

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ АКАДЕМИЯ ХУДОЖЕСТВ
ИМЕНИ ИЛЬИ РЕПИНА»
(САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ АКАДЕМИЯ ХУДОЖЕСТВ)**

ФАКУЛЬТЕТ АРХИТЕКТУРЫ

Кафедра инженерно-строительных дисциплин

Задачин Ф.Д.

**СБОРНИК ТИПОВЫХ ЗАДАЧ
по курсу
«Архитектурное материаловедение»
Учебно-методическое пособие**

Санкт-Петербург
2021 год

Учебно-методическое пособие

Для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Архитектура» и «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия» уровней бакалавриата, по архитектурного факультета Санкт-Петербургской академии художеств имени Ильи Репина при внеаудиторной подготовке по плану их профессиональной компетенции с целью расширения практических знаний в условиях внеаудиторной самоподготовки по курсу «Архитектурное материаловедение» при самостоятельном выполнении заданий и подготовке к экзаменам, а также при изучении в дальнейшем дисциплин, «Железобетонные конструкции», «Современные конструкции и материалы», «Архитектурно-строительные технологии», Санкт-Петербург, Санкт-Петербургская академия художеств, 2021, 30с.

Рецензенты

А.Н. Бирюков

доктор технических наук, профессор ВАТТ МО РФ

Д.А. Махов

Доцент кафедры инженерно-строительных дисциплин

Сведения об авторе:

Задачин Ф.Д. доцент кафедры инженерно-строительных дисциплин (кандидат технических наук, доцент).

Аннотация

В пособии приведены типовые задачи по основным разделам, которые изучаются в соответствии с учебной программой курса «Архитектурное материаловедение».

В нём даны решения основных типовых задач, знание которых требуется при изучении дисциплин «Архитектурное материаловедение», «Железобетонные конструкции», «Современные конструкции и материалы», «Архитектурно-строительные технологии», прохождении проектно-строительной практики, а также на всех этапах строительства для инженерно-технических работников (ИТР), участвующих в организации верификации (соответствия) при входном и текущем контроле качества строительных материалов и конструкций в процессе возведения зданий, сооружений (от проектировщика – авторского надзора до ИТР) на строительной площадке.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по программам архитектурного факультета академии художеств имени Ильи Репина, а также для других учебных заведений архитектурно-строительного профиля. Учитывая проблематику пособия, оно необходимо к началу изучения следующих дисциплин: «Железобетонные конструкции», «Современные конструкции и материалы», «Архитектурно-строительные технологии» в соответствии с ФГОС ВПО по направлению подготовки 07.03.01 «Архитектура» («Бакалавриат»), и 07.03.01 «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия» («Бакалавриат»), прохождения проектно-строительной практики, когда студенты должны владеть профессиональными компетенциями (ПК), полученными ими при изучении дисциплины «Архитектурное материаловедение» в широком практическом аспекте. Знания по всем этим вышеуказанным дисциплинам и умение практически, на примере типовых задач пособия определять показатели качества строительных материалов и конструкций, поможет технически грамотно усваивать материал при прохождении проектно-строительной практики и будет полезен в дальнейшем в их практической деятельности.

В результате ознакомления с материалами пособия студенты смогут расширить на научной основе полученные ими в процессе аудиторного обучения и при производственно-экскурсионных занятиях сведения по проектированию, организации входного и текущего контроля качества строительных материалов, при выполнении строительно-монтажных работ на строительной площадке, значительно поднять свой уровень обще профессиональных компетенций.

Материал пособия может быть полезен для ИТР строительных организаций, занятых организацией, выполнением входного и операционного контроля качества строительных материалов и конструкций при строительстве зданий и сооружений.

Оглавление

Введение.....	5
Раздел 1. Естественные каменные материалы.....	7
Раздел 2. Неорганические вяжущие вещества.....	8
Раздел 3. Тяжелые бетоны.....	9
Раздел 4. Специальные бетоны.....	12
Раздел 5. Легкие бетоны.....	13
Раздел 6. Строительные растворы.....	14
Раздел 7. Керамические материалы.....	15
Раздел 8. Силикатные материалы.....	15
Раздел 9. Искусственные каменные материалы и изделия на основе цемента.....	16
Раздел 10. Металлические материалы и изделия.....	16
Раздел 11. Лесные материалы.....	17
Раздел 12. Полимерные строительные материалы.....	19
Раздел 13. Битумные вяжущие.....	19
Раздел 14. Гидроизоляционные материалы.....	20
Раздел 15. Теплоизоляционные материалы.....	20
Раздел 16. Лакокрасочные материалы.....	21
Заключение.....	22
Нормативная литература.....	23
Библиография.....	24
Приложения.....	25

Введение

Учитывая, что на современном этапе проектированием, экспертизой проектов, строительством жилых зданий, торгово–развлекательных, спортивных комплексов, а также ряда промышленных зданий в основном выполняют негосударственные коммерческие организации, обеспечение должного уровня безопасности среды обитания людей зависит от множества факторов, и одним из наиболее важных из них является качество строительных материалов и конструкций, и надежность современных зданий и сооружений в целом, в которых человек проводит основное время его жизнедеятельности.

Правительство Российской Федерации через Министерство строительства и жилищно–коммунального хозяйства, Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий уделяют в настоящее время большое внимание по переработке и приведению всех действующих нормативных документов в соответствие с новыми требованиями с учетом применения новых технологий строительства, строительных материалов и сложности самого процесса выполнения работ, особенно при возведении высотных зданий и сооружений, в соответствии с требованиями Федерального закона №384-ФЗ от 30.12.2009г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

В соответствии с требованиями части 1 статьи 6 этого закона Правительство Российской Федерации своим постановлением № 1521 от 26 декабря 2014 года утвердило «Перечень национальных стандартов сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается требование Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Требования остальных стандартов, не вошедших в этот перечень являются рекомендательными и применяются при организации верификации – оценке качества при входном контроле строительных материалов при входном контроле и при выполнении строительного контроля на всех стадиях его проектирования и строительства Заказчиками.

Все Надзорные органы в этих областях, проектные организации, организаций, выполняющие строительно–монтажные работы ,производители строительных материалов, конструкций, испытательные центры, лаборатории в своей деятельности должны руководствоваться всеми необходимыми нормативными документами с учетом современных требований по надежности и долговечности зданий и сооружений при эксплуатации и их качества, экономичности при выборе проектных и технологических решений.

В связи с этим уровню профессиональной подготовки инженерно-технических работников (ИТР) особенно проектировщиков, линейного звена (технадзоры, прорабы, начальники участков), умению выполнять ими верификацию соответствия строительных материалов и конструкций документам о качестве при входном контроле и при операционном контроле качества на всех этапах строительства на современном этапе, согласно требований Законодательства, нормативных документов должно уделяться руководством строительных организаций и Надзорными органами повышенное внимание.

Настоящее методическое пособие разработано в дополнение к учебным программам по курсу «Архитектурное материаловедение», «Программе проектно-технологической практики» Архитектурного факультета академии художеств в соответствии с основными требованиями «СП 48.13330.2011 «Организация строительства», актуализированная редакция СНиП12-01-2004, СП 11-110-99,СП70.13330.2012, актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции», «Положения о проведении строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства»

(утвержденного постановлением Правительством Российской Федерации №468 от 21.06.2010г), и других в области строительства нормативных документов.

В связи с минимальным количеством часов в учебной программе обучения на практическое ознакомление со всеми видами строительных материалов, определению их физико-механических свойств материал пособия особенно актуален при изучении следующих дисциплин: «Архитектурное материаловедение», «Железобетонные конструкции», «Современные конструкции и материалы», «Архитектурно–строительные технологии» в соответствии с ФГОС ВПО по направлению подготовки 07.03.01 «Архитектура» (Бакалавриат), 07.03.01 «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия» (Бакалавриат). Материал пособия актуален для обучающихся в учебных заведениях строительного профиля с целью самостоятельного внеаудиторного обучения и углубления знаний по практическому определению показателей качества строительных материалов.

Пособие охватывает основные практические задачи возможные к применению в области деятельности линейных ИТР при организации и выполнении контроля качества строительных материалов при входном и операционном контроле при выполнении строительно-монтажных работ.

Раздел I. ЕСТЕСТВЕННЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Задача 1.1 Условие. Как определить марку по прочности гранитного щебня из изверженных, интрузивных пород (к ним относятся – гранит, диорит, габбро, перидотит) по дробимости при сжатии, если при лабораторных испытаниях его образцов потеря массы при дробимости составила- 11%?

