

**В.В. Власов, С. В. Черкасов, Е. В. Баранов,
А. И. Макеев, А. Е. Турченко**

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Сборник задач

Воронеж 2019

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический
университет»**

**В.В. Власов, С. В. Черкасов, Е. В. Баранов,
А. И. Макеев, А. Е. Турченко**

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Сборник задач
для самостоятельной работы студентов по дисциплине
«Строительные материалы»
направления «Строительство»
и специальности
«Строительство уникальных зданий и сооружений»**

Воронеж 2019

УДК 625.7.06./07(07)
ББК 38.37+38.33 я 73
С

Рецензенты:

*Д-р. хим. наук, зав. кафедрой химии и химической технологии материалов
Воронежского государственного технического университета О. Б. Рудаков
Канд. техн. наук, зав. кафедрой конструкций зданий и сооружений ФГБОУ
ВО ТГТУ О .В. Умнова*

Власов В. В.

«Сборник задач» для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Строительные материалы» направления «Строительство», специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений», направления «Нефтегазовое дело» профиль «Проектирование, строительство и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» / В. В. Власов, С. В. Черкасов, Е. В. Баранов, А. И. Макеев, А. Е. Турченко: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет".- Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2019. - 107 с.

В пособии изложены рекомендации для самостоятельной работе студентов по изучению дисциплины «Строительные материалы»; представлены контрольные вопросы и задачи; приведены примеры решения контрольных задач.

Библиогр.: 6 назв.

УДК 625.7.06./07(07)

ББК 38.37+38.33 я 73

*Печатается по решению учебно-методического совета
Воронежского государственного технического университета*

© Власов В. В., Черкасов С. В., Баранов Е. В.,
Макеев А. И., Турченко А. Е., 2019
© ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический
университет, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Учебная нагрузка студента очной и заочной формы обучения при изучении дисциплины «Строительные материалы» складывается из контактной (аудиторной) работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы.

Отличительной особенностью студента заочной формы обучения является то, что установочные и тематические лекции читаются в период лабораторно-экзаменационной сессии. Из-за небольшого объема занятий на лекциях рассматриваются в основном наиболее сложные (важные) вопросы отдельных разделов курса, а основную часть теоретической части студентам заочной формы обучения приходится изучать самостоятельно в течение семестра.

Самостоятельная работа студентов является учебной внеаудиторной работой, выполняемой по заданию и при методическом руководстве преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Для успешной подготовки к сдаче зачета (экзамена) по дисциплине «Строительные материалы» студенту необходимо изучить теоретическую часть курса согласно предлагаемому перечню вопросов, освоить основные методики выполнения лабораторных работ по дисциплине и выполнить контрольные работы.

Контрольные задания включают теоретические вопросы и задачи. Приступать к решению задач в контрольной работе необходимо только после изучения требуемого теоретического блока дисциплины и освоения основных методик выполнения лабораторных работ по данному блоку.

При изучении теоретической части необходимо пользоваться не только основным учебником, но и дополнительной литературой, а также журналами и нормативными документами.

Изучать дисциплину «Строительные материалы» предлагается по отдельным блокам:

- Блок 1. Введение. Состав, структура, состояние, свойства строительных материалов и их взаимосвязь.
- Блок 2. Природные каменные материалы.
- Блок 3. Вяжущие вещества
- Блок 4. Строительные материалы и изделия на основе минеральных вяжущих веществ.
- Блок 5. Металлы в строительстве.
- Блок 6. Обжиговые каменные материалы и изделия на их основе.
- Блок 7. Материалы и изделия из древесины.
- Блок 8. Строительные материалы и изделия на основе органического сырья.
- Блок 9. Строительные материалы специального назначения.

Изучение курса целесообразно начинать с блока 1.

Блоки 4, 8, 9 невозможно освоить без предварительного изучения блока 3, так как отсутствие знаний по основным свойствам вяжущих веществ не позволяет в дальнейшем в полной мере понять назначение и принцип формирования структуры различных видов строительных материалов на их основе.

Остальные блоки могут изучаться студентом в произвольном порядке после изучения блоков 1, 2.

Подробный перечень вопросов представляется ведущим лектором в соответствии с утвержденной рабочей программой.

1. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание выполняется студентом в течение семестра.

Контрольное задание включает 30 различных вариантов. Вариант 01 выполняют студенты, учебный шифр (последние две цифры номера зачетной книжки) которых оканчивается на цифру 01; вариант 02 - на цифру 02 и т.д.

Каждый вариант задания включает 6 вопросов и 3 задачи.

Контрольное задание выполняется самостоятельно в письменном виде и сдается на кафедру для проверки преподавателем (титульный лист в приложении). При отрицательной оценке задание возвращается студенту для исправления, после чего вновь сдается для проверки. Работы, получившие положительную оценку, хранятся на кафедре и защищаются студентом в период зачетной сессии.

После выполнения и защиты лабораторных работ, защиты контрольного задания студент допускается к сдаче экзамена по дисциплине.

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Контрольные задания включают две части – теоретические вопросы и практические задачи.

Теоретическая часть состоит из 6 вопросов и предназначена для формирования у студента знаний по номенклатуре строительных материалов, изделий и конструкций, их составу, структуре и свойствам, основам технологии получения, правилам складирования, применения и эксплуатации. Для ответа на теоретические вопросы следует использовать литературу [1,2,3] из прилагаемого списка.

Практическая часть состоит из 3 задач. Для их решения следует использовать литературные источники [1- 6], приложения 1- 21 и примеры решения задач, представленные в разделе 3 данного пособия.

