ ,  $\rho_{\Pi\zeta(\Gamma)}$  – истинная плотность этих материалов, соответственно, кг/м<sup>3</sup>;

б) цементно-песчаный раствор заполнит все пустоты в крупном заполнителе с некоторой раздвижкой зерен, т. е.:

$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{В}{\rho_{в}} + \frac{П}{\rho_{п}} = \frac{V_{пуст.щ(г)} \cdot \alpha \cdot Щ(Г)}{\rho_{н.щ(г)}},$$

где  $\rho_{н.щ(г)}$  – насыпная плотность щебня (гравия), кг/м<sup>3</sup>;

$V_{пуст.щ(г)}$  – пустотность щебня (гравия) в рыхлом состоянии;

$\alpha$  – коэффициент раздвижки зерен.

Решая совместно два уравнения, находим формулу для определения расхода щебня (кг) на 1 м<sup>3</sup> бетона:

$$Щ(Г) = \frac{1}{\frac{V_{пуст.щ(г)} \cdot \alpha}{\rho_{н.щ(г)}} + \frac{1}{\rho_{щ(г)}}}.$$

Расход песка рассчитываем по формуле:

$$П = \left[ 1 - \left( \frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{В}{\rho_{в}} + \frac{Щ(Г)}{\rho_{щ(г)}} \right) \right] \cdot \rho_{п}.$$

8. Зная расход компонентов  $Ц, В, П, Щ(Г)$  на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси, вычисляем ее расчетную плотность по формуле:

$$\rho_{б.с.} = \rho_{ц} + \rho_{в} + \rho_{п} + \rho_{щ(г)};$$

и коэффициент выхода бетона  $B_б$ :

$$B_б = \frac{1}{\frac{Ц}{\rho_{н.ц}} + \frac{П}{\rho_{н.п}} + \frac{Щ(Г)}{\rho_{н.щ(г)}}},$$

где  $Ц, В, П, Щ(Г)$  – расход сухих компонентов на 1 м<sup>3</sup> бетона, кг;

$\rho_{н.ц}, \rho_{н.п}, \rho_{н.щ(г)}$  – насыпная плотность сухих материалов, кг/м<sup>3</sup>.

Значение коэффициента выхода бетона обычно находится в пределах  $B_б = 0,6 - 0,75$ .

9. Расчет состава бетонной смеси на лабораторный замес определяют с учетом влажности заполнителей:

а) определяем расход воды в компонентах бетонной смеси по формулам:

$$B_{щ(г)} = Щ(Г) \cdot \frac{W_{щ(г)}}{100},$$

$$B_{II} = II \cdot \frac{W_{II}}{100},$$

где  $Щ(\Gamma)$  и  $II$  – расход сухих компонентов на  $1 \text{ м}^3$  бетона, кг;  
 $W_{щ(\Gamma)}$  и  $W_{II}$  – влажность щебня (гравия) и песка, соответственно, %;

б) пересчитаем расход воды на бетонную смесь с учетом влажности материалов:

$$B' = B - B_{II} - B_{щ(\Gamma)},$$

где  $B$  – ориентировочный расход воды, принятый в п. 3, кг;

в) пересчитаем расход заполнителей:

$$Ц' = Ц;$$

$$Щ'(\Gamma') = Щ(\Gamma) + B_{щ(\Gamma)};$$

$$II' = II + B_{II}.$$

10. Рассчитанный состав бетонной смеси выражаем в виде соотношения

$$1 : \frac{II'}{Ц} : \frac{Щ'(\Gamma')}{Ц}$$

при определенном водоцементном отношении ( $B/Ц$ ) и активности цемента ( $R_{II}$ , МПа).

### **Примечания**

*Рассчитанный состав бетонной смеси выражают в виде соотношения по массе. При этом массу цемента принимают за единицу, поэтому соотношение между составными частями бетона имеет вид  $1:X:Y$  при определенном  $B/Ц$  и  $R_{II}$ .*

*Например, 1:2,3:4,4 по массе при  $B/Ц = 0,62$  и  $R_{II} = 40$  МПа.*

11. На основании п. 9, п. 10 и исходных данных самостоятельно рассчитайте номинальный состав бетонной смеси по объему в  $\text{м}^3$  и представьте в виде:

Цемент –  $X \text{ м}^3$ ;

Песок –  $Y \text{ м}^3$ ;

Щебень (гравий) –  $Z \text{ м}^3$ ;

Вода –  $V \text{ м}^3$ .

## КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 3

### *Контрольные вопросы*

Для выполнения задания № 3 каждому студенту необходимо ответить на три теоретических вопроса по соответствующему варианту (таблица 3.1). Текст вопросов переписывается в тетрадь, в которой выполняется контрольная работа.

Таблица 3.1 – Варианты контрольных заданий № 3

<i>Последняя цифра зачетной книжки</i>	<i>Предпоследняя цифра зачетной книжки</i>									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
9	1	11	21	31	3	13	32	33	14	15
	38	57	58	59	60	56	55	40	64	63
	114	104	84	94	79	89	97	107	103	85
8	2	12	22	32	4	14	31	34	13	16
	39	56	59	76	61	57	54	41	65	62
	113	103	83	93	80	90	98	108	105	86
7	3	13	23	33	5	15	30	35	12	17
	40	55	60	75	62	58	53	42	66	61
	112	102	82	92	81	91	99	109	104	87
6	4	14	24	34	6	16	29	36	11	18
	41	54	61	74	63	76	52	43	67	60
	111	101	81	91	82	92	100	110	90	88
5	5	15	25	35	7	17	28	37	10	19
	42	53	62	73	64	75	51	44	69	68
	110	100	80	90	83	93	101	111	79	89
4	6	16	26	36	8	18	27	38	9	20
	43	52	63	72	65	74	50	45	70	47
	109	99	79	89	84	94	102	112	91	78
3	7	17	27	37	9	19	26	1	8	21
	44	51	64	71	66	73	49	59	71	46
	108	98	78	88	85	95	103	113	110	92
2	8	18	28	38	10	20	25	2	7	22
	45	50	65	70	67	72	48	58	72	45
	107	97	77	87	86	96	104	90	102	93
1	9	19	29	1	11	21	24	3	6	23
	46	49	66	69	68	71	47	76	73	44
	106	96	86	77	87	95	105	101	107	94
0	10	20	30	2	12	22	23	4	5	24
	47	48	67	68	69	70	46	75	74	43
	105	95	85	78	88	96	106	114	95	100



1. Понятие строительного материала. Классификация и основные виды строительных материалов.
2. Основные свойства строительных материалов. Структура и состав строительных материалов.
3. Свойства, характеризующие особенности физического состояния строительных материалов.
4. Свойства, характеризующие отношение строительных материалов к действию воды.
5. Свойства, характеризующие отношение строительных материалов к действию тепла.
6. Механические свойства строительных материалов.
7. Химические, технологические и эксплуатационные свойства строительных материалов.
8. Генетическая классификация горных пород. Виды и основные представители.
9. Основные породообразующие минералы. Основные представители.
10. Классификация каменных материалов, их применение в строительстве. Защита каменных материалов.
11. Классификация минеральных вяжущих веществ.
12. Гипсовые вяжущие вещества. Классификация и условия получения.
13. Производство строительного гипса. Виды тепловых аппаратов.
14. Твердение гипсовых вяжущих. Свойства и применение.
15. Строительная известь. Классификация, сырье и производство.
16. Свойства строительной извести и области применения.
17. Портландцемент. Химический и минералогический состав.
18. Сырье и способы производства портландцемента. Виды тепловых аппаратов.
19. Основные свойства портландцемента. Факторы, влияющие на них.
20. Сульфатостойкий и быстротвердеющий портландцементы. Разновидности, состав и применение.
21. Белый и цветные портландцементы. Состав и применение.
22. Дорожный и тампонажный портландцементы. Состав и применение.
23. Цементы с активными минеральными добавками. Классификация добавок.
24. Шлакопортландцемент. Особенности свойств, состав и применение.
25. Расширяющиеся цементы. Разновидности, состав и применение.
26. Бетон. Классификация бетонов.

27. Материалы для тяжелого бетона. Требования, предъявляемые к ним.
28. Добавки в бетон. Классификация добавок.
29. Бетонная смесь: реологические и технические свойства.
30. Свойства бетона. Факторы, влияющие на них.
31. Приготовление бетонной смеси. Факторы, влияющие на качество бетонной смеси.
32. Транспортировка, укладка и уплотнение бетонной смеси. Виды вибраторов.
33. Уход за бетоном. Методы контроля и регулирования его качества.
34. Особенности бетонирования в зимнее время.
35. Специальные виды тяжелых бетонов. Свойства и применение.
36. Легкие бетоны. Классификация, состав, свойства и применение бетонов на легких заполнителях.
37. Ячеистый бетон. Классификация, состав, свойства и применение.
38. Строительный раствор. Классификация растворов. Материалы для строительных растворов.
39. Свойства строительных растворов. Факторы, влияющие на качество растворной смеси.
40. Растворы для каменных кладок. Виды, состав и применение.
41. Штукатурные растворы. Виды, состав и применение.
42. Отделочные и специальные растворы. Виды, состав и применение.
43. Железобетон. Достоинства и недостатки.
44. Классификация и номенклатура железобетонных изделий.
45. Материалы для железобетонных изделий. Классификация арматуры.
46. Организация технологического процесса производства железобетонных изделий.
47. Армирование железобетонных изделий. Напряженное армирование.
48. Экономия цемента в производстве бетона и железобетона.
49. Силикатные изделия. Сущность автоклавного твердения. Устройство автоклава.
50. Материалы и изделия на основе магнезиальных вяжущих веществ.
51. Асбестоцементные изделия. Сырье, производство, свойства и применение. Виды изделий.
52. Изделия на основе гипсовых вяжущих веществ. Сырье, производство, свойства и применение.
53. Керамические материалы. Классификация. Сырье.
54. Глины. Основные свойства глин, добавки к ним.