Решение. В соответствии с требованиями к маркам щебня по прочности при дробимости при сжатии для изверженной, интрузивной породы - гранита, приведенных в ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород», табл.4 при условии, что его фактическое значение, по результатам лабораторных испытаний пробы щебня – потеря массы при дробимости –11% марка по прочности при дробимости гранитного щебня из изверженных интрузивных пород будет соответствовать показателю – **1400**.

Задача 1.2. Условие. Потеря массы при дробимости известнякового щебня при лабораторных испытаниях его пробы в сухом состоянии составила -13%. Как определить марку щебня по прочности при дробимости при сжатии?

Решение. В соответствии с требованиями к маркам щебня по прочности при дробимости при сжатии для осадочных пород приведенных в ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород», табл.3 при фактическом значении по результатам лабораторных испытаний пробы щебня в сухом состоянии потери массы при дробимости – 13% марка по прочности при дробимости щебня из осадочных пород будет соответствовать показателю – **1000**.

Задача 1.3. Условие. Вам представлен образец из природного каменного материала в виде кубика размером 50*50*50мм. Как определить твердость массива камня из которого выполнен образец?

Ответ. Твердость каменных материалов определяют по лабораторным образцам размерами 50*50*50 мм с обработанными до плоскостности его сторонами методом нанесения царапин по граням образца минералами из шкалы Мооса (с установленной ранее в минералогии твердости тальк-1, гипс-2, кальцит-3, флюорит-4, апатит-5, ортоклаз-6, кварцит-7, топаз-8, корунд-9, алмаз-10 имеющих твердость соответственно) до появления видимой, полученной от них механически не стираемой царапины. В частности, при проведении по представленному для испытания образцу (граням образца) поочередно контрольными из шкалы Мооса минералами, царапина осталась при проведении минералом флюоритом из комплекта шкалы с твердостью -4, что позволяет дать ему (камню) твердость **3 - 4**. В ювелирном деле применяется также метод определения твердости при шлифовании по А. Розивали.

Задача 1.4. Условие. Прочность крупного заполнителя из осадочной породы – известнякового щебня по потере массы при дробимости по документу о качестве на него составляет 80.0 МПа.

Возможно ли применение данного крупного заполнителя – щебня для приготовления бетонной смеси тяжелого гидротехнического бетона класса В20, подводной зоны (подземной части здания – фундаментной плиты сооружения), марки по водонепроницаемости -W8?

Решение. В соответствии с требованиями СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции » требуемая прочность щебня (крупного заполнителя) из известняковой (осадочной породы) определяется выражением $R_g = 2R_b$, где R_g – требуемая прочность известнякового щебня по потери массы при дробимости для гидротехнического бетона (подводной зоны сооружений), R_b - требуемая прочность гидротехнического бетона при сжатии в МПа, определяемая согласно требований ГОСТ 18105-2010 «Бетоны Правила контроля и оценки прочности по формуле $R_b = K_d * B$, где $K_d = 1.28$ коэффициент требуемой прочности , при

$K_v = 13.5$ %-коэффициент вариации однородности прочности бетона, В-класс бетона по прочности на сжатие, а значит требуемая прочность щебня составит $R_g = 2(K_d \cdot V) = 2 \cdot (1.28 \cdot 20) = 2 \cdot 25,6 = 51,2$ МПа.

Применение щебня для приготовления гидротехнического бетона конструкций подводной части (фундаментной плиты) возможно, так как прочность известнякового щебня, согласно документа о качестве равна $80,0$ МПа, а требуемая, согласно расчета. Прочность известнякового щебня составляет $51,2$ МПа.

Задача 1.5. Условие. Согласно документу о качестве на известняковый щебень его прочность в сухом состоянии составляет $R_g = 60,0$ МПа, а в водонасыщенном соответственно $R_{gw} = 40,0$ МПа. Определите какому значению равен его коэффициент размещения.

Решение. В соответствии с ГОСТ 30629-99 «Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний» коэффициент размягчения определяется по формуле $K_p = R_{gw}/R_g$, а значит он равен $K_p = 40/60 = 0,66$.

Раздел 2. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Задача 2.1 Условие. По результатам лабораторных испытаний образца гипсового вяжущего получены следующие результаты его показателей:

- 1) Прочность при сжатии - $10,2$ МПа;
- 2) Прочность при изгибе – $5,02$ МПа;
- 3) Начало схватывания – 21 минута;
- 4) Остаток на сите № 02-10%.

Приведите полную аббревиатуру обозначения марки гипсового вяжущего вещества по результатам испытаний.

Ответ. Марку гипсового вяжущего вещества устанавливаем согласно требованиям, указанным в ГОСТ 125-2018 «Вяжущие гипсовые. Технические условия». По разделу 3 ГОСТ п.3.3, табл.1 гипсовое вяжущее по результатам испытаний имеет марку по прочности Г -10 . Согласно п.3.4 табл.6 ГОСТ по срокам схватывания вяжущее относится к медленно твердеющему - В , а по п.3.6табл.3 гипсовое вяжущее по степени помола относится к среднему помолу –II. Образец гипсового вяжущего вещества по результатам испытаний относится к **марке Г-10ВII**.

Задача 2.2. Условие. По результатам лабораторных испытаний стандартных образцов из портландцемента размером $160 \times 40 \times 40$ мм получены следующие данные:

- а) прочность при сжатии 49 МПа б) прочность при изгибе $5,9$ МПа

Как определить марку портландцемента?

Решение. Марку портландцемента по прочности устанавливаем по ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия» и согласно требованиям п.1.3, п.1.7, табл.2 гарантированная марка цемента - **ПЦ500**.

Задача 2.3. Условие. При лабораторных испытаниях навески портландцемента массой $m = 10$ г по ГОСТ 310.2-76 «Цементы. Методы определения тонкости помола» в приборе анализаторе удельной поверхности типа ПСХ-2, постоянная прибора – $K = 2$, высота слоя цемента в гильзе прибора – $h = 1,30$ см, среднее время падения водяного столба в приборе – $t_m = 14$ с, температура в помещении $T = 21^\circ\text{C}$. Определите удельную поверхность портландцемента. Коэффициент влияния температуры воздуха – $M = 464$.

Решение. Удельная поверхность образца портландцемента по результату испытаний в приборе ПСХ-2 вычисляется по формуле: $S = (1/m)(KM\sqrt{t_m})$.см²/г

$$S_m = 1/10(25 \cdot 464 \sqrt{14}) = 4340,32 \text{ см}^2/\text{г}.$$

Задача 2.4. Условие. На какие основные классы по прочности при сжатии подразделяются цементы?

Ответ. В соответствии с пунктом разделом 4 «Классификация» п.п. 4.4 ГОСТ 31108-2003 "Цементы общестроительные Технические условия" "по прочности на сжатие цементы подразделяют на классы. В нормативных документах на цементы конкретных видов могут быть установлены дополнительные классы прочности. В частности классы: 22,5, 32,5, 42,5, 52,5, а по п.п. 4.5 ГОСТ они делятся еще и на подклассы: Н – нормальнотвердеющий и Б – быстротвердеющий. Для некоторых специальных видов цемента с учетом их назначения классы по прочности не устанавливаются.

Примечание. Для цемента конкретных видов, выпускаемых по ранее утвержденным нормативным документам до их пересмотра или отмены, сохраняется подразделение цемента по прочности на сжатие по маркам": ПЦ-300, 400, 500, 600 с добавками и без.

Раздел 3. ТЯЖЕЛЫЕ БЕТОНЫ

Задача 3.1. Условие. При проведении строительной лабораторией испытаний монолитной железобетонной колонны в строящемся здании неразрушающим методом по ГОСТ 22690 -2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля» фактическая прочность бетона по схеме Г, ГОСТ 18105-2018 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» составила $R_b=35$ МПа. Какому фактическому классу бетона по прочности соответствует бетон в монолитной железобетонной колонне?

Решение. В соответствии с требованиями п.7 ГОСТ 18105-2018 фактический расчетный класс прочности бетона на сжатие определяется при контроле прочности по схеме Г по формуле $R_{фрасч} = 0,8 \cdot R_b$, а значит с учетом условия задачи $R_{фрасч} = 0,8 \cdot 35 = 28$, что позволяет в соответствии с требованиями нормативных документов «Соотношение между классами бетона по прочности на сжатие и марками» сделать вывод, что фактический класс бетона по прочности на сжатие равен – **B27,5**.