Первая задача направлена на формирование у студента знаний и умений в области испытаний строительных материалов, методики оценки их свойств и определения области применения.

Вторая задача предназначена для формирования у студента умений составлять материальный баланс производства строительных материалов.

Третья задача закрепляет у студента навыки проектирования состава тяжелого бетона с задаваемыми свойствами методом абсолютных объемов.

3. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

3.1. Задачи по определению параметров состояния и свойств строительных материалов и изделий

Задача 3.1.1. Определить параметры состояния и физико-механические свойства изделия: истинную плотность (ρ), среднюю плотность (ρ_m), общую, открытую и закрытую пористости ($P_{обш}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе и объему (B_m , B_v), предел прочности при сжатии и изгибе ($R_{сж}$, $R_{из}$). Для прочностных показателей определить коэффициент изменчивости (C_v).

Дополнительные сведения

1. Истинную плотность определить двумя способами:

а) с использованием прибора Ле Шателье:

– масса засыпанного материала в прибор составила 56 г, при этом уровень инертной жидкости достиг отметки 24 мл;

б) с использованием пикнометра:

– при испытании получены следующие массы:

- пикнометра пустого – 140 г;
- пикнометра с навеской – 175 г;
- пикнометра с навеской и жидкостью – 370 г;
- пикнометра с инертной жидкостью – 350 г.

В качестве инертной жидкости - вода с плотностью 1 г/см³.

2. Среднюю плотность определить для образцов:

а) правильной геометрической формы:

– образец с размерами 5×5×5 см и массой в сухом состоянии 212 г;

б) неправильной формы методом гидростатического взвешивания:

– масса образца неправильной геометрической формы в сухом состоянии составила 34 г, после нанесения парафина его масса на воздухе составила 36,5 г, а масса парафинированного образца в воде 13,8 г.

3. Для определения водопоглощения использовался образец-призма размерами 4×4×5 см. Масса высушенного образца 134 г, а после водонасыщения его в воде в течение 48 ч составила 150 г.

4. При испытании 5 образцов-кубов с ребром 5 см на сжатие разрушающая нагрузка составила: 2600 кгс, 2500 кгс, 2700 кгс, 2400 кгс, 2800 кгс.

5. Испытание на изгиб осуществлялось на образцах-балочках размером 4×4×16 см. При испытании применялся одноточечный изгиб, расстояние между нижними опорами составляет 10 см. Разрушающая нагрузка при испытании 5 образцов составила: 50 кгс, 60 кгс, 45 кгс, 55 кгс, 58 кгс.

РЕШЕНИЕ

При решении использованы прил. 1, 2, 3, 4, 5 данного пособия и литературные источники [1, 2, 3, 5]

Истинная плотность, определяемая с использованием прибора Ле-Шателье, вычисляется по формуле (П 3.3):

$$\rho = \frac{m - m_1}{V}, \text{ г/см}^3,$$

где m - навеска материала до опыта, г; m_1 - остаток материала, г;

V - объем жидкости, вытесненной материалом, см³.

$$\rho = \frac{56}{24} = 2,33 \text{ г/см}^3.$$

Истинная плотность материала, определяемая с использованием пикнометра, вычисляется по формуле (П 3.4)

$$\rho = \frac{(m_2 - m_1) \cdot \rho_{\text{жид}}}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)}, \text{ г/см}^3,$$

где m_1 - масса пустого пикнометра, г; m_2 - пикнометра с навеской, г;

m_3 - пикнометра с навеской и жидкостью, г;

m_4 - пикнометра с жидкостью, г;

$\rho_{\text{жид}}$ - плотность инертной жидкости, г/см³.

$$\rho = \frac{(175 - 140) \cdot 1}{(350 - 140) - (370 - 175)} = 2,33 \text{ г/см}^3.$$

Среднюю плотность образцов правильной формы вычисляют по формуле (П 3.6)

$$\rho_m = \frac{m}{V_{\text{мат}}}, \text{ г/см}^3,$$

где m - масса образца, г;

$V_{\text{мат}}$ - объем образца, см³.

$$\rho_m = \frac{212}{5 \times 5 \times 5} = 1,7 \text{ г/см}^3.$$

Определение средней плотности образцов неправильной геометрической формы осуществляется с помощью метода гидростатического взвешивания.

Среднюю плотность материала вычисляют по формуле (П 3.8)

$$\rho_m = \frac{m}{\frac{m_1 - m_2}{\rho_{\text{воды}}} - \frac{m_1 - m}{\rho_{\text{нар}}}}, \text{ г/см}^3,$$

7

где $\rho_{\text{воды}}$ - плотность воды, 1 г/см³;
 $\rho_{\text{пар}}$ - плотность парафина, 0,93 г/см³;
 m , - масса образца, г;
 m_1 - масса парафинированного образца на воздухе, г;
 m_2 - масса парафинированного образца в воде, г.

$$\rho_m = \frac{34}{\frac{36,5-13,8}{1} - \frac{36,5-34}{0,93}} = 1,7 \text{ г/см}^3.$$

Водопоглощение по массе определяется по формуле (П3.18):

$$B_m = \frac{m_{\text{нас}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}} \cdot 100 \%,$$

где $m_{\text{нас}}$ - масса водонасыщенного, а $m_{\text{сух}}$ - сухого материала, г;

$$B_m = \frac{150-134}{134} \cdot 100 = 11,9 \, \%.$$

Водопоглощение по объему определяется по формуле (П3.19):

$$B_v = \frac{m_{\text{нас}} - m_{\text{сух}}}{V_{\text{мат}} \cdot \rho_{\text{воды}}} \cdot 100 \%,$$