55. Виды керамических изделий. Общая схема производства.
  56. Стеновые керамические материалы. Виды, производство и применение.
  57. Керамические изделия для наружной и внутренней облицовки.
  58. Строительная керамика специального назначения. Состав и применение.
  59. Древесина как строительный материал. Достоинства и недостатки. Классификация древесных пород.
  60. Макро- и микроструктура древесины.
  61. Физические свойства древесины, факторы, влияющие на них.
  62. Механические свойства древесины, факторы, влияющие на них.
  63. Породы древесины, основные представители. Пороки древесины.
  64. Древесностружечные и древесноволокнистые плиты.
  65. Фанера: классификация, производство, свойства и применение.
- Материалы из древесины для кровель.
66. Столярные и погонажные изделия. Понятие биокompозита.
  67. Предохранение древесины от разрушения и возгорания.
  68. Сушка, хранение и транспортировка лесоматериалов и изделий из древесины.
  69. Классификация и строение теплоизоляционных материалов.
  70. Свойства теплоизоляционных материалов.
  71. Неорганические теплоизоляционные материалы. Общая характеристика.
  72. Органические теплоизоляционные материалы. Общая характеристика.
  73. Пенопласты как теплоизоляционные материалы. Основные виды изделий на их основе.
  74. Применение теплоизоляционных материалов.
  75. Общая характеристика акустических материалов.
  76. Звукоизоляционные материалы и изделия. Факторы, влияющие на звукоизоляционную способность материалов.
  77. Звукопоглощающие материалы и изделия. Факторы, влияющие на звукопоглощающую способность материалов.
  78. Понятие стекла и его состав. Сырье для производства.
  79. Основные способы производства стекла.
  80. Структура и свойства стеклянных изделий.
  81. Листовые светопрозрачные и светорассеивающие стекла.
  82. Светопрозрачные изделия и конструкции из стекла.
  83. Облицовочные изделия из стекла.
  84. Пеностекло. Материалы на основе стекловолокна.
  85. Ситаллы и шлакоситаллы. Особенности структуры и свойств.
  86. Литые изделия из шлаков и отходов переработки горных пород.
  87. Общие сведения и классификация красочных составов.
  88. Классификация и свойства красочных материалов.

89. Основные компоненты красочных составов. Назначение и требования, предъявляемые к ним.

90. Масляные и эмалевые краски. Лаки.

91. Вододисперсионные краски. Пастовые и порошковые составы.

92. Общие сведения и классификация битумных и дегтевых материалов.

93. Состав и строение битумов.

94. Основные физические и химические свойства битумов.

95. Дегтевые вяжущие вещества.

96. Асфальтовые бетоны и растворы. Состав, свойства и применение.

97. Битумные и дегтевые мастики, свойства и применение.

98. Битумные и дегтевые эмульсии и пасты.

99. Основные рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы. Основные виды.

100. Безосновные рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы.

101. Листовые и штучные гидроизоляционные материалы.

102. Гидроизоляционные и кровельные материалы на основе полимеров.

103. Пластмассы: состав и классификация.

104. Основные компоненты пластических масс.

105. Основы производства полимерных материалов.

106. Полимерные материалы для несущих и ограждающих конструкций.

107. Полимерные материалы для полов.

108. Санитарно-технические и погонажные изделия из пластмасс. Трубы и мастики.

109. Модификация строительных материалов полимерами. Полимербетоны.

110. Модификация древесины и битумов полимерами. Достоинства и недостатки.

111. Общие сведения и классификация отделочных материалов.

112. Отделочные материалы на основе природного и искусственного камня.

113. Отделочные материалы на основе керамики, металла и стекла.

114. Отделочные материалы на основе древесины и пластических масс.

## КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 4

### *Расчет ориентировочного состава легкого бетона*

Для выполнения задания № 4 каждому студенту необходимо рассчитать состав легкого бетона в соответствии с его вариантом (таблица 4.1). Первая цифра – номер варианта, ОК – осадка конуса (см) или Ж – жесткость бетонной смеси (с), П – плотность зерен керамзитового гравия в цементном тесте ( $\text{г/см}^3$ ).

Исходные данные для расчета состава легкого бетона приведены в таблице 4.2. Данные для расчета переписываются в табличной форме в тетрадь, в которой выполняется контрольная работа.

Таблица 4.1 – Варианты контрольных заданий № 4

<i>Последняя цифра зачетной книжки</i>	<i>Предпоследняя цифра зачетной книжки</i>									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	30	20	10	28	18	8	25	15	5	19
	Ж-54	ОК-2	Ж-33	ОК-10	Ж-53	ОК-3	Ж-57	ОК-8	Ж-54	ОК-11
	П-1,4	П-1,8	П-1,0	П-1,0	П-1,2	П-1,8	П-0,8	П-1,4	П-1,2	П-1,8
2	29	19	9	27	17	7	24	14	4	18
	Ж-52	ОК-5	Ж-55	ОК-9	Ж-50	ОК-4	Ж-43	ОК-1	Ж-52	ОК-6
	П-1,4	П-1,6	П-1,6	П-1,2	П-1,0	П-1,6	П-1,6	П-1,0	П-1,2	П-1,6
3	28	18	8	26	16	6	23	13	3	17
	Ж-42	ОК-9	Ж-51	ОК-3	Ж-35	ОК-8	Ж-40	ОК-1	Ж-15	ОК-4
	П-1,2	П-1,4	П-1,4	П-1,4	П-1,2	П-1,2	П-1,4	П-0,8	П-1,4	П-1,4
4	27	17	7	25	15	5	22	12	2	16
	Ж-38	ОК-7	Ж-35	ОК-7	Ж-33	ОК-7	Ж-31	ОК-6	Ж-36	ОК-8
	П-1,0	П-1,2	П-1,2	П-1,0	П-1,6	П-1,4	П-1,2	П-1,6	П-0,8	П-1,6
5	26	16	6	24	14	4	21	11	1	15
	Ж-31	ОК-2	Ж-32	ОК-6	Ж-30	ОК-6	Ж-35	ОК-4	Ж-32	ОК-2
	П-0,8	П-1,0	П-1,0	П-1,2	П-1,6	П-0,8	П-1,0	П-1,4	П-1,0	П-1,2
6	25	15	5	23	13	3	20	10	30	14
	Ж-25	ОК-5	Ж-30	ОК-5	Ж-28	ОК-5	Ж-24	ОК-12	Ж-30	ОК-9
	П-1,6	П-1,8	П-0,8	П-1,0	П-1,4	П-1,0	П-1,4	П-1,2	П-1,2	П-1,4
7	24	14	4	22	12	2	19	9	29	13
	Ж-20	ОК-3	Ж-26	ОК-4	Ж-24	ОК-9	Ж-38	ОК-3	Ж-23	ОК-4
	П-1,4	П-1,2	П-1,4	П-0,8	П-1,2	П-1,2	П-1,2	П-1,0	П-1,0	П-1,2
8	23	13	3	21	11	1	18	8	28	12
	Ж-18	ОК-8	Ж-22	ОК-3	Ж-21	ОК-10	Ж-20	ОК-7	Ж-20	ОК-11
	П-1,2	П-1,6	П-1,2	П-1,6	П-1,0	П-1,4	П-1,0	П-1,6	П-1,4	П-1,0
9	22	12	2	20	10	29	17	7	27	11
	Ж-14	ОК-2	Ж-16	ОК-2	Ж-20	ОК-2	Ж-17	ОК-2	Ж-15	ОК-10
	П-1,0	П-1,4	П-1,0	П-1,6	П-0,8	П-1,2	П-1,6	П-1,8	П-0,8	П-0,8
0	21	11	1	19	9	30	16	6	26	10
	Ж-10	ОК-1	Ж-12	ОК-1	Ж-10	ОК-1	Ж-10	ОК-5	Ж-12	ОК-7
	П-0,8	П-1,2	П-0,8	П-1,4	П-1,2	П-1,0	П-1,8	П-1,4	П-1,2	П-1,6

Таблица 4.2 – Варианты заданий для расчета состава легкого бетона

<i>Показатель</i>	<i>Номер варианта</i>														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Класс бетона	10	12,5	15	20	25	27,5	30	35	40	15	12,5	27,5	25	20	40
Марка цемента, кгс/см <sup>2</sup>	300	300	400	400	400	500	500	550	550	500	500	550	500	500	600
Удобоукладываемость бетонной смеси: осадка конуса (см) жесткость (с)	В соответствии с вариантом (по таблице 4.1)														
Марка керамзитового гравия по прочности	125	125	150	150	200	250	250	250	250	250	200	300	250	200	300
Средняя плотность сухого бетона, г/см <sup>3</sup>	1,50	1,50	1,50	1,50	1,60	1,70	1,70	1,70	1,70	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,70
Плотность зерен керамзитового гравия в цементном тесте, г/см <sup>3</sup>	В соответствии с вариантом (по таблице 4.1)														
Влажность, %: песка	2	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	4	5	6	3
керамзитового гравия	1	2	2	1,5	2,5	2,5	3	2,5	1,5	2	1	3	2	2,5	1,5
Наибольшая крупность керамзитового гравия, мм	10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40
Водопотребность песка, %	6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10
Насыпная плотность песка, г/см <sup>3</sup>	1,0	1,0	0,8	0,9	0,9	1,1	1,35	1,1	1,3	1,25	1,0	0,9	0,8	1,0	1,1
Модуль крупности песка, M <sub>кр</sub>	1,8	2,0	2,2	2,7	2,2	2,0	2,4	2,6	1,9	2,0	2,4	2,0	2,6	2,6	2,5

Продолжение таблицы 4.2

<i>Показатель</i>	<i>Номер варианта</i>														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Класс бетона	10	20	12,5	15	15	20	25	30	27,5	35	30	12,5	25	35	40
Марка цемента, кгс/см <sup>2</sup>	500	600	400	400	300	550	550	600	550	600	550	500	600	550	500
Удобоукладываемость бетонной смеси: осадка конуса (см) жесткость (с)	В соответствии с вариантом (по таблице 4.1)														
Марка керамзитового гравия по прочности	150	250	150	200	300	300	150	250	300	250	300	250	300	300	250
Средняя плотность сухого бетона, г/см <sup>3</sup>	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,50	1,50	1,50	1,50	1,60
Плотность зерен керамзитового гравия в цементном тесте, г/см <sup>3</sup>	В соответствии с вариантом (по таблице 4.1)														
Влажность, %: песка керамзитового гравия	3 1,5	4 3,5	5 4	8 2,5	7 1	5 3	4 1,5	3 1	5 3	6 2	7 1,5	8 3,5	3 1,5	6 2	7 2
Наибольшая крупность керамзитового гравия, мм	10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40
Водопотребность песка, %	8	8	6	6	10	10	6	6	10	10	8	8	10	6	8
Насыпная плотность песка, г/см <sup>3</sup>	1,1	1,1	0,8	0,9	0,9	1,35	1,05	0,9	1,3	1,25	1,05	1,3	0,8	1,0	1,1
Модуль крупности песка, M <sub>кр</sub>	2,6	1,8	1,9	2,0	2,4	2,5	2,2	2,1	1,9	2,0	2,4	1,8	2,0	2,2	2,0

Подбор состава керамзитобетона заключается в установлении соотношения между цементом, водой, песком и керамзитовым гравием в виде расхода материалов на 1 м<sup>3</sup> уплотненной бетонной смеси. Это соотношение должно обеспечить требуемую удобоукладываемость бетонной смеси и прочность затвердевшего бетона.