Задача 3.2. Условие. При проведении испытаний неразрушающим методом по ГОСТ 22690 -2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля» фактической прочности бетона в монолитной железобетонной конструкции фундаментной плиты здания единичные ее значения на участках испытаний по плите составляет: $R_{b1}=40$ МПа, $R_{b2}= 43$ МПа $R_{b3}=42.5$ МПа, $R_{b4}=44$ МПа. Какому значению будет равна фактическая прочность бетона в конструкции монолитной фундаментной плиты?

Решение. Согласно требованиям ГОСТ 22690-2015 средняя прочность бетона в конструкции фундаментной плиты по результатам испытаний на участках определяется по формуле

$R_{bm} = (R_{b1} + R_{b2} + R_{b3} + R_{b4} + \dots + R_{bn}) / n$, где $R_{b1} - R_{bn}$ фактические единичные значения прочности бетона на участках конструкции, n-количество участков испытаний по определению прочности в теле конструкции плиты фундамента, а значит фактическая прочность бетона в ее конструкции $R_{bm} = 40 + 43 + 42.5 + 44 / 4 = 42.375 = 42.4$ МПа.

Задача 3.3. Условие. Номинальный состав бетонной смеси для приготовления тяжелого бетона по массе в частях выражен 1:2:3, где $M_c/M_s/M_g/M_c$: M_g/M_c , при водоцементном отношении $-M_w/M_c=0.6$. Средняя плотность свежесушеного бетона равна $\rho_{тб} = 2400$ кг/м³. Определите расход цемента для приготовления 1 м³ бетонной

смеси.

Решение. Известно, что средняя плотность бетона при подборе состава бетона по методу абсолютных объемов по ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора состава» определяется выражением – $\rho_{mb} = M_c + M_s + M_g + M_w$, где M_c – масса цемента, M_s – масса песка (мелкий заполнитель), M_g – масса щебня (крупный заполнитель), M_w – масса воды.

В условии задачи дан состав бетонной смеси в частях, а значит $M_c=1, M_s=2, M_g=3.5, M_w=0.6$

Отсюда можно вычислить расход цемента, используя выше приведенное выражение для определения средней плотности бетона, из которого расход цемента на 1 м³ бетонной смеси равен $M_c = \rho_{mb} / (1+2+3.5+0.6) = 2400 / (1+2+3.5+0.6) = 2400 / 7.1 = 338,02 = 338 \text{ кг/м}^3$.

Задача 3.4. Условие. Используя предоставленные ранее в задаче 3.3 исходные данные определите расход мелкого заполнителя (песка) для приготовления 1 м³ бетонной смеси при расчете номинального состава бетона.

Решение. Расход песка при выражении номинального состава в частях 1:2:3.5 определяется выражением $M_s = 2M_c = 2 \cdot 338 = 676 \text{ кг/м}^3$.

Задача 3.5. Условие. Чем отличаются при расчете состава бетонной смеси массы материалов в номинальном и рабочем составах?

Ответ. При расчетах рабочих или иначе фактических масс материалов для приготовления бетонной смеси учитывается, в отличие от расчета их масс в номинальном составе, фактическая влажность применяемых песка и щебня.

Задача 3.6. Условие. Расходы материалов для приготовления бетонной смеси по номинальному составу составили: $M_{сном} = 350 \text{ кг/м}^3$ (цемент), $M_{шном} = 600 \text{ кг/м}^3$ (песок), $M_{гном} = 1250 \text{ кг/м}^3$ (щебень), $M_w = 170 \text{ кг/м}^3$ (вода). Каким показателям будут соответствовать расходы песка, щебня, воды и цемента в рабочем составе бетонной смеси при условии, что влажности заполнителей составляют: $M_s = 5\%$, $M_g = 2\%$ и $W_{амс} = 0$, $W_{амг} = 0$?

Решение. В соответствии с ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора состава» Масса цемента – $M_{ср} = M_{сном} = 350 \text{ кг/м}^3$, так как цемент должен быть абсолютно сухим, значит влажность цемента $W_c = 0\%$

При расчетах масс мелкого и крупного заполнителя должна учитываться их фактическая влажность, в частности для песка – $M_{sw} = M_{шном} (1 + W_s / 100)$, щебня $M_{gw} = M_{гном} (1 + W_g / 100)$, подставив в формулы, известные выше значения, получаем

расход песка - $M_{sw} = 600 (1 + (5/100)) = 630 \text{ кг/м}^3$, а масса щебня - $M_{gw} = 1250 (1 + (2/100)) = 1275 \text{ кг/м}^3$

При расчете фактического расхода воды, учитывается вода от влажности заполнителей и масса воды будет определяться выражением: $M_{ww} = M_{wном} - \{ (M_{шном} (W_s k W_{амс}) / 100 + M_{гном} (M_{gw} (W_g - k W_{амг}) / 100) \}$, подставив в формулу, известные выше значения, получаем **расход воды - $M_{ww} = 170 - \{ 600 (5/100) + 1250 (2/100) \} = 115 \text{ кг/м}^3$.**

Задача 3.7. Условие. Расходы по номинальному составу бетона составляют:

$M_{сном} = 350 \text{ кг/м}^3$ $M_{шном} = 650 \text{ кг/м}^3$ $M_{гном} = 1250 \text{ кг/м}^3$ $M_{wном} = 170 \text{ кг/м}^3$, при известных их насыпных плотностях – цемента – $\rho_{sc} = 1300 \text{ кг/м}^3$, песка – $\rho_{ss} = 1400$, щебня – $\rho_{sg} = 1500 \text{ кг/м}^3$

Чему будет равен коэффициент выхода бетонной смеси β ?

Решение Коэффициент выхода бетона определяется по формуле: $\beta = V_b / (V_c + V_s + V_g)$, где V_b – объем бетона, V_s – объем песка, V_g – объем щебня соответственно. Объемы материалов вычисляются по формулам:

$V_s = M_{сном} / \rho_{сс}$, где $M_{сном}$ – масса песка по номинальному составу, $\rho_{сс}$ – насыпная плотность песка

$V_{гном} = M_{гном} / \rho_{сг}$, где $M_{гном}$ – масса щебня по номинальному составу, $\rho_{сг}$ – насыпная плотность щебня, $V_{сном} = M_{сном} / \rho_{сц}$, где $M_{сном}$ – масса цемента по номинальному составу, $\rho_{сц}$ – насыпная плотность цемента.

Подставляя в формулы, известные из условия значения, получим: объем цемента – $V_c = 350 / 1300 = 0.269 = 0.27$, объем песка $V_s = 650 / 1400 = 0.46$, объем щебня – $V_g = 1250 / 1500 = 0.83$

Коэффициент выхода бетона равен $\beta = 1 / (0,27 + 0,46 + 0,83) = 0,64$.

Коэффициент выхода бетона в соответствии с требованиями в зависимости от пустотности заполнителей в смеси и состава бетона может колебаться в пределах **0,60-0,75**.

Задача 3.8. Условие. Результаты испытаний по определению прочности на сжатие контрольных образцов-кубов из тяжелого бетона размерами 100*100*100мм в проектном возрасте (28 суток) составили следующие значения: $F_1 = 250000$ Н, $F_2 = 180000$ Н, $F_3 = 270000$ Н, $F_4 = 240000$ Н, $F_5 = 190000$ Н, $F_6 = 195000$ Н.

Какому классу по прочности при сжатии соответствует бетон из которого выполнены образцы с учетом требований

ГОСТ 18105-2018 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» по схеме контроля «Г»?

Решение. Расчетный класс бетона по прочности на сжатие согласно ГОСТ 18105-2018 при схеме контроля «Г» для монолитных железобетонных конструкций определяется согласно требований раздела 8 «Контроль и оценка прочности бетона монолитных конструкций», п 8.4 пп 8.4.4 по формуле: $V_{фрасч} = 0,8 * R_{бм}$, где $R_{бм} = \sum R_{б1} + \dots + R_{бn} / n$, МПа. Прочность бетона в каждом образце определяется согласно разделу 8 «Обработка и оценка результатов испытаний» ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» определяется по формуле п.п.8.1 $R_b = \lambda * (F/A) * K_w$, МПа, где F – разрушающая нагрузка на силовом прессе в Н, A – площадь поперечного сечения образца – м², λ – масштабный коэффициент, принимающийся в зависимости от размеров образцов, относительно эталонного образца имеющего размеры – 150*150*150 мм, где п.п.8.2, табл.4 $\lambda = 0,95$, согласно п.п 8.3 ГОСТ $K_w = 1$ – коэффициент учитывающий влажность для образцов из тяжелого бетона.