где $m_{\text{нас}}$ - масса насыщенного водой материала, а $m_{\text{сух}}$ - сухого материала, г;
 $V_{\text{мат}}$ - объем материала, см³;
 $\rho_{\text{воды}}$ - плотность воды, г/см³.

$$B_v = \frac{150-134}{80 \cdot 1} \cdot 100 = 20 \, \%.$$

Полную пористость рассчитывают по формуле (П 3.10):

$$П = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho} \right) \cdot 100 \, \%,$$

где ρ , ρ_m - истинная и средняя плотности материала, г/см³;

$$П = \left(1 - \frac{1,7}{2,33} \right) \cdot 100\% = 27 \, \%.$$

Открытую пористость определяют по величине водопоглощения по объему (П.3.11):

$$П_o \approx B_v \approx 20 \, \%.$$

Закрытую пористость определяют по формуле (П 3.12)

$$П_z = П - П_o = 27 - 20 = 7 \, \%$$

Предел прочности при сжатии вычисляют по формуле (П 5.1)

(1 МПа = 9,81 кгс/см²):

$$R_{1сж} = \frac{2600}{25} = 104 \text{ кгс/см}^2 = 10,6 \text{ МПа};$$

$$R_{2сж} = \frac{2500}{25} = 100 \text{ кгс/см}^2 = 10,2 \text{ МПа};$$

$$R_{3сж} = \frac{2700}{25} = 108 \text{ кгс/см}^2 = 11 \text{ МПа};$$

$$R_{4сж} = \frac{2400}{25} = 96 \text{ кгс/см}^2 = 9,8 \text{ МПа};$$

$$R_{5сж} = \frac{2800}{25} = 112 \text{ кгс/см}^2 = 11,4 \text{ МПа}.$$

Коэффициент вариации C_v , %, определяется по формуле (П 2.1)

$$C_v = (\sigma / \bar{X}) \cdot 100 \%,$$

где σ – среднеквадратическое отклонение частных результатов X_i оцениваемой величины (свойства) от среднего арифметического значения этой величины $\bar{X}$.

Сначала определяется среднеарифметическое значение прочности при сжатии по формуле (П 2.4)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n},$$

где n – число измерений.

$$\bar{R}_{сж} = (104+100+108+96+112) / 5 = 104 \text{ кгс/см}^2.$$

Затем по формуле (П 2.2) определяется среднеквадратическое отклонение (так как $n=5$):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \text{ при } n \leq 30,$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(104-104)^2 + (100-104)^2 + (108-104)^2 + (96-104)^2 + (112-104)^2}{5-1}} = 6,33.$$

И наконец определяется коэффициент вариации C_v , %, по формуле (П 2.1):

$$C_v = (6,33 / 104) \cdot 100 \% = 6,1 \%.$$

Предел прочности при изгибе при одноточечном нагружении (рис. П 5.1) вычисляют по формуле (П 5.2):

$$R_{изг1} = \frac{3}{2} \cdot \frac{50 \cdot 10}{4 \cdot 4^2} = 11,7 \text{ кгс/см}^2;$$

$$R_{изг2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{60 \cdot 10}{4 \cdot 4^2} = 14,04 \text{ кгс/см}^2;$$

$$R_{у323} = \frac{3}{2} \cdot \frac{45 \cdot 10}{4 \cdot 4^2} = 10,35 \text{ кгс/см}^2;$$

$$R_{у324} = \frac{3}{2} \cdot \frac{55 \cdot 10}{4 \cdot 4^2} = 12,87 \text{ кгс/см}^2;$$

$$R_{у325} = \frac{3}{2} \cdot \frac{58 \cdot 10}{4 \cdot 4^2} = 13,34 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\bar{R}_{у32} = \frac{11,7 + 14,04 + 10,35 + 12,87 + 13,34}{5} = 12,45 \text{ кгс/см}^2.$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(11,7 - 12,45)^2 + (14,04 - 12,45)^2 + (10,35 - 12,45)^2 + (12,87 - 12,45)^2 + (13,34 - 12,45)^2}{5 - 1}} = 1,44.$$

$$C_v = (1,44 / 12,45) \cdot 100 \% = 11,57 \%.$$

Ответ: $\rho = 2,33 \text{ г/см}^3$; $\rho_m = 1,7 \text{ г/см}^3$; $\Pi = 27 \%$; $\Pi_o = 20 \%$; $\Pi_3 = 7 \%$; $B_m = 11,9 \%$; $B_v = 20 \%$; $\bar{R}_{сж} = 104 \text{ кгс/см}^2$ при $C_v = 6,1 \%$; $\bar{R}_{у32} = 12,45 \text{ кгс/см}^2$ при $C_v = 11,57 \%$.

Задача 3.1.2. Определить среднюю плотность при стандартной влажности образца из березы ($2 \times 2 \times 3 \text{ см}$) массой (m_w) 7,5 г с влажностью (W) 17 %.

Для решения использованы прил. 6, 7 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5].

РЕШЕНИЕ

Среднюю плотность древесины с влажностью 17 % рассчитывают по формуле (П 6.1):

$$\rho_m^w = \frac{m_w}{V_w}, \text{ г/см}^3,$$

$$\rho_m^{17\%} = 7,5 / 12 = 0,625 \text{ г/см}^3,$$

Среднюю плотность при стандартной влажности определяют по формуле (П 6.2):

$$\rho_{m12\%} = \rho_m^w [1 + 0,01(1 - K_o)(12 - W)], \text{ г/см}^3,$$

$$\rho_{m12\%} = 0,625 [1 + 0,01(1 - 0,6)(12 - 17)] = 0,612 \text{ г/см}^3,$$

Ответ: средняя плотность образца из березы при стандартной влажности составит $0,612 \text{ г/см}^3$, что соответствует справочным данным (табл. П 7.1).