*Подбор состава керамзитобетона включает в себя следующие основные этапы:*

- выбор и оценку пригодности имеющихся материалов;
- расчет ориентировочного состава бетона;
- экспериментальную проверку и корректирование состава бетона на опытных замесах;
- назначение рабочего состава керамзитобетона и расчет расхода материалов на замес бетономешалки.

#### Алгоритм расчета состава легкого бетона

1. Определяем ориентировочный расход цемента (Ц, кг/м<sup>3</sup>) в зависимости от класса бетона, марки цемента, наибольшей крупности и прочности керамзитового гравия и удобоукладываемости бетонной смеси на основании данных таблицы 4.3 с учетом поправочных коэффициентов, приведенных в таблице 4.4.

Таблица 4.3 – Ориентировочный расход цемента

Класс бетона	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup> , при марке керамзитового гравия попрочности						
	75	100	125	150	200	250	300
B10	300	280	260	240	230	220	210
B12,5	360	340	320	300	280	260	250
B15	–	370	360	320	300	280	270
B20	–	–	390	360	330	310	290
B25	–	–	–	420	390	360	330
B27,5	–	–	–	–	450	410	380
B30	–	–	–	–	–	480	450
B35	–	–	–	–	–	520	500
B40	–	–	–	–	–	570	540

Расход цемента по данной таблице принимается для легкобетонной смеси жесткостью 20–30 с, в состав которой входит керамзитовый гравий предельной крупности 20 мм и плотный песок.



При изменении марки цемента, крупности керамзитового гравия, удобоукладываемости бетонной смеси или в случае применения пористого песка (смеси пористого и плотного песков) следует вводить поправочные коэффициенты (коэффициенты изменения расхода цемента) согласно таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Коэффициенты изменения расхода цемента

<i>Условия</i>	<i>Коэффициенты изменения расхода цемента для бетона классов</i>						
	<i>B10 B12,5</i>	<i>B15</i>	<i>B20</i>	<i>B25</i>	<i>B27,5</i>	<i>B30 B35</i>	<i>B40</i>
Цемент марки:							
300	1,15	1,20	1,20	–	–	–	–
400	1,00	1,00	1,00	1,15	1,20	1,25	–
500	0,90	0,88	0,85	1,00	1,00	1,00	1,10
550	–	–	0,82	0,95	0,96	0,92	1,05
600	–	–	0,80	0,90	0,88	0,85	1,00
Песок:							
плотный	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
пористый (или смесь плотного и пористого)	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Гравий с наибольшей крупностью, мм:							
40	0,90	0,90	0,93	0,93	0,95	0,95	0,95
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	1,10	1,10	1,07	1,07	1,05	1,05	1,05
Бетонная смесь жесткостью, с:							
10-19	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
20-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31-50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
51-80	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Бетонная смесь подвижностью, см:							
1-2	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
3-7	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
8-12	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	–	–

### *Примечания*

1. При определении расхода цемента необходимо учитывать все поправочные коэффициенты, общее количество которых четыре.

2. Принятый по таблице 4.3 ориентировочный расход цемента умножается на поправочные коэффициенты.

3. Значения всех поправочных коэффициентов должны быть приведены в контрольной работе.

2. Определяем ориентировочный расход воды ( $V_0$ , кг/м<sup>3</sup>) в зависимости от удобоукладываемости (осадка конуса или жесткость) бетонной смеси и наибольшей крупности гравия на основании данных таблицы 4.5.

Таблица 4.5 – Водопотребность бетонной смеси

Удобоукладываемость бетонной смеси		Расход воды, кг/м <sup>3</sup> , при наибольшей крупности гравия, мм		
осадка конуса, см	жесткость, с	10	20	40
0	51–80	175	160	150
0	31–50	185	170	160
0	21–30	195	180	165
1–2	10–20	205	190	175
3–7	–	220	205	190
8–12	–	235	220	205

3. Определяем расход керамзитового гравия ( $K$ , кг/м<sup>3</sup>) по формуле:

$$K = 1000 \cdot \varphi \cdot \rho_{з.г.}^{ц.т.},$$

где  $\rho_{з.г.}^{ц.т.}$  – плотность зерен керамзитового гравия в цементном тесте, кг/л;

$\varphi$  – объемная концентрация керамзитового гравия (абсолютный объем гравия в литрах на 1 м<sup>3</sup> бетона, деленный на 1000); принимается по таблице 4.6 в зависимости от расхода цемента, воды, плотности бетона, плотности зерен керамзитового гравия, водопотребности песка.

4. Определяем расход плотного песка ( $\Pi$ , кг/м<sup>3</sup>) по формуле:

$$\Pi = \rho_{б.сух} - 1,15 \cdot Ц - K,$$

где  $\rho_{б.сух}$  – средняя плотность сухого бетона, кг/м<sup>3</sup>;

$Ц$  – расход цемента, кг/м<sup>3</sup>;

$K$  – расход керамзитового гравия, кг/м<sup>3</sup>.

5. Определяем общий расход воды ( $B$ ,  $\text{кг/м}^3$ ) с учетом поправок на расходы керамзитового гравия, цемента и водопотребность песка по формуле:

$$B = B_0 + B_k + B_{ц} + B_{п},$$

где  $B_0$  – ориентировочный расход воды, принятый по таблице 4.4,  $\text{кг/м}^3$ ;

$B_k$  – поправка на объемную концентрацию керамзитового гравия,  $\text{кг/м}^3$ ;

$B_{ц}$  – поправка на расход цемента,  $\text{кг/м}^3$ ;

$B_{п}$  – поправка на водопотребность плотного песка,  $\text{кг/м}^3$ .

Таблица 4.6 – Объемная концентрация  $\phi$  крупного заполнителя для легких бетонов на плотном песке

$\rho_{\text{б.сух.}}$ $\text{кг/м}^3$	$\rho_{\text{з.г.}}$ $\text{кг/л}$	Водопотребность песка, %								
		6			8			10		
		при расходе воды, л								
		160	200	240	160	200	240	160	200	240
1500	0,8	0,44	0,39	0,33	0,42	0,37	0,30	0,41	0,35	0,24
	1	0,47	0,43	0,38	0,46	0,41	0,35	0,45	0,40	0,32
	1,2	0,50	0,46	0,42	0,50	0,45	0,40	0,48	0,44	0,38
	1,4	–	0,50	0,46	–	0,49	0,45	–	0,48	0,43
1600	0,8	0,4	0,34	0,22	0,37	0,30	–	0,35	0,24	–
	1	0,43	0,38	0,32	0,42	0,35	0,25	0,39	0,32	–
	1,2	0,47	0,42	0,35	0,46	0,40	0,30	0,44	0,38	0,27
	1,4	0,50	0,46	0,41	0,50	0,45	0,39	0,48	0,43	0,36
1700	1,6	0,54	0,50	0,45	0,53	0,49	0,44	0,53	0,48	0,43
	1	0,39	0,31	–	0,36	0,26	–	0,32	–	–
	1,2	0,43	0,38	0,25	0,41	0,33	–	0,38	0,28	–
	1,4	0,47	0,41	0,26	0,45	0,39	0,30	0,43	0,39	0,29
	1,6	0,50	0,46	0,38	0,49	0,44	0,37	0,48	0,42	0,31
	1,8	0,54	0,50	0,44	0,53	0,49	0,43	0,53	0,48	0,41

### Примечания

1. При других значениях расхода воды объемную концентрацию  $\phi$  находят интерполяцией (Приложение Д).

2. Значения  $\phi$  действительны при расходе цемента  $300 \text{ кг/м}^3$ .

3. При большем расходе цемента значения  $\phi$  возрастают приблизительно на 0,01 на каждые  $100 \text{ кг/м}^3$  цемента, при уменьшении расхода цемента – сокращаются.

Поправки на водопотребность основных компонентов бетона определяются по формулам, приведенным ниже. При этом следует учитывать, что поправка на расход цемента учитывается, только если эта величина (расход) превышает  $450 \text{ кг/м}^3$ :

а) поправка на объемную концентрацию керамзитового гравия,  $\text{кг/м}^3$ :

$$B_K = 2000 \cdot (\varphi - 0,37)^2,$$

где  $\varphi$  – объемная концентрация керамзитового гравия;

б) поправка на расход цемента при расходе его более  $450 \text{ кг/м}^3$ :

$$B_{II} = 0,15 \cdot (Ц - 450),$$

где  $Ц$  – расход цемента,  $\text{кг/м}^3$ ;

в) поправка на водопотребность плотного песка,  $\text{кг/м}^3$ :

$$B_{II} = \frac{0,02 \cdot (B_{II}^{вод} - 7)}{\rho_{II}} \approx 0,01 \cdot П \cdot (B_{II}^{вод} - 7),$$

где  $B_{II}^{вод}$  – водопотребность песка, %;

$П$  – расход песка,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\rho_{II}$  – плотность плотного песка,  $\text{кг/л}$ .

6. Определяем расчетную плотность полученной бетонной смеси,  $\text{кг/м}^3$ :

$$\rho_{б.см.} = Ц + В + К + П,$$

где  $Ц, П, К, В$  – расход материалов в подобранном составе,  $\text{кг/м}^3$ .

7. Рассчитываем расход материалов рабочего состава бетонной смеси с учетом влажности заполнителей:

а) определяем расход воды в компонентах бетонной смеси по формулам:

$$B_K = K \cdot \frac{W_K}{100},$$

$$B_{II} = П \cdot \frac{W_{II}}{100},$$

где  $W_K$  и  $W_{II}$  – влажность керамзитового гравия и песка, соответственно, %;

б) пересчитываем расход воды на бетонную смесь с учетом влажности материалов:

$$B' = B - B_{II} - B_K;$$

где  $B$  – общий расход воды, принятый в п. 5, кг/м<sup>3</sup>.