Согласно п.п 8.4 при определении средней прочности бетона по шести результатам испытаний образцов учитываются не менее 4-х, наибольших из них значений $R_{бм(4)} = R_{б1} + R_{бn} / n(4)$ МПа. Используя приведенные значения из условия к задаче и найденные по разделам ГОСТ 10180-2012 значения поправочных коэффициентов к формуле. выполнив расчеты получаем значения прочности для 4 из шести образцов, имеющих наибольшую разрушающую нагрузку:

$$R_{б1} = 0,95 * 1 * (250000 / 100 * 10^{-4}) = 0,95 * 25000000 \text{ (Па)} = 23,75 = 23,8 \text{ МПа}$$

$$R_{б3} = 0,95 * 1 * (270000 / 100 * 10^{-4}) = 0,95 * 27000000 \text{ (Па)} = 25,65 = 25,7 \text{ МПа}$$

$$R_{б4} = 0,95 * 1 * (240000 / 100 * 10^{-4}) = 0,95 * 24000000 \text{ (Па)} = 22,8 \text{ МПа}$$

$$R_{б6} = 0,95 * 1 * (195000 / 100 * 10^{-4}) = 0,95 * 19500000 \text{ (Па)} = 18,5 \text{ МПа}$$

$$R_{бм} = (23,8 + 25,7 + 22,8 + 18,5) / 4 = 22,7 \text{ МПа}$$

Расчетный класс бетона прочности при сжатии по ГОСТ определяем по формуле: $V_{фрасч} = 0,8 * R_{бм} = 0,8 * 22,7 = 18,1$, но согласно требований соотношений между маркой и классом по прочности при сжатии класс бетона в испытанной серии образцов **соответствует В15**.

Задача 3.9 Условие. Расходы компонентов на замес 1м³ бетонной смеси составляют соответственно:

масса цемента – $M_c=420$ кг /м³, мелкого заполнителя (песка) – $M_s=840$ кг/м³, крупного заполнителя (щебня) – $M_g =1260$ кг/м³, воды – $M_w=210$ кг/м³. Определите, к какому бетону по средней плотности будет относиться бетон этого состава?

Решение. Среднюю плотность бетона определяют выражением:

$\rho_{tb} = M_c + M_s + M_g + M_w$, кг/м³, подставив все известные, из условия, данные получаем $\rho_{tb} = 420 + 840 + 1260 + 210 = 2730$ кг/м³. А согласно ГОСТ 25192-2012 «Бетоны. Классификация и общие технические требования» п. 2 «Классификация бетонов», п.п. 2.10 при $\rho_{tb} = 2730$ кг/м³ марка бетона более D2500, что соответствует **особо тяжелым бетонам.**

Задача 3.10. Условие. Какими показателями определяется удобоукладываемость бетонной смеси?

Ответ. В соответствии с таблицей 1 пункта 4.5 ГОСТ 7473-2010 "Смеси бетонные. Технические условия" "удобоукладываемость бетонных смесей определяется жесткостью (Ж1-Ж3) и подвижностью (П1-П4)".

Задача 3.11. Условие. Что такое подвижность бетонной смеси, способ её определения?

Ответ. Согласно ГОСТ 10181-2014 «Смеси бетонные. Методы испытаний» п. 4 «Определение удобоукладываемости бетонной смеси» удобоукладываемость бетонных смесей определяется показателем – подвижность – способность бетонной смеси растекаться под действием собственного веса. Степень подвижности бетонной смеси П (П1-П4) оценивают величиной осадки (в см) конуса, сформованного согласно ГОСТ из испытываемой смеси. Подвижность бетонной смеси определяют на стандартном конусе Абромсана (высота – 300 мм, диаметр основания – 200 мм, диаметр вершины – 100 мм). Величину осадки конуса (ОК) измеряют линейкой. Чем больше осадка конуса, тем более подвижна бетонная смесь. По подвижности бетонные смеси делятся на: малоподвижные (до 5см), подвижные (6-15см) и литые (>18см.)

Задача 3.12. Условие. Раскройте аббревиатуру бетона по документу качества: БСГ В30, W8, F150, ПЗ - ГОСТ 7473-2010.

Ответ. Согласно требованиям ГОСТ 7473-2010 смеси бетонные. Технические условия» в документах о качестве на бетонную смесь выпускаемые бетонным заводом указываются все основные показатели бетона, а значит аббревиатура БСГ В30 W8 F150 ПЗ ГОСТ 7473-2010 расшифровывается как **бетонная смесь, готовая к употреблению, класса бетона по прочности на сжатие В30, марок по морозостойкости - F150, водонепроницаемости - W8 и марки по удобоукладываемости (подвижности) - ПЗ.**

Раздел 4. СПЕЦИАЛЬНЫЕ БЕТОНЫ

4.1 Гидротехнические бетоны

Задача 4.1.1 Условие. Марка гранитного щебня по прочности при потере массы при дробимости 1400. Возможно ли его применение при изготовлении бетонных смесей для монолитных железобетонных конструкций (переменной зоны) набережной с бетоном класса по прочности В30 и марке по водонепроницаемости W8?

Решение. В соответствии с требованиями СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» требуемая прочность щебня (крупного заполнителя) из изверженных пород определяется выражением $R_g=3R_b$, где R_g – требуемая прочность известнякового щебня по потери массы при дробимости для гидротехнического бетона (подводной зоны сооружений), R_b – требуемая прочность гидротехнического бетона при сжатии в МПа, определяемая согласно требованиям ГОСТ 18105-2010 «Бетоны Правила контроля и оценки прочности по формуле $R_{bm}=K_t \cdot B$, где согласно приложения А, табл. А1 $K_t=1.28$ коэффициент требуемой прочности, при $K_v=13$ %-коэффициент вариации однородности прочности бетона, B – класс бетона по прочности на сжатие, а значит требуемая прочность щебня составит $R_g=3(K_t \cdot B)=3(1.28 \cdot 30)=3 \cdot 38,4=115,2$ МПа.

Применение щебня для приготовления гидротехнического бетона конструкций переменной зоны возможно, так как прочность щебня, согласно документа о качестве равна 140.0 МПа, а требуемая, согласно расчету прочность известнякового щебня составляет – **115,2 МПа.**

4.2 Дорожные и аэродромные бетоны

Задача 4.2.2 Условие. Какому значению будет равен расход мелкого заполнителя – песка в номинальном составе дорожного бетона при условии, что расход цемента составляет – $M_{сном}=350$ кг/м³, расход щебня – $M_{гном}=1200$ кг/м³, расход воды $M_{вном}=190$ кг/м³, при следующих значениях – $\rho_c=3.1$ кг/дм³, $\rho_{mg}=2.7$ кг/дм³, $\rho_w=1$ кг/дм³, $\rho_s=2,64$ кг/дм³ и объеме вовлеченного воздуха $V_a=2\%$.

Решение. Согласно требованиям ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора состава» расчеты компонентов тяжелого бетона проводятся по методу абсолютных объемов, где $V_b=V_c+V_s+V_g+V_w$, дм³, откуда можно вывести зависимость:

$M_{сном} = (V_b - (V_c + V_g + V_w + V_a)) \cdot \rho_s$. Подставив известные из условия данные получим массу песка на м³ бетонной смеси в номинальном составе:

$$M_{сном} = (1000 - (350/3,1 + 1200/2,7 + 190/1 + 2,0)) \cdot 2,64 = \mathbf{617,7 \text{ кг/м}^3}.$$

Раздел 5. ЛЕГКИЕ БЕТОНЫ

Задача 5.1. Условие. При лабораторном обследовании пробы крупного заполнителя – керамзитового гравия для приготовления смеси легкого бетона массой $m_{gw} = 5$ кг, объемом в рыхлонасыпанном состоянии $V_g=10$ дм³, влажности $W_g=5\%$ требуется определить насыпную плотность крупного заполнителя в сухом состоянии.