3.2. Задачи по расчету материального баланса производства строительных материалов и изделий и определению их качества

Расчет материального баланса выполняется на основе стехиометрических соотношений (уравнений).

Задача 3.2.1. Сколько чистого известняка (CaCO_3) необходимо обжечь для получения 20 т кальцевой негашеной извести. Влажность известняка по массе 4,5 %.

При решении задачи использованы – прил. 3, 8, 9 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5].

РЕШЕНИЕ

1. В процессе обжига известняка карбонат кальция разлагается на CaO и CO_2 (формула (П 8.1)):



Определяем атомные массы CaCO_3 и CaO в соответствии с табл. П 9.1:

$$M \text{ CaCO}_3 = 40 + 12 + 48 = 100 \text{ г/моль}; M \text{ CaO} = 40 + 16 = 56 \text{ г/моль}.$$

Составляем пропорцию и определяем массу сухого известняка ($m_{\text{сух}}$):

$$\begin{array}{ll} 56 \text{ г/моль} & - 20000 \text{ кг} \\ 100 \text{ г/моль} & - m_{\text{сух}} \text{ кг.} \end{array}$$

$$m_{\text{сух}} = 100 \cdot 20000 / 56 = 35714 \text{ кг.}$$

2. Определяем массу влажного известняка ($m_{\text{вл}}$) с влажностью 4,5 % ($W=0,045$), используя формулу (П 3.20):

$$W = (m_{\text{вл}} - m_{\text{сух}}) / m_{\text{сух}}.$$

Из данной формулы находим

$$m_{\text{вл}} = m_{\text{сух}} \cdot (1 + W) = 35714(1 + 0,045) = 37500 \text{ кг} = 37,5 \text{ т.}$$

Ответ: масса известняка составит 37,5 т.

Задача 3.2.2. Сколько кальцевой негашеной извести можно получить из 30 т известняка ($m_{\text{вл}}$) с влажностью 8 % ($W=0,08$) и содержанием 17 % неразлагающихся при обжиге примесей? Установить сорт полученной воздушной извести.

При решении задачи использованы прил. 3, 8, 9 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5].

РЕШЕНИЕ

1. Определяем массу сухого природного известняка (формула (П 3.20)):

$$W = \frac{(m_{вл} - m_{сух})}{m_{сух}} \cdot 100\% ,$$

$$m_{сух} = m_{вл} / (w + 1) = 30 / (0,08 + 1) = 30 / 1,08 = 27,78 \text{ т.}$$

2. Определяем массу неразлагающихся примесей $m_{пр}$ в сухом природном известняке, исходя из доли в нем неразлагающихся при обжиге примесей ($m_{прим}=0,17$):

$$m_{пр} = m_{сух} \times m_{прим} = 27,78 \times 0,17 = 4,72 \text{ т.}$$

3. Определяем массу сухого природного известняка без примесей ($M_{пр.и}$):

$$M_{пр.и} = m_{сух} - m_{пр} = 27,78 - 4,72 \text{ т} = 23,06 \text{ т.}$$

4. Определяем массу чистой комовой извести (CaO) после обжига известняка без примесей, исходя из следующей химической реакции: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$.

Для этого определяем начальные и конечные суммарные атомные массы CaCO_3 и CaO (табл. П 9.1):

$$M \text{ CaCO}_3 = 40 + 12 + 16 \cdot 3 = 52 + 48 = 100 \text{ г/моль}; M \text{ CaO} = 40 + 16 = 56 \text{ г/моль.}$$

Составляем соотношение:

$$\begin{array}{r} 100 \text{ г/моль} - 23,06 \text{ т} \\ 56 \text{ г/моль} - \text{х т} \end{array}$$

Отсюда $x = 23,06 \cdot 56 / 100 = 12,91 \text{ т}$, т. е. масса чистой комовой извести (m_{CaO}) после обжига составит 12,91 т.

5. Определяем массу полученной комовой извести.

Так как неразлагающиеся примеси после обжига остаются, то общая масса комовой извести ($m_{\text{вяж}}$) составит:

$$m_{\text{вяж}} = m_{\text{CaO}} + m_{пр} = 12,91 + 4,72 = 17,63 \text{ т.}$$

6. Определяем процентное содержание активного оксида кальция (активность извести) по формуле

$$A = \frac{m_{(CaO + MgO)}}{m_{вяж}} \cdot 100\% ,$$

$$A = \frac{12,91}{17,63} \cdot 100\% = 73,21\% .$$

В соответствии с табл. П 8.1 кальциевая негашеная известь с таким содержанием активного оксида кальция относится к 3-му сорту.

Ответ: при обжиге 30 т известняка получится 17,63 т кальциевой комовой негашеной извести 3-го сорта.

Задача 3.2.3. Сколько сухой гидратной извести (пушонки) получается из 10 т негашеной комовой извести ($m_{вяж}$) с активностью (A) 80 % (содержание CaO)?

При решении задачи использованы прил. 3, 8, 9 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5].