в) пересчитываем расход заполнителей:

$$Ц' = Ц,$$

$$K' = K \cdot \left(1 + \frac{W_K}{100}\right),$$

$$П' = П \cdot \left(1 + \frac{W_{II}}{100}\right),$$

где  $Ц$ ,  $П$ ,  $K$  – расход цемента, песка и керамзитового гравия в подобранном составе бетона, кг/м<sup>3</sup>;

$W_K$  и  $W_{II}$  – влажность керамзитового гравия и песка, соответственно, %.

8. Рассчитанный состав бетонной смеси выражаем в виде соотношения по массе между количествами цемента, песка, керамзитового гравия и воды с обязательным указанием активности цемента (или марки) и марки керамзитового гравия по прочности. При этом массу цемента принимают за единицу, поэтому соотношение между составными частями бетона имеет вид

$$1 : \frac{П'}{Ц} : \frac{K'}{Ц} : \frac{B'}{Ц} \quad (\text{по массе})$$

при определенной марке цемента и керамзитового гравия по прочности.

*Например.* Рассчитанный состав керамзитобетонной смеси  $1 : 1,1 : 1,4$  по массе при водоцементном отношении  $B/Ц = 0,41$ , активности цемента  $R_{II} = 40$  МПа и марке керамзитового гравия по прочности  $M_{к.гр} 200$ .

## КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 5

### *Проектирование состава строительного раствора*

Для выполнения задания № 5 каждому студенту необходимо рассчитать состав смешанного строительного раствора в соответствии с его вариантом (таблица 5.1). Первая цифра – номер варианта, М – рекомендуемая марка портландцемента (кгс/см<sup>2</sup>), П – средняя плотность добавки (г/см<sup>3</sup>).

Данные для расчета состава смешанного раствора приведены в таблице 5.2, они в табличной форме переписываются в тетрадь, в которой выполняется контрольная работа.

Таблица 5.1 – Варианты контрольных заданий № 5

<i>Последняя цифра зачетной книжки</i>	<i>Предпоследняя цифра зачетной книжки</i>									
	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
4	1	11	21	2	12	22	3	13	23	2
	М200	М400	М300	М400	М400	М500	М300	М400	М300	М500
	П-1,18	П-1,34	П-1,45	П-1,20	П-1,35	П-1,42	П-1,40	П-1,41	П-1,43	П-1,21
5	2	12	22	3	13	23	4	14	24	9
	М300	М500	М300	М200	М500	М400	М500	М500	М400	М200
	П-1,19	П-1,33	П-1,40	П-1,39	П-1,43	П-1,41	П-1,42	П-1,40	П-1,22	П-1,38
6	3	13	23	4	14	24	5	15	25	26
	М400	М400	М500	М400	М400	М200	М300	М500	М400	М400
	П-1,38	П-1,40	П-1,39	П-1,41	П-1,43	П-1,21	П-1,45	П-1,43	П-1,20	П-1,37
7	4	14	24	5	15	25	6	16	26	3
	М300	М500	М300	М500	М300	М300	М400	М400	М200	М500
	П-1,40	П-1,42	П-1,20	П-1,44	П-1,42	П-1,18	П-1,46	П-1,38	П-1,36	П-1,41
8	5	15	25	6	16	26	7	17	27	30
	М400	М400	М200	М300	М300	М500	М200	М500	М500	М300
	П-1,43	П-1,39	П-1,19	П-1,42	П-1,41	П-1,34	П-1,40	П-1,38	П-1,35	П-1,20
9	6	16	26	7	17	27	8	18	28	25
	М500	М200	М300	М400	М400	М400	М300	М500	М400	М500
	П-1,45	П-1,40	П-1,35	П-1,39	П-1,42	П-1,37	П-1,41	П-1,36	П-1,33	П-1,22
0	7	17	27	8	18	28	9	19	29	21
	М300	М300	М300	М500	М400	М500	М400	М500	М300	М200
	П-1,38	П-1,39	П-1,36	П-1,42	П-1,35	П-1,34	П-1,39	П-1,37	П-1,18	П-1,43
1	8	18	28	9	19	29	10	20	30	17
	М400	М300	М400	М300	М400	М200	М500	М500	М200	М200
	П-1,40	П-1,34	П-1,35	П-1,40	П-1,36	П-1,22	П-1,43	П-1,46	П-1,19	П-1,41
2	9	19	29	10	20	30	1	11	21	12
	М500	М300	М300	М400	М400	М300	М400	М300	М500	М400
	П-1,41	П-1,35	П-1,20	П-1,41	П-1,45	П-1,19	П-1,20	П-1,35	П-1,46	П-1,36
3	10	20	30	1	11	21	2	12	22	13
	М300	М300	М200	М300	М500	М400	М200	М500	М400	М500
	П-1,39	П-1,44	П-1,21	П-1,19	П-1,36	П-1,43	П-1,18	П-1,37	П-1,41	П-1,42

Таблица 5.2 – Данные для расчета состава строительного раствора

<i>Показатель</i>	<i>Номер варианта</i>														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Марка строительного раствора, кгс/см <sup>2</sup>	50	75	75	100	100	150	50	100	75	100	150	200	200	200	150
Марка портландцемента, кгс/см <sup>2</sup>	В соответствии с вариантом (по таблице 5.1)														
Насыпная плотность портландцемента, г/см <sup>3</sup>	1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,25	1,16	1,20	1,22	1,24	1,21	1,23	1,23	1,20	1,19
Насыпная плотность песка, г/см <sup>3</sup>	1,28	1,35	1,38	1,43	1,53	1,55	1,42	1,44	1,45	1,50	1,52	1,57	1,56	1,58	1,60
Влажность песка, %	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
Вид минеральной добавки	Известковое молоко с содержанием извести 25%		Известковое тесто из известииII сорта с 50% воды		Глиняное тесто средней пластичности с содержанием песка до 15%		Известковое тесто из известииII сорта с 50% воды		Известковое тесто из известииI сорта с 50% воды		Глиняное тесто из глиныс содержанием песка 5%		Известковое тесто из известииI сорта с 50% воды		
Средняя плотность добавки, г/см <sup>3</sup>	В соответствии с вариантом (по таблице 5.1)														

Продолжение таблицы 5.2

<i>Показатель</i>	<i>Номер варианта</i>															
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Марка строительного раствора, кгс/см <sup>2</sup>	50	75	100	150	100	75	100	150	50	75	75	100	200	25	25	
Марка портландцемента, кгс/см <sup>2</sup>	В соответствии с вариантом (по таблице 5.1)															
Насыпная плотность портландцемента, г/см <sup>3</sup>	1,10	1,15	1,21	1,25	1,22	1,20	1,21	1,25	1,15	1,25	1,05	1,15	1,25	1,05	1,10	
Насыпная плотность песка, г/см <sup>3</sup>	1,20	1,37	1,35	1,40	1,45	1,32	1,45	1,50	1,25	1,43	1,40	1,45	1,55	1,35	1,25	
Влажность песка, %	3	4	5	6	7	3	6	7	4	5	3	4	3	4	5	
Вид минеральной добавки	Известковое тесто из известия II сорта с 50% воды		Глиняное тесто из глины с содержанием песка 5%		Глиняное тесто средней пластичности с содержанием песка до 15%		Известковое тесто из известия I сорта с 50% воды		Известковое молоко с содержанием известия 25%		Глиняное тесто из глины с содержанием песка 5%			Известковое молоко с содержанием известия 25%		
Средняя плотность добавки, г/см <sup>3</sup>	В соответствии с вариантом (по таблице 5.1)															



Подбор состава сложного раствора заключается в установлении соотношения между цементом, водой, песком и добавками. Это соотношение должно обеспечить необходимую подвижность, водоудерживающую способность, водоотделение и нерасслаиваемость растворной смеси, прочность, среднюю плотность, водопоглощение и морозостойкость затвердевшего раствора.

Подбирают обычно растворы марки 25 и выше. Составы растворов марки ниже 25 приводятся в готовых таблицах.

*Подбор состава строительного раствора включает в себя следующие основные этапы:*

- выбор и оценку пригодности имеющихся материалов;
- расчет ориентировочного состава раствора;
- экспериментальную проверку и корректирование состава раствора на опытных замесах;
- назначение рабочего состава раствора и расчет расхода материалов на замес растворомешалки.

### Алгоритм расчета состава строительного раствора

1. Определяем ориентировочный расход цемента на 1 м<sup>3</sup> песка в зависимости от марки раствора и марки цемента на основании данных таблицы 5.3 (с учетом примечания):

а) по массе  $Q_p$ , кг, по формуле

$$Q_u = \left( \frac{R_u \cdot Q_p}{R_{u.ф.}} \right) \cdot 1000,$$

где  $R_u \cdot Q_u$  – принимается по таблице 5.3;

$R_{u.ф.}$  – заданная активность портландцемента, МПа;

б) по объему  $V_p$ , м<sup>3</sup>, по формуле

$$V_u = \frac{Q_u}{\rho_{н.ц.}},$$

где  $\rho_{н.ц.}$  – насыпная плотность цемента, кг/м<sup>3</sup>.

2. Определяем ориентировочный расход неорганических пластификаторов на 1 м<sup>3</sup> песка:

а) по объему  $V_p$ , м<sup>3</sup>, по формуле

$$V_d = 0,17 \cdot (1 - 0,002 \cdot Q_u);$$

Таблица 5.3 – Ориентировочный расход вяжущего

Вяжущие	Марка раствора $R_p$ , МПа	Рекомендуемые марки цемента $R_{ц}$ , МПа	$R_{ц} \cdot Q_{ц}$	Расход цемента, кг	
				на 1 м <sup>3</sup> песка	на 1 м <sup>3</sup> раствора
По ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия»	20	50	18	360	410
		40		450	490
	15	50	14	280	330
		40		350	400
		30		470	510
	10	50	10,2	205	245
		40		255	300
		30		340	385
	7,5	50	8,1	160	195
		40		200	240
		30		270	310
		20		405	445
5	40	5,6	140	175	
	30		185	225	
	20		280	325	
2,5	30	3,1	105	135	
	20		155	190	

**Примечания**

- 1 МПа = 10 кгс/см<sup>2</sup>.
- Полученный расход цемента допускается не меньше значений, приведенных в таблице 5.3 и таблице 5.4.

б) по массе  $Q_d$  кг, по формуле

$$Q_d = V_d \cdot \rho_{с.д.},$$

где  $\rho_{с.д.}$  – средняя плотность добавки, кг/м<sup>3</sup>.