Решение. Насыпная плотность керамзитового гравия определяется выражением $\rho_{sg} = m_{gd}/V_g$, где $m_{gd} = m_{gw} - m_{gw}(W_g/100) = 5 - 5(5/100) = 5 - 0,25 = 4,75$ кг – масса высушенного до постоянной массы гравия, V_g – объем навески гравия, отсюда $\rho_{sg} = 4,75/10 = 0,478$ кг/дм³, что соответствует $\rho_{sg} = 475$ кг/м³, а значит согласно требованиям п. 4.3, п.п.4.3.1, табл. 3 ГОСТ 32496-2013 «Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия» испытываемый керамзитовый гравий соответствует **марке 500.**

Задача 5.2. Условие. Какому значению будет равен расход двухкомпонентного вяжущего вещества (цемент+известь) для приготовления неавтоклавного газобетона с маркой по плотности D500? Известны данные:

Общий расход сухих материалов $M_d=500$ кг, при соотношении в смеси вяжущего с компонентом для газобетонной смеси – молотым кварцевым песком в частях по массе записано выражением: $M_c/M_s:M_b/M_s=1:X_s=1:1.13$

Решение. Общий расход вяжущего при расчете состава неавтоклавного газобетона рассчитывается согласно требованиям СН 277-80 «Инструкция по приготовлению изделий из ячеистого бетона» по формуле $M_{cs} = M_d / (1 + X_s) = 500 / (1 + 1.13) = 234 \text{ кг/м}^3$.

Задача 5.3. Условие. Средняя плотность высушенных образцов кубов бетона, взятых из тела стяжки основания под чистый пол 3 этажа торгового центра, составила – $\rho_{sg} = 810 \text{ кг/м}^3$. К какому виду бетона, марке по средней плотности относиться бетон образцов из тела конструкции пола?

Решение. Согласно требованиям п. 2 «Классификация бетонов» п.п.2.10 ГОСТ 25192-2012 «Бетоны. Классификация и общие технические требования» относится по средней плотности к легкому бетону марки **D800**.

Раздел 6. СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ

Задача 6.1. Условие.

Известен состав цементно-известкового штукатурного раствора для внутренних стен по массе: $Q_c/Q_s:Q_z/Q_c:Q_s/Q_c = 1:0.9:5$. При известных $\rho_{sc} = 1.3 \text{ кг/дм}^3$ $\rho_{sz} = 1.4 \text{ кг/дм}^3$

$\rho_{ss} = 1.3 \text{ кг/дм}^3$. Как будет выражен его состав по объему?

Решение. Первоначально необходимо определить объемы компонентов для раствора. Состав раствора в частях по объему будет выражен: $V_c/V_c:V_z/V_c:V_s/V_c$ Расчеты расходов компонентов для приготовления строительного раствора выполняют из расчета их расхода на 1 м³ песка (V_s), а значит $V_s = 1000 \text{ дм}^3$. Масса песка $Q_s = V_s * \rho_{ss} = 1000 * 1.3 = 1300 \text{ кг}$, а зная состав раствора по массе, определяем массу цемента $Q_c = 1300 / 5 = 260 \text{ кг}$. Объемы компонентов для раствора определяются по формулам: $V_c = Q_c / \rho_{sc} = 260 / 1.3 = 200 \text{ дм}^3$, Масса извести $Q_z = Q_c * 0.9 = 200 * 0.9 = 180 \text{ кг}$, а тогда – $V_z = Q_z / \rho_{sz} = 180 / 1.4 = 128.57 = 128.6 \text{ дм}^3$.

Подставляя в выражение вычисленные выше значения, получаем состав строительного раствора в частях по объему:

$V_c/V_c:V_z/V_c:V_s/V_c = 200/200:180/200:1000/200 = 1:0.9:5$.

Задача 6.2. Условие. Определите марку кладочного цементного раствора по прочности в стандартном возрасте. При промежуточных испытаниях серии его образцов в возрасте 14 суток их средняя прочность составила – $R_{bms} = 4.0 \text{ МПа}$.

Решение. Стандартными условиями для выдержки образцов раствора являются: возраст – 28 суток, влажность воздуха в помещении, где хранятся образцы – $W = 95\%$, температура воздуха – $t = +20 \pm 2 \text{ С}$. Прочность строительного раствора в стандартном возрасте (28 сут.) определяем по зависимости:

$R_{bms} = R_{bms14} * (\log 28 / \log 14) = 4.0 * 1.44 / 1.14 = 5.05 \text{ МПа}$.

Согласно требованиям п.4 «Общие технические требования» п.п. 4.10 ГОСТ 28013-98 «Растворы строительные. Общие технические условия» по показателю прочности растворы делятся на марки М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200, что позволяет заключить, что марка испытанного раствора в стандартном возрасте (28 суток) при его средней прочности $R_{bms} = 5.05 \text{ МПа}$ (50 кг/см^2) **составляет-М50**.

Раздел 7. КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Задача 7.1. Условие. Какому значению будет равно водопоглощение полнотелого керамического кирпича при условии, что его масса после выдерживания в течение суток в воде – $m_w=4.3$ кг, а масса высушенного до постоянной массы(сухого) образца – $m_d=4.0$ кг.?

Решение. Водопоглощение кирпича по массе определяем по выражению:
 $W_m = ((m_w + m_d) / m_d - 1) * 100\% = ((4.3 - 4.0) / 4.0) * 100 = 7.5\%$

Задача 7.2. Условие. В пределах, каких марок подразделяют керамический кирпич и камни по прочности?

Ответ. В соответствии с пунктом 4.3 и таблицей 3 ГОСТ 530-2012 "Кирпич и камни керамические. Технические условия" "по прочности кирпич и камни подразделяются на марки 300,250,200,175,150,125,100,75".

Таким образом, керамический кирпич и камни подразделяются на марки по прочности в пределах от **75 до 300**.

Задача 7.3. Условие. Испытанные из партии изготовленного на заводе полнотелого кирпича 5 серий из его образцов имеют следующие значения: при сжатии образцов – минимальное из пяти – $R_{cmin5}=10$ МПа, среднее по пяти наибольшим – $R_{cmid5} = 12.5$ МПа, а при изгибе $R_{fmin5}=1.2$ МПа, $R_{fmid5}=2.5$ МПа

Решение. Испытания по определению прочности и изгибе серии из пяти образцов выполняют по ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения прочности при сжатии и изгибе». Марку прочности при сжатии определяют по оценке их средних и минимальных значений прочности по серии из 5 образцов с приведенными значениями в разделе 5.2.3 табл. 7 ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические Общие технические условия». Согласно сведениям табл.7 ГОСТ испытанная серия образцов полнотелого кирпича относится к марке – **M125**.

Задача 7.4. Условие. При лабораторных испытаниях образцов керамической плитки на износостойкость получены результаты: $M_1=90$ г – масса образца до испытания $M_2=88$ г – масса после 4-х циклов испытания на лабораторном круге истирания-ЛКИ-3, размеры образца ($a*b$) = 7*7 см. Рассчитайте какому показателю равна потеря массы по износостойкости при истирании образцов керамической плитки для устройства чистого пола. Соответствует ли качество плитки требованиям ГОСТ?

Решение. Износостойкость неглазурованной керамической плитки по потере массы при истирании определяем согласно п. 8, п.п.8.2.5 ГОСТ 27180-2019 «Плитки керамические. Методы испытаний» по формуле $M_p = (M_1 - M_2) / A$, см²/г, где $A = a*b = 7*7 = 49$ см², $M_p = (90 - 88) / 49 = 0.041$ см²/г, что менее требуемого согласно ГОСТ 6787-2004 «Плитки керамические для полов» для плиток керамических не глазурованных – **0,18 г/см²**.

Раздел 8. СИЛИКАТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Задача 8.1. Условие. По результатам лабораторных испытаний серии из 5 образцов из сменной партии выпущенного заводом силикатного кирпича известны: средняя прочность при сжатии $R_{mid5}=15$ МПа, минимальное значение прочности – при сжатии $R_{min5}=12.5$ МПа, средняя прочность при изгибе $R_{midf5}=2.7$ МПа, а минимальная – $R_{minf5}=1.8$ МПа.

Ответ. Согласно п. 5.13 «Физико-механические показатели» ГОСТ 379-2015 «Кирпич и камни, блоки плиты перегородочные силикатные. Общие технические условия» по приведенным результатам прочности на изгиб кирпич относится к

M125,а по испытаниям на сжатие к M150, а значит, по результатам испытаний серии образцов партия выпущенного кирпича соответствует **M125**.

Задача 8.2. Условие. Масса высушенного одинарного полнотелого силикатного кирпича по лабораторным испытаниям составила $m_d=4.0$ кг. К какому классу по средней плотности он относится?

Решение. Согласно ГОСТ 379-2015 «Кирпич и камни, блоки плиты перегородочные силикатные. Общие технические условия» размеры образца стандартного силикатного кирпича следующие: длина $l=250$ мм, ширина – $b=120$ мм, высоту – $h=65$ мм.