РЕШЕНИЕ

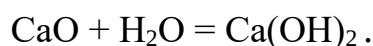
1. Определяем массу чистой комовой извести (m_{CaO}):

$$m_{CaO} = (m_{вяж} \times A) / 100 = (10 \times 80) / 100 = 8 \text{ т.}$$

2. Определяем массу примесей (m_{np}) в комовой негашеной извести, которые после гашения останутся в сухой гидратной извести:

$$m_{np} = m_{вяж} - m_{CaO} = 10 - 8 = 2 \text{ т.}$$

3. Определяем массу гидратной извести, получившейся при гашении чистой комовой извести, исходя из следующей химической реакции (формула (П8.2)):



Для этого определяем начальные и конечные суммарные атомные массы CaO и Ca(OH)₂, используя прил. 9:

$$M \text{ CaO} = 40 + 16 = 56 \text{ г/моль}; M \text{ Ca(OH)}_2 = 40 + (16 + 1) \cdot 2 = 40 + 34 = 74 \text{ г/моль.}$$

Составляем соотношение:

$$\begin{array}{l} 56 \text{ г/моль} - 8 \text{ т} \\ 74 \text{ г/моль} - x \text{ т} \end{array}$$

Отсюда $x = 8 \cdot 74 / 56 = 10,57 \text{ т}$, т. е. масса чистой извести-пушонки ($m_{(CaOH)_2}$) после гашения составит 10,57 т.

4. Определяем общую массу гидратной извести ($m_{пуш}$), т. е. вместе с примесями:

$$m_{пуш} = m_{(CaOH)_2} + m_{np} = 10,57 + 2 = 12,57 \text{ т.}$$

Ответ: при гашении 10 т комовой извести получится 12,57 т извести-пушонки.

Задача 3.2.4. Сколько известкового теста (по массе и объему) можно получить из 8 т негашеной извести ($m_{\text{вяж}}$) активностью (А) 70 % (содержание СаО)? Средняя плотность известкового теста (ρ_m) - 1420 кг/м³, а содержание воды - 50 % ($W=05$).

При решении задачи использованы – прил. 3, 8, 9 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5].

РЕШЕНИЕ

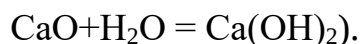
1. Определяем массу чистой негашеной извести ($m_{\text{СаО}}$):

$$m_{\text{СаО}} = (m_{\text{вяж}} \times A) / 100 = (10 \times 70) / 100 = 5,6 \text{ т.}$$

2. Определяем массу примесей ($m_{\text{пр}}$), содержащихся в негашеной извести и после гашения в известковом тесте:

$$m_{\text{пр}} = m_{\text{вяж}} - m_{\text{СаО}} = 8 - 5,6 = 2,4 \text{ т.}$$

3. Определяем массу сухой гидратной извести, получившейся при гашении чистой комовой извести с помощью формулы (П 8.2):



Для этого определяем начальные и конечные суммарные атомные массы СаО и Са(ОН)₂, используя прил. 9:

$$M \text{ СаО} = 40 + 16 = 56 \text{ г/моль}; M \text{ Са}(\text{ОН})_2 = 40 + (16 + 1) \cdot 2 = 40 + 34 = 74 \text{ г/моль.}$$

Составляем соотношение:

$$\begin{array}{l} 56 \text{ г/моль} - 5,6 \text{ т} \\ 74 \text{ г/моль} - x \text{ т} \end{array}$$

Отсюда $x = 5,6 \cdot 74 / 56 = 7,4 \text{ т}$, т. е. масса чистой гидратной извести ($m_{(\text{СаОН})_2}$) после гашения составит 7,4 т.

4. Определяем массу гашеной извести вместе с примесями ($m_{\text{гущ}}$):

$$m_{\text{гущ}} = m_{\text{сух}} = m_{(\text{СаОН})_2} + m_{\text{пр}} = 7,4 + 2,4 = 9,8 \text{ т.}$$

5. По формуле (П 3.20) определяем массу известкового теста:

$$W = \frac{(m_{\text{вл}} - m_{\text{сух}})}{m_{\text{сух}}} \cdot 100\% ,$$

$$m_{\text{вл}} = m_{\text{сух}} (W + 1) = 9,8 (0,5 + 1) = 9,8 / 1,5 = 14,7 \text{ т} = 14700 \text{ кг.}$$

6. Определяем объем известкового теста:

$$\rho = \frac{m}{V} ,$$

где m - масса известкового теста, г; кг;

V - объем известкового теста, см³; м³.

$$\text{Отсюда } V = m / \rho = 14700 / 1420 = 10,35 \text{ м}^3.$$

Ответ: из 8 т негашеной извести получится 14,7 т известкового теста по массе и 10,35 м³ - по объему.

Задача 3.2.5. Сколько тонн каустического магнезита - магнезимального вяжущего (MgO+примеси) можно получить при обжиге 25 т природного магнезита влажностью 5 %, содержащего карбонат магния (MgCO₃) и 6 % (по массе) неразлагающихся примесей.

При решении задачи использованы – прил. 3, 10 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5]

РЕШЕНИЕ

1. Определяем массу сухого природного магнезита, (формула (П 3.20)):

$$W = \frac{(m_{вл} - m_{сух})}{m_{сух}} \cdot 100\% .$$

$$\text{Отсюда } m_{сух} = m_{вл} / (w + 1) = 25 / (0,05 + 1) = 25 / 1,05 = 23,81 \text{ т.}$$

2. Определяем массу неразлагающихся примесей ($m_{пр}$) в природном магнезите:

$$m_{пр} = m_{сух} \cdot 0,06 = 23,81 \cdot 0,06 = 1,43 \text{ т,}$$

где 0,06 – доля примесей в магнезите (6 %).