Количество неорганического пластификатора ограничивается в зависимости от влажностных условий, в которых здание или сооружение будет находиться во время эксплуатации.

При применении цементно-глиняных растворов для надземных конструкций при относительной влажности воздуха помещений до 60% и для кладки фундаментов в маловлажных грунтах отношение объема глиняного теста к объему цемента ( $V_d : V_{ц}$ ) должно быть не более 1,5 : 1.

При применении цементно-глиняных и цементно-известковых растворов для надземных конструкций при относительной влажности воздуха помещений свыше 60% и для кладки фундаментов во влажных грунтах отношение объема глиняного или известкового теста к объему цемента ( $V_d : V_c$ ) должно быть не более 1 : 1.

*При применении извести I-го сорта ее расход уменьшается на 10% по сравнению с рассчитанным по формуле значением.*

Таблица 5.4 – Минимальный расход вяжущего в растворах

<i>Назначение раствора</i>	<i>Вид раствора</i>	<i>Минимальный расход вяжущего (кг), на 1 м<sup>3</sup> песка</i>
Для кладки надземной части здания при относительной влажности воздуха помещений до 60% и для кладки фундаментов в маловлажных грунтах	Цементно-известковый	75
	Цементно-глиняный	100
Для кладки надземной части здания при относительной влажности воздуха помещений более 60% и для кладки фундаментов в очень влажных и насыщенных грунтах	Цементно-известковый	100
	Цементно-глиняный	125

3. Определяем ориентировочный расход воды ( $B$ , кг) на 1 м<sup>3</sup> песка по формуле

$$B = 0,5 \cdot (Q_c + Q_d),$$

где  $Q_c$  и  $Q_d$  – расход цемента и добавки (глиняного или известкового теста) на 1 м<sup>3</sup> песка, кг.

**Фактический расход воды** уточняют на пробных замесах методом последовательных приближений до получения растворной смеси требуемой подвижности.

4. Определяем ориентировочный расход песка ( $Q_{п}$ , кг) на  $1 \text{ м}^3$  песка по формуле

$$Q_{п} = V_{п} \cdot \rho_{н.п.},$$

где  $V_{п}$  – объем песка, принимаемый равным  $1 \text{ м}^3$ ;

$\rho_{н.п.}$  – насыпная плотность песка,  $\text{кг/м}^3$ .

5. Рассчитанный состав сложного раствора в частях по объему устанавливаем путем деления расхода каждого компонента растворной смеси на расход цемента по объему и выражаем в виде соотношения:

$$\frac{V_{ц}}{V_{ц}} : \frac{V_{д}}{V_{ц}} ; \frac{V_{п}}{V_{ц}} = 1 : \frac{V_{д}}{V_{ц}} : \frac{1}{V_{ц}} \text{ (вяжущее : добавка : песок)}$$

при рекомендуемой марке цемента и определенном виде минеральной добавки.

*Например. Рассчитанный состав цементно-известкового раствора  $1 : 0,8 : 4,5$  по массе при активности цемента  $R_{ц} = 40 \text{ МПа}$  и добавке – известковое тесто из извести II сорта с 50% воды.*

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. Баженов, В. К. Методика решения задач по строительным материалам: учебное пособие для студ.-заочников / В. К. Баженов. – М.: ВЗИИТ, 1978. – 127 с.
2. Воробьев, В. А. Строительные материалы: учебник для вузов / В. А. Воробьев, А. Г. Комар. – М.: Стройиздат, 1976. – 475 с.
3. Рыбьев, И. А. Строительное материаловедение: учеб. пособие для строит. спец. вузов / И. А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 2004. – 701 с.
4. Строительные материалы: учебник для студ. вузов, обуч. по строит. спец. / под общей ред. В. Г. Микульского. – М.: Изд-во АСВ, 2000. – 536 с.
5. Строительные материалы и изделия: лабораторный практикум для специальности П 03.01.00 «Профессиональное обучение»: в 3 ч. / сост.: Г. Н. Некрасова, В. П. Дубодел. – Мозырь: МозГПИ им. Н.К. Крупской, 1999. – Ч. 1. – 36 с.
6. Строительные материалы и изделия. Лабораторный практикум для специальности П 03.01.00 «Профессиональное обучение»: в 3 ч. / сост.: Г. Н. Некрасова. – Мозырь: МГПИ им. Н.К. Крупской, 2001. – Ч. 2. – 40 с.
7. Строительные материалы и изделия: Лабораторный практикум для специальности П 03.01.00 «Профессиональное обучение»: в 3 ч. / авт.-сост.: Г. Н. Некрасова, С. В. Отчик, А. Р. Литовский. – Мозырь: МозГПИ им. Н.К. Крупской, 2007. – Ч. 3. – 39 с.
8. Чубуков, В. Н. Строительные материалы и изделия: практикум: учеб. пособие для студ. вузов / В. Н. Чубуков, В. М. Основин, Л. В. Шуляков. – Минск: Дизайн-ПРО, 2000. – 240 с.

### *Дополнительная*

1. Акимова, Л. Д. Методика преподавания строительных дисциплин / Л. Д. Акимова, Н. Г. Аммосов. – М.: Высшая школа, 1983. – 248 с.
2. Воробьев, В. А. Лабораторный практикум по общему курсу строительных материалов / В. А. Воробьев. – М.: Высшая школа, 1978. – 248 с.
3. Комар, А. Г. Строительные материалы и изделия / А. Г. Комар, В. А. Воробьев. – М.: Высшая школа, 1986. – 528 с.
4. Гончаров, А. А. Материаловедение для арматурщика-бетонщика / А. А. Гончаров, Е. А. Комова. – М.: Стройиздат, 1994. – 240 с.
5. Нациевский, Ю. Д. Эффективные строительные материалы / Ю. Д. Нациевский. – Киев: Будивельник, 1980. – 354 с.

6. Строительные материалы и конструкции: учеб. пособие для ср. спец. уч. заведений / В. Н. Основин [и др.]. – Минск: Ураджай, 2000. – 270 с.

7. Попов, Л. Н. Лабораторные работы по дисциплине «Строительные материалы и изделия»: учеб. пособие / Л. Н. Попов, М. Л. Попов. – М.: Инфра-М, 2003. – 218 с.

8. Рыбьев, И. А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ (искусственные строительные конгломераты): учеб. пособие для студ. стр. специальностей вузов / И. А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 1978. – 310 с.

9. Строительные материалы и изделия: программа, метод. указания и контрольная работа для студентов заочного отделения, обучающихся по спец.1-08 01 01 «Профессиональное обучение»/ Авт.-сост.: Г.Н. Некрасова, Д.В. Некрасов, Е.А. Шутова. – Мозырь: УО МГПУ, 2005. – 39 с.

10. Чубуков, В. Н. Строительные материалы и изделия: учеб. пособие по практическим занятиям и лабораторным работам / В.Н. Чубуков. – Гомель: БелИИЖТ, 1993. – 240 с.

11. Чубуков В.Н. Строительные материалы и изделия: конспект лекций. – Гомель: Бел.ИИЖТ, 1993. – 133 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### ПРИЛОЖЕНИЕ А

#### ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Мозырский государственный педагогический университет  
имени И. П. Шамякина»

Кафедра основ строительства  
и методики преподавания  
строительных дисциплин

#### СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Контрольная работа

Вариант 09

(две последние цифры зачетной книжки)

**Выполнил:**

студент 1 курса, 1 группы,  
инженерно-педагогического  
факультета(заочное отделение)  
Иванов А. П.

**Проверил:**

ст. преподаватель  
Некрасова Г. Н.

Мозырь  
2012

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ЛИТЕРАТУРЫ

Список используемой литературы

1. Воробьев, В. А. Лабораторный практикум по общему курсу строительных материалов / В. А. Воробьев. – М.: Высшая школа, 1978. – 248 с.
2. Гончаров, А. А. Материаловедение для арматурщика-бетонщика / А. А. Гончаров, Е. А. Комова. – М.: Стройиздат, 1994. – 240 с.
3. Комар, А. Г. Строительные материалы и изделия / А. Г. Комар, В. А. Воробьев. – М.: Высшая школа, 1986. – 528 с.
4. Строительные материалы и конструкции: учеб. пособие для ср. спец. уч. заведений / В. Н. Основин [и др.]. – Минск: Ураджай, 2000. – 270 с.
5. Строительное материаловедение: учеб. пособие для строит. спец. вузов / И. А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 2004. – 701 с.
6. Строительные материалы: учебник для студ. вузов, обуч. по строит. спец. / под общ. ред. В. Г. Микульского. – М.: Изд-во АСВ, 2000. – 536 с.
7. Строительные материалы и изделия: Лабораторный практикум для специальности П 03.01.00 «Профессиональное обучение»: в 3 ч. / сост.: Г. Н. Некрасова [и др.]. – Мозырь: МозГПИ им. Н.К. Крупской, 1999. – Ч. 1 – 36 с.
8. Строительные материалы и изделия: программа, метод. указания и контрольная работа для студ. заочн. отделения, обучающ. по спец. 1-08 01 01 «Профессиональное обучение»/ Авт.-сост.: Г. Н. Некрасова, Д. В. Некрасов, Е. А. Шутова. – Мозырь: УО МГПУ, 2005 – 39 с.