Средняя плотность полнотелого силикатного кирпича определяется по выражению: $\rho_{md}=m_d/V$, кг/м³, где $V=l*b*h=0,25*0,12*0,065=1,93*10^{-3}$ м³, а значит, $\rho_{md}=4,0/1,93*10^{-3}=2072$ кг/м³, а значит, согласно п.4 «Классификация, размеры и условные обозначения» п.п .4.1.6 табл.1 «Классы изделий по средней плотности» испытанный кирпич относится к **классу 2.2**.

Задача 8.3. Условие. В документе о качестве (паспорте) на поставленный заводом для строительства объекта силикатный кирпич указана аббревиатура СОРПо-M150/F25/1,8 ГОСТ 379-2015. Расшифруйте указанные в паспорте необходимые классификации для поставленного силикатного кирпича.

Решение. Согласно п.п 4.3 «Условные обозначения» ГОСТ 379-2015 «Кирпич и камни, блоки плиты перегородочные силикатные. Общие технические условия» данный строительный материал относится к **силикатному одинарному, рядовому, полнотелому кирпичу, марки по прочности M150, морозостойкости F25, класса по средней плотности – 1,8**.

Раздел 9. ИСКУССТВЕННЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТА

Задача 9.1. Условие. Определите соответствие техническим требованиям асбестоцементных волнистых листов типа ВО 54/200 с толщиной листа $t=6$ мм, длине (шаге) их волн – $S=200$ мм, если по результатам испытаний их образцов среднее значение разрушающей нагрузки составило – $F=286$ Н.

Решение. Предел прочности при изгибе определяется по формуле: $R_f=3FL/2b(t)^2$, МПа, где F -разрушающая нагрузка -286 Н, L -расстояние между опорами $L=2*S=2*200=400$ мм =0,40м, b -ширина образца, $b=200$ мм=0.2м, толщина $t=6$ мм =6*(10⁻³)м

$$R_f=3*286*0.40/2*0.2*(0.0060)^2=23833333Па=23,83МПа$$

Согласно требованиям п.4.2 Физико-механические показатели, п.п 4.2.1 ,т 4 ГОСТ 30340-95 «Листы асбестоцементные волнистые Технические условия» $R_f=16.5$, а по результатам испытаний – $R_f=23.83$ МПа, что выше требуемого по ГОСТ, а значит испытанные листы соответствуют требованиям ГОСТ 30340-95 для типа ВО 54/200

Раздел 10. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Задача 10.1. Условие. При лабораторных обследованиях образцов микрошлифов из образцов стержневой углеродистой конструкционной стали соотношения между перлитом и ферритом составляет 35%/65%. Определите марку стали.

Решение. Поскольку плотности структурных составляющих сталей близки, то соотношение их массовых долей можно заменить соотношением занимаемых ими площадей.

Дозвектоидные стали, содержат от 0,15 до 0,8% углерода. Структура дозвектоидных сталей состоит из феррита и перлита. С увеличением содержания углерода количество феррита уменьшается, а перлита увеличивается. Количество феррита и перлита можно определить по диаграмме пользуясь правилом отрезков, так как отрезки, соответствующие отдельным структурным составляющим, пропорциональны площадям этих составляющих на микрошлифе. Если сталь имеет состав 0,8% углерода, то структура – один перлит, так как 100% площади занято перлитом. Если часть площади занята ферритом (например, 40%), то можно составить пропорцию для определения процента содержания углерода.

Процентное содержание углерода в стали с достаточной точностью можно определить по содержанию в ней перлита по формуле:

$C=0,83*Q_p/100\%$, где C-содержание углерода в сплаве, %, а $Q_p=35\%$ –содержание перлита, тогда согласно данным условия задачи $C=(0,83*35)/100=0,29\%$

Согласно п. 4 «Требования к химическому составу стали» п.п.4.1 «Химический состав стали» т.4 ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обычного качества. Марки» сталь относится к марке к Ст5пс при массовой доли углерода 0,28-0,37%

Задача 10.2 Условие. Известны данные микроскопического осмотра микрошлифов образца углеродистой конструкционной стали, где соотношения между перлитом и ферритом составило 50%/50% при их твердости $H_{Vf}=80\%$, а $H_{Vp}=200\%$. Чему будет равна косвенная твердость углеродистой конструкционной стали по Бринеллю HV ?

Решение.

Твердость стали по Бринеллю - HV зависит от процентного содержания феррита и перлита, их твердости H_f , H_p и определяется по выражению: $HV=Q_p H_{Vp}+Q_f H_{Vf}$, где

$Q_p=0.50$ содержание перлита, $Q_f=0.50$ –содержание феррита, $H_{Vp}=80$ твердость перлитва, $H_{Vf}=200$ –твердость феррита ,отсюда подставляя значения получим $HV=0.5*80+0.5*200= 140$. Твердость образца стали по Бринеллю - **$HV140$** .

Задача 10.3. Условие. Известны результаты лабораторных обмеров образца стержневой арматуры класса АIII ,при его длине $l=30\text{см}$, массе – $m=178$ г. Плотность стали $\rho=7.85$ г/см³.

Какому значению будет равно поперечное сечение образца стали?

Решение.

Площадь поперечного сечения образца стали можно определить преобразив выражение: $m=l*A*\rho$, где $A=(m/l*\rho)=178(30*7.85)=$ **0.756 см²**.

Раздел 11. ЛЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Задача 11.1 Условие. Какие экологические требования предъявляются к естественным лесным материалам при использовании их для изготовления строительных деревянных конструкций и отделочных материалов для внутренних помещений зданий соцкультбыта, лечебных, жилых, общественных (Класс)?

Ответ. Согласно требованиям п.4.2 п.п.4.2.3 СанПин 2.6.1.2800-10 «Требования радиационной безопасности при облучении населения природными источниками

ионизирующего излучения» учитывая, что древесина лесных материалов может поставляться для изготовления строительных конструкций и материалов с лесных угодий территорий радиоактивного заражения (природного или промышленного) известно что эффективная удельная активность природных радионуклидов определяется выражением: $A_{эф} = A_{га} + 1.3A_{th} + 0.09A_k$, где $A_{га}$ и A_{th} – удельные активности ^{228}Ra и ^{232}Th , находящихся в равновесии с остальными членами уранового и ториевого рядов A_k – удельная активность ^{40}K (Бк/кг). Для строительных материалов и конструкций применяемых в зданиях соцкультбыта, лечебных, жилых, общественных допустимая эффективная удельная радиоактивность по СанПиН – (Класс) $A_{эф} < 370$ Бк/кг.

Задача 11.2. Условие. Какому значению будет равен коэффициент полной линейной усушки по тангентальному направлению образца древесины?

Из лабораторных обследований известны данные:

Влажность $W_m = 45\%$, размер по тангенциальному направлению $A_{tmaxw} = 30$ мм, а абсолютное укорочение – 2 мм.

Решение.

Согласно требованиям ГОСТ 1648337-88 «Древесина. Метод определения усушки»

Коэффициент усушки для тангентального направления (K_{wt}) в процентах на 1% влажности вычисляют по формуле: $K_{wt} = \beta_{tmax} / W_p$, где β_{tmax} – полная линейная усушка, $W_p = 30\%$ – предел водонасыщения клеточных стенок древесины

Полная линейная усушка определяется по формуле:

$\beta_{tmax} = (a_t / A_{tmaxw}) \cdot 100\%$, подставив известные из условия значения получим:

$\beta_{tmax} = (2/30) \cdot 100 = 6,66\%$, а $K_{wt} = 6.66/30 = 0.22$

Задача 11.3. Условие. Какому значению будет равна плотность образца сосны при его равновесной влажности $W_m = 12\%$? Известно, что при испытании с влажностью образца – $W = 16\%$ его плотность составила $\rho = 560$ кг/м³.

Решение. Плотность древесины - сосны при равновесной влажности -12% по результатам лабораторным испытаниям образцов определяем согласно требований ГОСТ 16483.1-84 «Древесина метод определения плотности» по п.п.4.1.1 где $\rho_{w12} = \rho_{w16} [1 - ((1-K) \cdot (W-12)/100)]$, где $K = (0,85/1000) \cdot \rho_{w16}$, отсюда $\rho_{w12} = 560 [1 - ((1-0,476) \cdot (16-12)/100)] = 548,2$ кг/м³.