3. Определяем массу чистого природного магнезита (m_{MgCO_3}) без примесей:

$$m_{\text{MgCO}_3} = m_{сух..} - m_{пр} = 23,81 - 1,43 \text{ т} = 22,38 \text{ т.}$$

4. Определяем массу чистого магнезимального вяжущего (MgO), полученного в результате обжига магнезита: $\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$ (формула (П 10.1)). Для этого определяем начальные и конечные суммарные атомные массы MgCO₃ и MgO, используя данные табл. (П 9.1):

$$M_{\text{MgCO}_3} = 24 + 12 + 16 \cdot 3 = 36 + 48 = 84 \text{ г/моль; } M_{\text{MgO}} = 24 + 16 = 40 \text{ г/моль.}$$

Составляем соотношение:

$$\begin{array}{l} 84 \text{ г/моль} - 22,38 \text{ т} \\ 40 \text{ г/моль} - x \text{ т} \end{array}$$

Отсюда $x = 22,38 \cdot 40/84 = 10,66 \text{ т}$, т. е. масса чистого магнезиального вяжущего (m_{MgO}) после обжига составит 10,66 т.

5. Определяем общую массу полученного магнезиального вяжущего ($\text{MgO} + \text{примеси}$).

Так как неразлагающиеся примеси после обжига остаются то общая масса магнезиального вяжущего ($m_{\text{вяж}}$) составит

$$m_{\text{вяж}} = m_{\text{MgO}} + m_{\text{пр}} = 10,66 + 1,43 = 12,09 \text{ т.}$$

Ответ: из 25 т природного магнезита получится 12,09 т магнезиального вяжущего (каустического магнезита).

Задача 3.2.6. Стандартная консистенция (нормальная густота) гипсового теста достигнута при 45 % содержании воды. Сколько гипсового вяжущего и воды нужно взять для получения 10 кг теста нормальной густоты?

При решении задачи использованы прил. 11 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5].

РЕШЕНИЕ

1. Определяем массу гипсового вяжущего, содержащегося в 10 кг теста:

Для этого из формулы (П 11.5) определяем количество воды от массы гипса:

$$B_{\text{ск}} = B/\Gamma \cdot 100 \%,$$

где B – расход воды, г;
 Γ – расход гипса, г;

по условию $B_{\text{ск}} = 45 \%$, тогда $B/\Gamma = 0,45$, отсюда $B = 0,45 \cdot \Gamma$.

Принимаем долю гипса в тесте за единицу (Γ), тогда доля воды в тесте составит $0,45 \cdot \Gamma$. Их общая сумма составит $\Gamma + 0,45 \cdot \Gamma = 1,45 \cdot \Gamma$.

Тогда для 10 кг теста масса гипсового вяжущего составит

$$\Gamma = 10 : 1,45 = 6,9 \text{ кг.}$$

2. Количество воды для получения гипсового теста стандартной консистенции составит:

$$B = 10 - 6,9 = 3,1 \text{ кг (л).}$$

Ответ: для получения 10 кг теста нормальной густоты необходимо взять

6,9 кг гипсового вяжущего и 3,1 кг воды.

Задача 3.2.7. Рассчитать количество ангидритового вяжущего, которое можно получить, подвергая термической обработке 15 т природного гипсового камня влажностью 10 %, содержащего 12 % неразлагающихся примесей.

При решении задачи использованы прил. 3, 8, 11 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5].

РЕШЕНИЕ

1. Определяем массу сухого природного гипсового камня (формула ПЗ.20):

$$W = \frac{(m_{вл} - m_{сух})}{m_{сух}} \cdot 100\% ,$$

$$\text{Отсюда } m_{сух} = m_{вл} / (w + 1) = 15 / (0,1 + 1) = 15 / 1,1 = 13,64 \text{ т.}$$

2. Определяем массу неразлагающихся примесей (m_{np}) в сухом природном гипсовом камне:

$$m_{np} = m_{сух} \times 0,12 = 13,64 \times 0,12 = 1,64 \text{ т.}$$

3. Определяем массу сухого природного гипсового камня без примесей ($M_{np.г.}$):

$$M_{np.г.} = m_{сух} - m_{np} = 13,64 - 1,64 \text{ т} = 12 \text{ т.}$$

4. Определяем массу чистого ангидрита (CaSO_4), полученного в результате обжига гипсового камня, $\text{CaSO} \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, для чего определяем начальные и конечные суммарные атомные массы $\text{CaSO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и CaSO_4 , используя данные табл. П9.1:

$$M \text{ CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 40 + 32 + 16 \cdot 4 + 2(1 \cdot 2 + 16) = 72 + 64 + 36 = 172 \text{ г/моль};$$

$$M \text{ CaSO}_4 = 40 + 32 + 16 \cdot 4 = 72 + 64 = 136 \text{ г/моль.}$$

Составляем соотношение:

$$\begin{array}{l} 172 \text{ г/моль} - 12 \text{ т} \\ 136 \text{ г/моль} - x \text{ т} \end{array}$$

Отсюда $x = 136 \cdot 12 / 172 = 9,49 \text{ т}$, т. е. масса чистого ангидрита после обжига (m_{CaSO_4}) составит 9,49 т.

5. Определяем массу полученного ангидритового вяжущего.

Так как неразлагающиеся примеси после обжига остаются то общая масса ангидритового вяжущего составит ($m_{вяж}$):

$$m_{вяж} = m_{CaSO_4} + m_{пр} = 9,49 + 1,64 = 11,13 \text{ т.}$$

Ответ: при обжиге 15 т природного гипса получится 11,13 т ангидритового вяжущего.