ПРИЛОЖЕНИЕ В

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВОЗДУШНОЙ ИЗВЕСТИ

Показатель	Негашеная, % по массе						Гашеная, % по массе	
	кальциевая, сорта			магнезиальная и доломитовая, сорта				
	1	2	3	1	2	3	1	2
Активные CaO+MgO, не менее: без добавок с добавками	90	80	70	85	75	65	67	60
	65	55	-	60	50	-	50	40
Активный MgO, не более	5	5	5	20(40)	20(40)	20(40)	-	-
CO <sub>2</sub> не более: без добавок с добавками	3	5	7	5	8	11	3	5
	4	6	-	6	9	-	2	4
Непогасившиеся зерна	7	11	14	10	15	20	-	-
Степень дисперсности, остаток на сите: № 02, не более № 008, не более	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	15	15	15	15	15	15	15	15
Содержание гидратной воды, не более	2	2	2	2	2	2	-	-
Влажность	-	-	-	-	-	-	5	5

*Примечания:* в скобках указано содержание MgO для доломитовой извести; CO<sub>2</sub> в извести с добавками определяют газообъемным методом.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОТНОСТИ, ПОРИСТОСТИ И  
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ (средние значения)  
ДЛЯ НЕКОТОРЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Материал	Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Пористость, %	Теплопроводность, Вт/(м·°с)
Бетон:				
тяжелый	2600	2400	10	1,16
легкий	2600	1000	61,5	0,35
ячеистый	2600	500	81	0,2
Гипс	2400	800	67	0,15
Древесные материалы:				
дуб	1600	700	56	0,23
сосна	1530	500	67	0,17
древесноволокнистая плита	1500	200	86	0,06
Кирпич керамический:				
обыкновенный	2650	1800	32	0,8
пустотелый	2650	1300	51	0,47
Кирпич силикатный:				
обыкновенный	2600	1650	36	0,70
пустотелый	2600	1300	50	0,56
Полимерные материалы:				
стеклопластик	2000	2000	0,0	0,5
мипора (вспененный полимер)	1200	15	98	0,03
Природные материалы:				
гранит	2700	2670	1,4	2,8
кварцевый песок	2600	1500	42	0,38
пеностекло	2700	1400	52	0,5
Сталь стержневая арматурная	7850	7850	0,0	58
Стекло:				
оконное	2650	2650	0,0	0,58
пеностекло	2650	300	88	0,11

## МЕТОД ЛИНЕЙНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ

Если рассчитанное значение водоцементного отношения (и (или) расхода портландцемента) точно не соответствует ни одному из значений, приведенных в таблице, для расчета *значения коэффициента раздвижки зерен ( $\alpha$ )* необходимо использовать метод интерполяции. При этом предполагаем, что *коэффициент ( $\alpha$ )* линейно зависит от водоцементного отношения (и расхода портландцемента).

Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>	Значение коэффициента раздвижки зерен ( $\alpha$ ) в пластичной бетонной смеси на песке средней крупности с водопотребностью 7% при В/Ц					
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	–	–	1,22	1,26	1,32	1,38

Пусть рассчитанное значение водоцементного отношения (В/Ц) составляет 0,73 г/мл. Поскольку для данного значения В/Ц в таблице нет значения коэффициента раздвижки зерен ( $\alpha$ ), то выписываем интервал значений В/Ц и  $\alpha$ , в котором находится рассчитанное значение В/Ц:

$$\begin{array}{r} \underline{0,8} \\ \underline{0,7} \\ 0,1 \end{array} \qquad \begin{array}{r} \underline{1,38} \\ \underline{1,32} \\ 0,06. \end{array}$$

Таким образом, при увеличении В/Ц на 0,1 коэффициент раздвижки зерен увеличивается на 0,06. Водоцементное отношение, рассчитанное нами, отличается от В/Ц = 0,7 на:

$$\Delta \text{В/Ц}_2 = 0,73 - 0,7 = 0,03.$$

Составляем пропорцию:

$$\Delta \alpha_1 \rightarrow \Delta \text{В/Ц}_1$$

$$\Delta \alpha_2 \rightarrow \Delta \text{В/Ц}_2$$

$$0,06 \rightarrow 0,1$$

$$X \rightarrow 0,03,$$

$$\text{отсюда } X = \frac{0,06 \cdot 0,03}{0,1} = 0,018.$$

Тогда точное значение коэффициента раздвижки зерен ( $\alpha$ ) составит:

$$1,32 + 0,018 = 1,338\%.$$

Таким же образом поступаем, если значение расхода портландцемента не соответствует данным таблицы.

**ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ**  
(Контрольное задание № 1)

**Пример 1.** Сколько получится полуводного гипса и сколько ангидрита из 2,5 т гипсового камня, не содержащего примесей?

*Решение.*

Составим уравнение термической обработки гипса при получении полуводного гипса:



Найдем молярную массу природного гипса и строительного гипса:

$$M(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 40 + 32 + 64 + 36 = 172 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}) = 40 + 32 + 64 + 9 = 145 \text{ г/моль}.$$

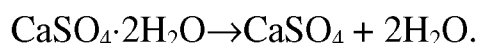
На основании уравнения реакции составим пропорцию и найдем массу строительного полуводного гипса, которую можно получить из 2500 кг природного гипсового камня:

$$172 \text{ г/моль} - 145 \text{ г/моль},$$

$$2500 \text{ кг} - X \text{ кг},$$

$$\text{отсюда: } X = \frac{2500 \cdot 145}{172} = 2108 \text{ кг}.$$

Составим уравнение термической обработки гипса при получении ангидрита:



Найдем молярную массу природного гипса и строительного гипса:

$$M(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 40 + 32 + 64 + 36 = 172 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{CaSO}_4) = 40 + 32 + 64 = 136 \text{ г/моль}.$$

На основании уравнения реакции составим пропорцию и найдем массу ангидрита, которую можно получить из 2500 кг природного гипсового камня:

$$172 \text{ г/моль} - 136 \text{ г/моль},$$

$$2500 \text{ кг} - X \text{ кг}$$

$$\text{отсюда: } X = \frac{2500 \cdot 136}{172} = 1977 \text{ кг}.$$

**Ответ:** полуводного гипса – 2108 кг, ангидрита – 1977 кг.

**Пример 2.** Определите среднюю плотность, водопоглощение по массе и по объему кирпича керамического обыкновенного, если при испытании были получены следующие результаты: масса сухого образца составляет 3640 г, а в насыщенном водой состоянии – 3980 г.

*Решение.*

Найдем водопоглощение кирпича керамического обыкновенного по массе по известной формуле:

$$\omega_m = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100\% = \frac{3980 - 3640}{3640} \cdot 100\% = 9,34 \%$$

Найдем объем 1 кирпича керамического обыкновенного размером 250 x 120 x 65 мм:

$$V = 0,250 \cdot 0,120 \cdot 0,065 = 0,00195 \text{ м}^3.$$

Определим водопоглощение кирпича керамического обыкновенного по объему по известной формуле:

$$\omega_v = \frac{m_1 - m}{V} = \frac{3,980 - 3,640}{0,00195} = 174,4 \text{ кг/м}^3 \text{ или } 0,1744 \text{ г/см}^3.$$

Рассчитаем среднюю плотность кирпича керамического обыкновенного по известной формуле:

$$\rho_0 = \frac{\omega_v}{\omega_m} = \frac{0,1744}{0,0934} = 1,867 \text{ г/см}^3 \text{ или } 1867 \text{ кг/м}^3.$$

Найдем пористость кирпича керамического обыкновенного по известной формуле, используя данные таблицы *приложения Г* методического пособия:

$$\dot{i} = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{1,867}{2,65}\right) \cdot 100\% = 29,54 \%$$

**Ответ:** средняя плотность составляет 1,867 г/см<sup>3</sup>; водопоглощение по массе – 9,34%; водопоглощение по объему – 0,1744 г/см<sup>3</sup>; пористость – 29,54%.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

ПРИМЕР РАСЧЕТА СОСТАВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА  
(Контрольное задание № 2)

Данные для расчета состава тяжелого бетона приведены в таблице.

Таблица Ж. 1 – Исходные данные

Марка бетона	150
Марка цемента	300
Удобоукладываемость бетонной смеси: жесткость (с)	35
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup> :	
цемента	1,10
песка	1,50
щебня	–
гравия	1,45
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup> :	
цемента	3,10
песка	2,50
щебня	–
гравия	2,45
Влажность, %:	
песка	10
щебня	–
гравия	1
Наибольшая крупность, мм:	
щебня	–
гравия	10
Водопотребность песка, %	8,0
Модуль крупности песка, $M_{кр}$	1,8

Порядок расчета состава тяжелого бетона

1. Вычисляем водоцементное отношение, исходя из требуемой прочности бетона, активности цемента и с учетом вида и качества заполнителей по следующим формулам:

$$\text{для бетонов с } B/C > 0,4 \quad \frac{B}{C} = \frac{A \cdot R_{II}}{R_b + 0,5 \cdot A \cdot R_{II}} = \frac{0,55 \cdot 30}{15 + 0,5 \cdot 0,55 \cdot 30} = 0,71,$$

$$\text{для бетонов с } B/C < 0,4 \quad \frac{B}{C} = \frac{A_I \cdot R_{II}}{R_b - 0,5 \cdot A_I \cdot R_{II}} = \frac{0,37 \cdot 30}{15 - 0,5 \cdot 0,37 \cdot 30} = 1,17,$$

где  $R_{II}$  – активность цемента, МПа;  $A$  и  $A_I$  – коэффициенты, учитывающие качество применяемых материалов (таблица 2.3 методического пособия);  $R_b$  – прочность бетона, МПа.

Так как  $R_b = 15$ , а марка цемента М300, то выбираем, соответственно,  $A = 0,55$  и  $A_I = 0,37$ .

Принимаем окончательно  $B/C = 0,71$ .

Фрагмент таблицы 2.3 – Значения коэффициентов, учитывающих качество материалов

<i>Характеристика заполнителей бетона</i>	<i>A</i>	<i>A<sub>I</sub></i>
Пониженного качества	0,55	0,37

2. Определяем ориентировочный расход воды ( $B$ , кг/м<sup>3</sup>) по таблице 2.4 методического пособия с учетом заданной удобоукладываемости бетонной смеси, вида и крупности зерен заполнителя.

Фрагмент таблицы 2.4 – Ориентировочный расход воды на 1 м<sup>3</sup> бетона

<i>Удобоукладываемость бетонной смеси</i>		<i>Наибольшая крупность зерен, мм</i>						
		<i>гравия</i>				<i>щебня</i>		
<i>осадка конуса, см</i>	<i>жесткость, с</i>	10	20	40	70	20	40	70
–	31–50	150	135	125	120	150	135	130
–	21–30	160	145	130	125	160	145	140

На основании данных таблицы расход воды составляет  $B = 150$  л. Однако при применении мелкого песка водопотребностью свыше 7% расход воды увеличивается на 5 л на каждый дополнительный процент, следовательно расход воды составит:

$$B = 150 + 5 = 155 \text{ кг.}$$

3. Вычисляем расход цемента ( $C$ , кг/м<sup>3</sup>) по уже известным водопотребности бетонной смеси и водоцементному отношению по формуле:

$$C = B : \frac{B}{C} = 155 : 0,71 = 218,3 \text{ кг},$$

где  $B$  – расход воды, кг/м<sup>3</sup>;  $B/C$  – отношение массы воды к массе цемента.

4. По таблице 2.5 методического пособия определяем коэффициент раздвижки зерен ( $\alpha$ ) гравия для **жестких смесей**.

Согласно примечанию, принимаем расчетное значение:  $\alpha = 1,05$ .