Задача 11.4. Условие. Определите предел прочности древесины сосны при нормализованной влажности-12% на сжатие, если влажность ее образцов при испытании равна $W = 60\%$, а средняя разрушающая нагрузка на прессовом динамометре при определении прочности составила-9,0кН.

Решение. Первоначально определяется предел прочности древесины при сжатии поперек волокон при ее фактической влажности -60% по формуле: $R_{w60} = F_{max} / A$, МПа, где $F_{max} = 9000$ Н, A – площадь поперечного сечения образца древесины – $a \cdot b$ – м² по ГОСТ 16483.11-72 «Древесина. Метод определения условного предела прочности при сжатии поперек волокон» Настоящий стандарт распространяется на древесину и устанавливает метод определения условного предела прочности при сжатии поперек волокон в тангентальном и радиальном направлениях. Размеры стандартного образца п. 2.1 ГОСТ -16483.11-72 составляют – 20*20*30мм, откуда площадь его поперечного сечения будет равна $A = 20 \cdot 20 = 0,0004$ м². А значит подставляя в формулу известные из условия данные получаем фактическую прочность влажной древесины при сжатии – $R_{w60} = 9000 / 0.0004 = 22.5$ МПа.

Согласно ГОСТ 16483.11-72 прочность древесины необходимо определять при нормализованной влажности-12%, а значит в нашем случае при влажности

древесины более 30% расчет выполняем по формуле согласно требований ГОСТ п. 4.3 $R_{w12} = R_{w60}[1 + \xi(W-12)]$, МПа, где $\xi = 0,035$ по п.4.3 ГОСТ, подставляя известные значения получаем: $R_{w12} = 22.5[1 + 0,035(60-12)] = 60,3 \text{ МПа}$

Условный предел прочности при влажности $W=30\%$ можно также определить согласно ГОСТ 16483.11-72 по зависимости $R_{w12} = R_{w60} \cdot K_{w12}$ МПа, где пересчетный коэффициент – $K_{w12} = 2,45$ для хвойных пород по тангентальному направлению, а $1,67$ - для радиального и других пород.

Раздел 12. ПОЛИМЕРНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Задача 12.1 Условие. Определите коэффициент конструктивного качества материала, если образец стеклотекстолита, имеющего размеры $l=200 \text{ мм}$, $b=20 \text{ мм}$, $t=4 \text{ мм}$, максимальной нагрузке при его разрыве в процессе испытаний $F_{\max} = 27 \text{ Кн}$. Масса образца $m = 30 \text{ г}$.

Решение. Коэффициент конструктивного качества стеклотекстолита определяется по формуле по выражению: $K.K.K. = R_f / \rho_m$, где R_f – прочность при растяжении, МПа, ρ_m – средняя плотность стеклотекстолита кг/м^3

Рассчитываем предел прочности материала при растяжении по формуле:

$$R_f = F_{\max} / (b \cdot t) = 27000 / (0.020 \cdot 0.004) = 33750000000 \text{ Па} = 340 \text{ МПа}$$

Среднюю плотность определяем по выражению:

$$\rho_m = m / (l \cdot b \cdot t) = 30 / (20 \cdot 2 \cdot 0.4) = 1.875 \text{ г/см}^3 = 18750 \text{ кг/м}^3$$

Подставляя полученные значения, вычисляем $K.K.K. = 340 / 1875 = 0,18$

Раздел 13. БИТУМНЫЕ ВЯЖУЩИЕ

Задача 13.1 Условие. Расшифруйте аббревиатуру условного обозначения марки битума БН-70/30.

Ответ. Согласно ГОСТ 6617-76 «Битумы нефтяные строительные. Технические условия» марка битума показывает его следующие данные: БН – битум нефтяной строительный, он относится к вязким битумам, где 70 – температура размягчения образца битума не ниже $+70^\circ \text{C}$, а 30 – средняя величина значения глубины проникания иглы в градусах пенетрации при $+25^\circ \text{C}$ при испытании образца на твердость.

Задача.13.2. Условие. Какими приборами определяются показатели качества битума – температура размягчения битума, пенетрация твердость, растяжимость?

Ответ. Согласно ГОСТ 11506-73 «Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару» размягчение это температура среды испытания (воды) битума при которой происходит погружение стального шарика в кольцо с образцом битума. Твердость битума определяется по ГОСТ 11501-78 «Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы» прибором «Пенетрометр», по глубине проникания в образец битума иглы прибора при температуре среды испытания $+25^\circ \text{C}$

Растяжимость (дуктильность) битума определяется по ГОСТ 11505-76 «Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости» и определяются результатом испытания в приборе Дуктилометр – пределом длины (в см) растяжения тела образцов – восьмерок выполненных из испытываемого битума

Задача 13.3. Условие. Расшифруйте аббревиатуру условного обозначения марки битума БНД-90/130 .

Ответ. Согласно ГОСТ «БИТУМЫ НЕФТЯНЫЕ ДОРОЖНЫЕ. Технические условия» марка битума показывает его следующие данные: БНД – битум нефтяной дорожный, он относится к вязким битумам, где 70-температура размягчения образца битума не ниже +70°C, а 130- величина значения глубины проникания иглы в градусах пенетрации при +25C при испытании образца на твердость.

Раздел 14. ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Задача 14.1. Условие. Определите соответствие требованиям стандарта к водопоглощению гидроизола ($W_{ам}$) марки ГИ-К в процентах, если при испытании стандартных из него образцов размером 100*100 мм имеют среднюю массу в сухом состоянии (до испытания) $m=7.7$ г. После первоначального выдерживания их в воде в течение 1 минуты масса $m_1=7.75$ г, средняя масса трех образцов после повторного их выдерживания в воде в течение 24 часов составила $m_w=8.33$ г.

Решение. Первоначально требуется по результатам лабораторных испытаний определить фактическое водопоглощение образцов гидроизола ГИ-К по выражению:
 $W_{ам}=(m_w-m)/m*100$,%, подставив известные по условию значения получим
 $W_{ам}=(8.33-7.75)/7.7*100=7.53=7.5\%$

Согласно требованиям ГОСТ 7415-86* «ГИДРОИЗОЛ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ» п.1.1 табл.1 представленный гидроизол марки ГИ-К относится к кровельному гидроизолу. По п.2 «Технические условия» п.п.2.2 табл.2 ГОСТ 7415-86* его требуемое водопоглощение-8% , что выше полученного при испытании образцов и позволяет сделать вывод ,что испытанный гидроизол ГИ-К соответствует по определенному фактическому водопоглощению стандарту.

Задача 14.2. Условие. Назовите типы гидроизоляций конструкций зданий и сооружений.

Ответ. Работы по предохранению конструкций от проникновения в них влаги называют гидроизоляционными, а слой водоустойчивых материалов на ограждаемой поверхности – гидроизоляцией. По месту положения в пространстве гидроизоляция может быть подземной, подводной и наземной, относительно изолируемого здания – наружной или внутренней. По назначению гидроизоляцию подразделяют на герметизирующую, теплогидроизоляционную, антикоррозионную и антифильтрационную. Различают следующие типы гидроизоляции: окрасочную, оклеечную (из рулонных и плёночных материалов), штукатурную (включая торкрет), асфальтовую и сборную (из металлических и полимерных листов и профилей). Нашли применение изоляция литая (изоляционный материал разливается по изолируемой поверхности или заполняет щели), пропиточная (пропитка пористых материалов), засыпная (из гидрофобных порошков) и инъекционная (нагнетание в грунт, щели и трещины гидроизоляционного материала).

Раздел 15 ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Задача 15.1. Условие. Рассчитайте навеску полистирольного бисера (ПСБ) для получения беспрессовым способом со средней плотностью $\rho_m=50$ кг/м³ Размеры лабораторной формы: $l*b*t =30*30*5$ см.