Задача 3.2.8. Какое количество затвердевшего цементного камня образуется из 1 кг портландцементного клинкера после затворения водой в результате полной гидратации основных минералов, если минералогический состав портландцемента, следующий: C_3S ($3CaO \cdot SiO_2$) – 51 %, C_2S ($2CaO \cdot SiO_2$) – 24 %, C_3A ($3CaO \cdot Al_2O_3$) – 4 %, C_4AF ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$) – 12 %, CaO – 1 %, MgO – 3 %, остальных соединений, не участвующих в реакциях гидратации, – 5 %? (Цементный камень не содержит свободную и физически связанную воду).

При решении задачи использованы прил. 9, 12 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5].

РЕШЕНИЕ

1. Определяем суммарные атомные массы основных минералов и продуктов гидратации исходя из следующих химических реакций [1, 2, 3]:



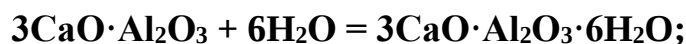
$$M 2(3CaO \cdot SiO_2) = 2[3 \cdot (40+16) + (28+2 \cdot 16)] = 456 \text{ г/моль};$$

$$M 3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot 3H_2O + 3Ca(OH)_2 = 3(40+16) + 2(28+2 \cdot 16) + 3(1 \cdot 2+16) + 3[40+2(16+1)] = 342+222=564 \text{ г/моль}.$$



$$M 2(2CaO \cdot SiO_2) = 2[2(40+16) + (28+2 \cdot 16)] = 344 \text{ г/моль};$$

$$M 3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot 3H_2O + Ca(OH)_2 = 3(40+16) + 2(28+2 \cdot 16) + 3(1 \cdot 2+16) + [40+2(16+1)] = 342+74=416 \text{ г/моль}.$$



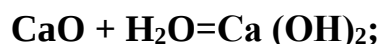
$$M 3CaO \cdot Al_2O_3 = 3(40+16) + (2 \cdot 27+3 \cdot 16) = 170 \text{ г/моль};$$

$$M 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O = 3(40+16) + (2 \cdot 27+3 \cdot 16) + 6(1 \cdot 2+16) = 278 \text{ г/моль}.$$



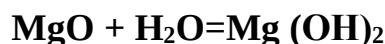
$$M 4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 = 4(40+16) + (2 \cdot 27+3 \cdot 16) + (2 \cdot 56+3 \cdot 16) = 486 \text{ г/моль};$$

$$M 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O + CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot H_2O = 3(40+16) + (2 \cdot 27+3 \cdot 16) + 6(1 \cdot 2+16) + (40+16) + (2 \cdot 56+3 \cdot 16) + (1 \cdot 2+16) = 612 \text{ г/моль}.$$



$$M CaO = 40+16=56 \text{ г/моль};$$

$$M \text{Ca(OH)}_2 = 40 + 2(16 + 1) = \mathbf{74} \text{ г/моль.}$$



$$M \text{MgO} = 24 + 16 = \mathbf{40} \text{ г/моль;}$$

$$M \text{Mg(OH)}_2 = 24 + 2(16 + 1) = \mathbf{58} \text{ г/моль.}$$

2. Определяем количество клинкера, приходящегося на каждый минерал, исходя из процентного содержания минералов в портландцементе:

$$\text{C}_3\text{S} (3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) = 1000 \cdot 51 / 100 = 510 \text{ г;}$$

$$\text{C}_2\text{S} (2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) = 1000 \cdot 24 / 100 = 240 \text{ г;}$$

$$\text{C}_3\text{A} (3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3) = 1000 \cdot 4 / 100 = 40 \text{ г;}$$

$$\text{C}_4\text{AF} (4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3) = 1000 \cdot 12 / 100 = 120 \text{ г;}$$

$$\text{CaO} = 1000 \cdot 1 / 100 = 10 \text{ г;}$$

$$\text{MgO} = 1000 \cdot 3 / 100 = 30 \text{ г.}$$

Остальных соединений, не участвующих в реакциях гидратации, –
 $1000 \cdot 5 / 100 = 50 \text{ г.}$

3. Определяем количество соединений, образовавшихся после гидратации:

$$M 3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \mathbf{456} \text{ г/моль} = 510 \text{ г клинкера;}$$

$$M 3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca(OH)}_2 = \mathbf{564} \text{ г/моль} = x \text{ г камня;}$$

$$x = 564 \cdot 510 / 456 = \mathbf{630,79} \text{ г камня.}$$

$$M 2(2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) = \mathbf{344} \text{ г/моль} = 240 \text{ г клинкера;}$$

$$M 3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + \text{Ca(OH)}_2 = \mathbf{416} \text{ г/моль} = x \text{ г камня;}$$

$$x = 416 \cdot 240 / 344 = \mathbf{290,23} \text{ г камня.}$$

$$M 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 = \mathbf{170} \text{ г/моль} = 40 \text{ г клинкера;}$$

$$M 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = \mathbf{278} \text{ г/моль} = x \text{ г камня;}$$

$$x = 278 \cdot 40 / 170 = \mathbf{65,41} \text{ г камня.}$$

$$M 4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 = \mathbf{486} \text{ г/моль} = 120 \text{ г клинкера;}$$

$$M 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \mathbf{612} \text{ г/моль} = x \text{ г камня;}$$