Так как водопотребность песка 8%, а при применении мелкого песка с водопотребностью выше 7% коэффициент увеличивается на 0,03 на каждый процент водопотребности песка, то принимаем расчетное значение  $\alpha = 1,05 + 0,03 = 1,08$ .

5. Определяем пустотность гравия по формуле:

$$V_{\text{пуст.ш(г)}} = \frac{\rho_{\text{ш(г)}} - \rho_{\text{н.ш(г)}}}{\rho_{\text{ш(г)}}} = \frac{2,45 - 1,45}{2,45} = 0,408,$$

где  $\rho_{\text{ш(г)}}$  – истинная плотность гравия, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{н.ш(г)}}$  – насыпная плотность гравия, кг/м<sup>3</sup>.

6. Рассчитываем расход заполнителей (песка и гравия) в кг на 1 м<sup>3</sup> бетона.

А) расход гравия в кг на 1 м<sup>3</sup> бетона:

$$\Pi(\Gamma) = \frac{1}{\frac{V_{\text{пуст.ш(г)}} \cdot \alpha}{\rho_{\text{н.ш(г)}} + \frac{1}{\rho_{\text{ш(г)}}}} = \frac{1}{0,408 \cdot 1,08 / 1450 + 1 / 2450} = 1404,4 \text{ кг},$$

где  $\rho_{\text{н.ш(г)}}$  – насыпная плотность гравия, кг/м<sup>3</sup>;  $V_{\text{пуст.ш(г)}}$  – пустотность гравия в рыхлом состоянии;  $\alpha$  – коэффициент раздвижки зерен.

Б) расход песка рассчитываем по формуле:

$$\Pi = \left[ 1 - \left( \frac{C}{\rho_{\text{ц}}} + \frac{B}{\rho_{\text{в}}} + \frac{\Pi(\Gamma)}{\rho_{\text{ш(г)}}} \right) \right] \cdot \rho_{\text{п}} = \left[ 1 - \left( \frac{218,3}{3100} + \frac{155}{1000} + \frac{1404,4}{2450} \right) \right] \cdot 2500 = 503,8 \text{ кг}.$$

В) проверим, равна ли сумма абсолютных объемов всех компонентов бетона 1 м<sup>3</sup> уплотненной смеси, т. е.:



$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{В}{\rho_{в}} + \frac{П}{\rho_{п}} + \frac{Щ(Г)}{\rho_{щ(г)}} = 1,$$

$$\frac{218,3}{3100} + \frac{155}{1000} + \frac{503,8}{2500} + \frac{1404,4}{2450} = 0,0704 + 0,155 + 0,2015 + 0,5732 = 1,0001,$$

где  $Ц, В, П, Щ(Г)$  – расход цемента, воды, песка и гравия, соответственно,  $кг/м^3$ ;  $\rho_{ц}, \rho_{в}, \rho_{п}, \rho_{щ(г)}$  – истинная плотность этих материалов, соответственно,  $кг/м^3$ .

7. Зная расход компонентов  $Ц, В, П, Г$  на  $1 м^3$  бетонной смеси, вычисляем ее расчетную плотность по формуле:

$$\rho_{б.с.} = Ц + В + П + Щ = 218,3 + 155 + 503,8 + 1404,4 = 2281,5 \text{ кг/м}^3;$$

и коэффициент выхода бетона  $B_6$ :

$$B_6 = \frac{1}{\frac{Ц}{\rho_{н.ц}} + \frac{П}{\rho_{н.п}} + \frac{Щ(Г)}{\rho_{н.щ(г)}}} = \frac{1}{\frac{218,3}{1100} + \frac{503,8}{1500} + \frac{1404,4}{1450}} = 0,67,$$

где  $Ц, В, П, Щ(Г)$  – расход сухих компонентов на  $1 м^3$  бетона,  $кг$ ;  $\rho_{н.ц}, \rho_{н.п}, \rho_{н.щ(г)}$  – насыпная плотность сухих материалов,  $кг/м^3$ .

Значение коэффициента выхода бетона обычно находится в пределах  $B_6 = 0,6 - 0,75$ .

8. Расчет состава бетонной смеси на лабораторный замес определяют с учетом влажности заполнителей:

а) определяем расход воды в компонентах бетонной смеси по формулам:

$$B_{щ(г)} = Щ(Г) \cdot \frac{W_{щ(г)}}{100} = 1404,4 \cdot \frac{1}{100} = 14 \text{ кг},$$

$$B_{п} = П \cdot \frac{W_{п}}{100} = 503,8 \cdot \frac{10}{100} = 50,4 \text{ кг},$$

где  $Щ(Г)$  и  $П$  – расход сухих компонентов на  $1 м^3$  бетона,  $кг$ ;  $W_{щ(г)}$  и  $W_{п}$  – влажность гравия и песка, соответственно,  $\%$ ;

б) пересчитаем расход воды на бетонную смесь с учетом влажности материалов:

$$B' = B - B_n - B_{ш(г)} = 155 - 14 - 50,4 = 90,6 \text{ кг},$$

где В – ориентировочный расход воды, принятый в пункте 2, кг;

в) пересчитаем расход заполнителей:

$$Ц' = Ц = 218,3 \text{ кг};$$

$$ШЦ'(Г') = ШЦ(Г) + B_{ш(г)} = 1404,4 + 14 = 1418,4 \text{ кг};$$

$$П' = П + B_n = 503,8 + 50,4 = 554,2 \text{ кг}.$$

9. Рассчитанный состав бетонной смеси выражаем в виде соотношения

$$1 : \frac{П'}{Ц} : \frac{ШЦ'(Г')}{Ц} = 1 : \frac{554,2}{218,3} : \frac{1418,4}{218,3} = 1 : 2,5 : 6,5.$$

Рассчитанный состав бетонной смеси 1 : 2,5 : 6,5 по массе при водоцементном отношении В/Ц = 0,71 и активности портландцемента  $R_{ц} = 30$  МПа.

**ПРИМЕР РАСЧЕТА СОСТАВА ЛЕГКОГО БЕТОНА**  
(Контрольное задание № 4)

Данные для расчета состава легкого бетона приведены в таблице.

Таблица 3. 1 – Исходные данные

Класс бетона	10
Марка цемента	300
Удобоукладываемость бетонной смеси: жесткость (с)	23
Марка керамзитового гравия по прочности	100
Средняя плотность сухого бетона, г/см <sup>3</sup>	1,60
Плотность зерен керамзитового гравия в цементном тесте, г/см <sup>3</sup>	1,0
Влажность, %:	
песка	2,5
керамзитового гравия	1,5
Наибольшая крупность керамзитового гравия, мм	40
Водопотребность песка, %	8
Насыпная плотность песка, г/см <sup>3</sup>	1,0
Модуль крупности песка, M <sub>кр</sub>	1,9

**Порядок расчета состава легкого бетона**

1. Определяем ориентировочный расход цемента (Ц, кг/м<sup>3</sup>) в зависимости от класса бетона, марки цемента, наибольшей крупности и прочности керамзитового гравия и удобоукладываемости бетонной смеси на основании данных таблицы 4.3 и с учетом поправочных коэффициентов, приведенных в таблице 4.4 методического пособия.

Фрагмент таблицы 4.3 – Ориентировочный расход цемента

Класс бетона	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup> , при марке керамзитового гравия по прочности						
	75	100	125	150	200	250	300
V10	300	280	260	240	230	220	210

Фрагмент таблицы 4.4 – Коэффициенты изменения расхода цемента

<i>Условия</i>	<i>Коэффициенты изменения расхода цемента для бетона классов</i>						
	<i>B10</i>	<i>B15</i>	<i>B20</i>	<i>B25</i>	<i>B27,5</i>	<i>B30</i>	<i>B40</i>
Цемент марки: 300	1,15	1,20	1,20	–	–	–	–
400	1,00	1,00	1,00	1,15	1,20	1,25	–
Песок: плотный	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
пористый (или смесь плотного и пористого)	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Гравий с наибольшей крупностью, мм: 40	0,90	0,90	0,93	0,93	0,95	0,95	0,95
Бетонная смесь жесткостью, с: 20–30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Коэффициенты изменения расхода цемента для бетона класса B10:

1. – 1,15
2. – 1,1
3. – 0,9
4. – 1,0.

$$\text{Ц} = 280 * 1,15 * 1,1 * 0,9 * 1,0 = 318,8 \text{ кг.}$$

2. Определяем ориентировочный расход воды в зависимости от удобоукладываемости (осадка конуса или жесткость) бетонной смеси и наибольшей крупности керамзитового гравия, используя данные таблицы 4.5 методического пособия.

Фрагмент таблицы 4.5 – Водопотребность бетонной смеси

<i>Удобоукладываемость бетонной смеси</i>		<i>Расход воды, кг/м<sup>3</sup>, при наибольшей крупности гравия, мм</i>		
<i>осадка конуса, см</i>	<i>жесткость, с</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>40</i>
0	31–50	185	170	160
0	21–30	195	180	165
1–2	10–20	205	190	175

На основании данных таблицы расход воды составляет:

$$B = 165 \text{ кг /м}^3.$$

3. Определяем расход керамзитового гравия ( $K$ ,  $\text{кг/м}^3$ ) по формуле:

$$K = 1000 \cdot \varphi \cdot \rho_{з.г.}^{ц.т.} = 1000 \cdot 0,41313 \cdot 1,0 = 413,1 \text{ кг},$$

где  $\rho_{з.г.}^{ц.т.}$  – плотность зерен гравия в цементном тесте,  $\text{кг/л}$ ;

$\varphi$  – объемная концентрация керамзитового гравия (абсолютный объем гравия в литрах на  $1 \text{ м}^3$  бетона, деленный на 1000); принимается по таблице 4.6 методического пособия в зависимости от расхода цемента, воды, плотности бетона, плотности зерен гравия, водопотребности песка.