Решение. Навеску полистирольного бисера для изготовления пенопласта заданной плотности определяют с учетом объема формы по выражению:
 $m = k \cdot V_{\text{ар}} \cdot \rho_m$, где m – навеска полистирольного бисера г, $k = 1.04$ – коэффициент, учитывающий потерю массы за счет испарения внутреннего в бисере газа (порофора) через перфорацию формы. Объем формы $V_{\text{ар}} = 1 \cdot b \cdot t = 30 \cdot 30 \cdot 5 = 4500 \text{ см}^3$
 Тогда подставив известные данные в формулу: $m = 1.04 \cdot 0.0045 \cdot 50 = 0.234 \text{ кг} = 234 \text{ г}$

Задача 15.2. Условие. Определите класс теплопроводности строительного материала толщиной $t = 0.047 \text{ м}$, если при лабораторных испытаниях в приборе Бока были получены следующие результаты: плотность теплового потока $-q = 10.1 \text{ Вт/м}^2$, разность температур на поверхностях материала $T_{\text{в}} - T_{\text{н}} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$. Постоянная прибора Бока – $W = 0.0012 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}$

Решение. Основным показателем по которому определяется теплопроводность строительного материала является коэффициент теплопроводности – λ , вычисляемый по формуле: $\lambda = (q \cdot t) / [(T_{\text{р}} - T_{\text{в}}) - (q \cdot W)] = (10.1 \cdot 0.047) / [10 - (10.1 \cdot 0.0012)] = 0.047 \text{ Вт/(мК)}$

По теплопроводности теплоизоляционные строительные материалы в зависимости от коэффициента теплопроводности разделяются на классы:

А – низкой теплопроводности до $0.06 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$;

Б – средней теплопроводности – от 0.06 до $0.115 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$;

В – повышенной теплопроводности – от 0.115 до $0.175 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$. Как видно испытанный строительный материал при $\lambda = 0.047 \text{ Вт/мК} < 0.06$ и относится к материалу низкой теплопроводности- классу А.

Раздел 16. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Задача 16.1. Условие. Определите показатель укрывистости – D (г/м²) в пересчете на сухую пленку светло-бежевой вододисперсионной краски Э-ВА-27 при следующих данных в процессе испытаний в лаборатории: масса сухой неокрашенной стальной пластинки (тип «шахматная доска») – $m = 337 \text{ г}$, а масса окрашенной пластинки $m_d = 344.3 \text{ г}$, размеры поверхности окрашенной стальной пластики: $a = 180 \text{ мм}$, $b = 225 \text{ мм}$.

Решение Вычисление показателя укрывистости высушенной светло-бежевой вододисперсионной краски Э-ВА-27 (основным условием является не прозрачность слоя пленки краски – не видимость «шахматки») выполняем по выражению $D = (m_d - m) / A$, г/м², где A – площадь окрашиваемой поверхности пластинки – «шахматки», м².

$A = a \cdot b = (180 \cdot 225) = 40500 = 0.0405 \text{ м}^2$, а значит подставив известные значения вычисляем

$D = (344.3 - 337) / 0.0405 = 180.24 \text{ г/м}^2$

Задача 16.2. Условие. Раскройте по аббревиатуре полное название лакокрасочного материала: «Эмаль ХВ -113 голубая»

Ответ На заводских банках с краской, лаком, грунтовкой или шпатлевкой производителем наносится «шифр» . Эти знаки в нем могут многое рассказать и признаны упростить их классификацию. Прежде всего, на таре для них должно быть указано название материала – краска (эмаль, лак и т.д.) это первая группа знаков. Далее идет вторая группа знаков ,указывающая на основу материала в банке или бутылке. А значит аббревиатура материала « Эмаль ХВ-113 голубая» читается: Эмаль перхлорвиниловая, для наружных работ, голубая.

Заключение

В результате ознакомления с материалами данного пособия студенты получают знания, относящиеся к обще профессиональной компетенции (ОПК) о строительных материалах применяемых в области архитектурного материаловедения в том числе с учетом их использования и при реконструкции и реставрации объектов культурного наследия. При этом они будут:

Знать - основные нормативные документы с требованиями по расчетам физико-механических, технологических свойств основных строительных материалов обязательных при проектировании, входном, операционном и приемочном контроле качества выполняемого ИТР на строительной площадке.

Уметь - в реальной практической деятельности при выполнении авторского надзора на строящихся объектах выявлять отступления от проектных решений при выборе строительных материалов требующих лабораторного обследования для выдачи по ним корректировок проектных решений.

Владеть - навыками расчетов в области материаловедения работы с нормативной, технической, технологической и исполнительной документацией, отражающей результаты верификации при входном контроле строительных материалов при строительстве зданий и сооружений.

Нормативная литература

1. ГОСТ8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород»
2. СП 70.13330.2012 актуализированная редакция (СНиП 3.03.01-87) «Несущие и ограждающие конструкции»
3. СП 45.13330.2012 актуализированная редакция (СНиП 3.02.01-87) «Земляные сооружения, основания и фундаменты»
4. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Общие положения Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003»
5. ГОСТ 125-2018 «Вяжущие гипсовые Технические условия»
6. ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия »
7. ГОСТ 310.2-76 «Цементы. Методы определения тонкости помола»
8. ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия»
9. ГОСТ 10181-2014 «Смеси бетонные Методы испытаний»
10. ГОСТ 30515-97 «Цементы. Общие технические условия»
11. ГОСТ 28013-98 «Растворы строительные. Общие технические условия»
12. СП 82-101-98 «Приготовление и применение растворов строительных»
13. ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора состава»
14. ГОСТ 32496-2013 «Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия»
15. ГОСТ 10180-90 «Бетоны Методы определения прочности по контрольным образцам»
16. ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности»
17. ГОСТ 379-2015 «Кирпич и камни силикатные Технические условия»
18. ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камни керамические Технические условия
19. ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения прочности при сжатии и изгибе».
20. СП.71.13330.2017 актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87 « «Изоляционные и отделочные покрытия»
21. ГОСТ 475-78 «Двери деревянные. Общие технические условия»
22. ГОСТ 23166-99 «Блоки оконные. Общие технические условия»
23. ГОСТ 13996-93 «Плитки керамические фасадные и ковры из них. Технические условия»
24. ГОСТ 30340-95 «Листы асбестоцементные волнистые Технические условия»
25. ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обычного качества. Марки»
26. СН 277-80 «Инструкция по приготовлению изделий из ячеистого бетона»
27. ГОСТ 25192-2012 « Бетоны. Классификация и общие технические требования»
28. СанПин 2.6.1.2800-10 «Требования радиационной безопасности при облучении населения природными источниками ионизирующего излучения»
29. ГОСТ 1648337-88 «Древесина. Метод определения усушки»
30. ГОСТ 16483.1-84 «Древесина метод определения плотности»
31. ГОСТ 16483.11-72 «Древесина. Метод определения условного предела прочности при сжатии поперек волокон»
32. ГОСТ 6617-76 «Битумы нефтяные строительные. Технические условия»
33. ГОСТ 11505-76 «Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости»
34. ГОСТ 11506-73 «Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару»

- 35.ГОСТ 11501-78 «Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы»
36.ГОСТ 7415-86* «ГИДРОИЗОЛ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ»
37.ГОСТ 30629-99 «Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний»

Библиография

- 38.Ф.Д. Задачин «Неразрушающие методы определения основных физико-механических свойств бетона в условиях строительной площадки», СПб., Санкт-Петербургский государственный Институт живописи, скульптуры и архитектуры имени И.Е.Репина, 2018.71с.
39. Ф.Д. Задачин «Основные требования по организации , безопасности выполнения и операционному контролю качества строительно–монтажных работ при возведении зданий и сооружений в современных условиях », СПб., Санкт-Петербургский государственный Институт живописи, скульптуры и архитектуры имени И.Е.Репина, 2019.108 с.
40. В.Б. Тихонов Ф.Д. Задачин «Сборник типовых задач по курсу «Строительные материалы»» . СПб., Военный инженерный строительный институт (ВИСИ),1996.25с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Современные технологии в строительстве и определение физико-механических свойств при контроле качества строительных материалов и конструкций.



Определение прочности бетона в монолитной железобетонной плите неразрушающим механическим методом (отрыв со скалыванием) прибором ОНИКС-ОС



Определение прочности бетона неразрушающим ультразвуковым методом поверхностного прозвучивания прибором ПУЛЬСАР



Определение прочности бетона в монолитной железобетонной стене неразрушающим механическим методом (методом ударного импульса) прибором ИПС-МГ4



Определение нахождения арматуры, её диаметра, защитного слоя бетона в конструкции в монолитной железобетонной плите перекрытия прибором ИПА-МГ4.01



Определение прочности бетона на сжатие по образцам размером 10x10x10 см прямым разрушающим методом на прессе ИП500



Определение массы образца кубика 10x10x10 см из товарного бетона для определения средней плотности бетона



Монтаж элементов опалубки для устройства монолитного железобетонного перекрытия





Определение водонепроницаемости бетона методом воздухопроницаемости по образцам и непосредственно в конструкции на объекте прибором АГАМА-2Р



Определение степени уплотнения основания прибором ПДУ-МГ4 «Удар».



Определение насыпной плотности мелкого заполнителя испытанием прибором «Воронка ЛОВ»