Фрагмент таблицы 4.6 – Объемная концентрация  $\varphi$  крупного заполнителя для легких бетонов на плотном песке

$\rho_{б.сух.}$ $\text{кг/м}^3$	$\rho_{з.г.}^{ц.т.}$ $\text{кг/л}$	Водопотребность песка, %								
		6			8			10		
		при расходе воды, л								
		160	200	240	160	200	240	160	200	240
1600	0,8	0,4	0,34	0,22	0,37	0,30	–	0,35	0,24	–
	1	0,43	0,38	0,32	0,42	0,35	0,25	0,39	0,32	–
	1,2	0,47	0,42	0,35	0,46	0,40	0,30	0,44	0,38	0,27
	1,4	0,50	0,46	0,41	0,50	0,45	0,39	0,48	0,43	0,36
	1,6	0,54	0,50	0,45	0,53	0,49	0,44	0,53	0,48	0,43

Принимаем значение  $\varphi$ :

$$\varphi = 0,42 - (0,07/40) \cdot 5 = 0,41125.$$

В таблице значения  $\varphi$  даны при расходе цемента  $300 \text{ кг/м}^3$ . При большем расходе цемента значения возрастают приблизительно на 0,01 на каждые  $100 \text{ кг/м}^3$  цемента. Таким образом, расчетное значение  $\varphi$  равно:

$$\varphi = 0,41125 + 0,00188 = 0,41313.$$

4. Определяем расход плотного песка ( $\Pi$ ,  $\text{кг/м}^3$ ) по формуле:

$$\Pi = \rho_{б.сух.} - 1,15 \cdot C - K = 1600 - 1,15 \cdot 318,8 - 413,1 = 820,25 \text{ кг},$$

где  $\rho_{б.сух.}$  – средняя плотность сухого бетона,  $\text{кг/м}^3$ ;  $C$  – расход цемента,  $\text{кг/м}^3$ ;  $K$  – расход керамзитового гравия,  $\text{кг/м}^3$ .

5. Определяем общий расход воды ( $B$ ,  $\text{кг/м}^3$ ) с учетом поправок на расходы керамзитового гравия, цемента и водопотребность песка по формуле:

$$B = B_0 + B_K + B_C + B_\Pi = 165 + 7,5 + 0 + 8,2 = 180,7 \text{ кг},$$

где  $B_0$  – ориентировочный расход воды, кг/м<sup>3</sup>;  
 $B_K$  – поправка на объемную концентрацию керамзитового гравия, кг/м<sup>3</sup>,  
 $B_{II}$  – поправка на расход цемента, кг/м<sup>3</sup>;  
 $B_{II}$  – поправка на водопотребность плотного песка, кг/м<sup>3</sup>.

А) поправка на объемную концентрацию керамзитового гравия, кг/м<sup>3</sup>:

$$B_K = 2000 \cdot (\varphi - 0,37)^2 = 2000(0,41313 - 0,37)^2 = 7,5 \text{ кг},$$

где  $\varphi$  – объемная концентрация керамзитового гравия.

Б) поправка на расход цемента при расходе его более 450 кг/м<sup>3</sup>:

$$B_{II} = 0 \text{ кг}.$$

В) поправка на водопотребность плотного песка, кг/м<sup>3</sup>:

$$B_{II} = \frac{0,02 \cdot (B_{II}^{вод} - 7)}{\rho_{II}} \approx 0,01 \cdot II \cdot (B_{II}^{вод} - 7) = 0,01 \cdot 820,25 \cdot (8 - 7) = 8,2 \text{ кг},$$

где  $B_{II}^{вод}$  – водопотребность песка, %;  $II$  – расход песка, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{II}$  – плотность плотного песка, кг/л.

6. Определяем расчетную плотность полученной бетонной смеси, кг/м<sup>3</sup>:

$$\rho_{б.см.} = II + B + K + П = 318,8 + 180,7 + 413,1 + 820,25 = 1732,85 \text{ кг/м}^3,$$

где  $II$ ,  $П$ ,  $K$ ,  $B$  – расход материалов в подобранном составе, кг/м<sup>3</sup>.

**7. Расчет расхода материалов рабочего состава бетонной смеси с учетом влажности заполнителей:**

а) определяем расход воды в компонентах бетонной смеси по формулам:

$$B_K = K \cdot \frac{W_K}{100} = 413,1 \cdot \frac{1,5}{100} = 6,2 \text{ кг},$$

$$B_{II} = II \cdot \frac{W_{II}}{100} = 820,25 \cdot \frac{2,5}{100} = 20,5 \text{ кг},$$

где  $W_K$  и  $W_{II}$  – влажность керамзитового гравия и песка, соответственно, %;

б) пересчитаем расход воды на бетонную смесь с учетом влажности материалов:

$$B = B - B_{II} - B_K = 180,7 - 6,2 - 20,5 = 154 \text{ кг};$$

в) пересчитаем расход заполнителей:

$$Ц' = Ц = 318,8 \text{ кг},$$

$$K' = K \cdot \left(1 + \frac{W_K}{100}\right) = 413,1 \cdot (1 + 0,015) = 419,3 \text{ кг},$$

$$I' = I \cdot \left(1 + \frac{W_I}{100}\right) = 820,25 \cdot (1 + 0,025) = 840,8 \text{ еã},$$

где  $Ц, П, K, B$  – расход материалов в подобранном составе,  $\text{кг/м}^3$ ;  $W_K$  и  $W_I$  – влажность керамзитового гравия и песка, соответственно, %.

8. Рассчитанный состав бетонной смеси выражаем в виде соотношения

$$1 : \frac{П'}{Ц} : \frac{K'}{Ц} : \frac{B}{Ц} = 1 : \frac{840,8}{318,8} : \frac{419,3}{318,8} : \frac{154}{318,8} = 1 : 2,6 : 1,3 : 0,48.$$

Рассчитанный состав керамзитобетонной смеси 1 : 2,6 : 1,3 по массе при водоцементном отношении В/Ц = 0,48 и марке керамзитового гравия по прочности  $M_{к.гр}$  100.

ПРИМЕР РАСЧЕТА СОСТАВА СТРОИТЕЛЬНОГО РАСТВОРА  
(Контрольное задание № 5)

Данные для расчета состава строительного раствора приведены в таблице.

Таблица И.1 – Исходные данные

Марка строительного раствора, кгс/см <sup>2</sup>	75
Марка портландцемента, кгс/см <sup>2</sup>	200
Насыпная плотность портландцемента, г/см <sup>3</sup>	1,15
Насыпная плотность песка, г/см <sup>3</sup>	1,45
Влажность песка, %	4
Вид минеральной добавки	Глиняное тесто средней пластичности с содержанием песка до 15%
Средняя плотность добавки, г/см <sup>3</sup>	1,36

Порядок расчета состава строительного раствора

1. Определяем ориентировочный расход цемента на 1 м<sup>3</sup> песка в зависимости от марки раствора и марки цемента на основании данных таблицы 5.3 (с учетом примечания):

а) по массе  $Q_{ц}$  кг, по формуле

$$Q_{ц} = \left( \frac{R_{ц} \cdot Q_{ц}}{R_{ц.ф.}} \right) \cdot 1000 = \left( \frac{8,1}{20} \right) \cdot 1000 = 405 \text{ кг},$$

где  $R_{ц} \cdot Q_{ц}$  – принимается по таблице 5.3;  $R_{ц.ф.}$  – заданная активность портландцемента, МПа.

*Полученный расход цемента не меньше значений, приведенных в таблице 5.3 и таблице 5.4, следовательно, принимаем 405 кг;*

б) по объему  $V_{ц}$  м<sup>3</sup>, по формуле

$$V_{ц} = \frac{Q_{ц}}{\rho_{н.ц.}} = \frac{405}{1150} = 0,352 \text{ м}^3,$$

где  $\rho_{н.ц.}$  – насыпная плотность цемента, кг/м<sup>3</sup>.

2. Определяем ориентировочный расход неорганических пластификаторов на 1 м<sup>3</sup> песка:

а) по объему  $V_{д}$  м<sup>3</sup>, по формуле

$$V_{д} = 0,17 \cdot (1 - 0,002 \cdot Q_{ц}) = 0,17 \cdot (1 - 0,002 \cdot 405) = 0,0323 \text{ м}^3;$$



б) по массе  $Q_d$  кг, по формуле

$$Q_d = V_d \cdot \rho_{с.д.} = 0,0323 \cdot 1360 = 43,9 \text{ кг},$$

где  $\rho_{с.д.}$  – средняя плотность добавки, кг/м<sup>3</sup>.

Количество неорганического пластификатора ограничивается в зависимости от влажностных условий, в которых здание или сооружение будет находиться во время эксплуатации.

При применении цементно-глиняных растворов для надземных конструкций при относительной влажности воздуха помещений до 60% и для кладки фундаментов в маловлажных грунтах отношение объема глиняного теста к объему цемента ( $V_d : V_{ц}$ ) должно быть не более 1,5 : 1.

При применении цементно-глиняных и цементно-известковых растворов для надземных конструкций при относительной влажности воздуха помещений свыше 60% и для кладки фундаментов во влажных грунтах отношение объема глиняного или известкового теста к объему цемента ( $V_d : V_{ц}$ ) должно быть не более 1 : 1.

3. Определяем ориентировочный расход воды ( $B$ , кг) на 1 м<sup>3</sup> песка по формуле

$$B = 0,5 \cdot (Q_{ц} + Q_d) = 0,5 \cdot (405 + 43,9) = 224,5 \text{ кг},$$

где  $Q_{ц}$  и  $Q_d$  – расход цемента и добавки (глиняного или известкового теста) на 1 м<sup>3</sup> песка, кг.

**Фактический расход воды** уточняют на пробных замесах методом последовательных приближений до получения растворной смеси требуемой подвижности.

4. Определяем ориентировочный расход песка ( $Q_{п}$ , кг) на 1 м<sup>3</sup> песка по формуле

$$Q_{п} = V_{п} \cdot \rho_{п.п.} = 1 \cdot 1450 = 1450 \text{ кг},$$

где  $V_{п}$  – объём песка, принимаемый равным 1 м<sup>3</sup>;  $\rho_{п.п.}$  – насыпная плотность песка, кг/м<sup>3</sup>.

5. Рассчитанный состав сложного раствора в частях по объему устанавливаем путем деления расхода каждого компонента растворной смеси на расход цемента по объему и выражаем в виде соотношения

$$\frac{V_{ц}}{V_{ц}} : \frac{V_d}{V_{ц}} : \frac{V_{п}}{V_{ц}} = \frac{0,352}{0,352} : \frac{0,0323}{0,352} : \frac{1}{0,352} = 1 : 0,09 : 2,84.$$

Рассчитанный состав цементно-глиняного раствора 1 : 0,09 : 2,84 (вяжущее : добавка : песок) по объему при активности цемента  $R_{ц} = 20$  МПа, водоцементном отношении  $B/C = 0,55$  и добавке – глиняное тесто средней пластичности с содержанием песка до 15%.