$$x = 612 \cdot 120 / 486 = \mathbf{151,11} \text{ г камня.}$$

$$M \text{CaO} = \mathbf{56} \text{ г/моль} = 10 \text{ г клинкера;}$$

$$M \text{Ca(OH)}_2 = \mathbf{74} \text{ г/моль} = x \text{ г камня;}$$

$$x = 74 \cdot 10 / 56 = \mathbf{13,21} \text{ г камня.}$$

$$M \text{MgO} = \mathbf{40} \text{ г/моль} = 30 \text{ г клинкера;}$$

$$M \text{Mg(OH)}_2 = \mathbf{58} \text{ г/моль} = x \text{ г камня;}$$

$$x = 58 \cdot 30 / 40 = \mathbf{43,5} \text{ г камня.}$$

Остальных соединений - **50 г.**

4. Определяем массу затвердевшего цементного камня, который образуется из 1 кг (1000 г) портландцемента после затворения водой в результате полной гидратации основных минералов:

$$630,79+290,23+65,41+151,11+13,21+43,5+50=1244,25 \text{ г камня.}$$

Ответ: из 1 кг (1000 г) портландцемента после затворения водой в результате полной гидратации основных минералов образуется 1244,25 г цементного камня.

Задача 3.2.9. При просеивании через набор стандартных сит 1000 г подготовленной пробы песка частные остатки на ситах составили:

сито 2,5 мм – 150 г; 1,25 мм – 250 г; 0,63 мм – 250 г; 0,315 мм – 200 г; 0,16 мм – 100 г.

Определить группу песка.

При решении задачи использованы прил. 13 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5].

РЕШЕНИЕ

1. Определяем частные остатки на ситах по формуле (П 13.2):

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100 \%,$$

$$a_{2,5} = (150/1000)100 = 15 \%; a_{1,25} = 25 \%; a_{0,63} = 25 \%; a_{0,315} = 20 \%; a_{0,16} = 10 \%.$$

2. Определяем полные остатки на ситах по формуле (П 13.2):

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots + a_i,$$

$$A_{2,5} = 15 \%; A_{1,25} = 15 + 25 = 40 \%; A_{0,63} = 15 + 25 + 25 = 65 \%; \\ A_{0,315} = 15 + 25 + 25 + 20 = 85 \%; A_{0,16} = 15 + 25 + 25 + 20 + 10 = 95 \%.$$

3. Модуль крупности песка вычисляют по формуле (П 13.4):

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

$$M_k = (15+40+65+85+95) / 100 = 3,0.$$

4. В соответствии с табл. П 13.1 данного пособия песок относится к группе крупных песков.

Ответ: песок относится к группе крупных песков; $M_k = 3,0$; $A_{0,63} = 65 \%$.

Задача 3.2.10. При стандартном испытании на истираемость (износ) в полочном барабане проб щебня и гравия фракции 20...40 мм после просеивания бы-

ли получены результаты, представленные в табл. 1.

Установить марки щебня и гравия по истираемости.

Таблица 1

Результаты просеивания

Вид материала	Номер пробы	Остатки на ситах, г	
		№ 5	№ 1,25
Щебень	№ 1	7,71	0,43
	№ 2	7,93	0,41
Гравий	№ 1	7,12	0,66
	№ 2	6,95	0,74

При решении задачи использованы прил. 14 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5].

РЕШЕНИЕ

1. Определяем суммарные массы остатков на ситах № 5 и № 1,25 для всех проб:

щебень: проба № 1 $m_1 = 7,71 + 0,43 = 8,14$ кг;

 проба № 2 $m_1 = 7,93 + 0,41 = 8,34$ кг;

гравий: проба № 1 $m_1 = 7,12 + 0,66 = 7,78$ кг;

 проба № 2 $m_1 = 6,95 + 0,74 = 7,69$ кг.

2. Рассчитываем значения истираемости по формуле (П 14.4):

$$И = \frac{(m - m_1)}{m} \cdot 100 \quad \%.$$

Для щебня:

$$И_{щ1} = \frac{(10 - 8,14)}{10} \cdot 100\% = 18,6\% \quad И_{щ2} = \frac{(10 - 8,34)}{10} \cdot 100\% = 16,6\%$$

Окончательный результат (среднеарифметическое значение) по щебню $И_{щ,ср.} = 17,6 \%$ и в соответствии с табл. П. 14.4 марка щебня по истираемости – И1

Для гравия:

$$И_{г1} = \frac{(10 - 7,78)}{10} \cdot 100\% = 22,2\% \quad И_{г2} = \frac{(10 - 7,69)}{10} \cdot 100\% = 23,1\%$$

Окончательный результат (среднеарифметическое значение) по щебню $И_{щ,ср.} = 22,7 \%$ и в соответствии с табл. П 14.4 марка гравия по истираемости – И2.

Ответ: по результатам испытания на истираемость марка щебня И1, марка гравия И2.

Задача 3.2.11. Установить группу щебня по содержанию зерен пластинчатой и игловатой форм, если при стандартном испытании килограммовой пробы

щебня фракции 10...20 мм масса зерен пластинчатой и игловатой форм составила 278 г

При решении задачи использованы прил.14 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5].

РЕШЕНИЕ

1. Содержание в щебне зерен пластинчатой и игловатой форм $\Pi_{пл}$, %, определяют по формуле (П 14.5):

$$\Pi_{пл} = \frac{m_1}{m} \cdot 100 \%,$$
$$\Pi_{пл} = \frac{278}{1000} \cdot 100\% = 27,8 \, \%.$$

Согласно табл. П 14.2 группа щебня по содержанию зерен пластинчатой и игловатой форм – № 1.

Ответ: группа щебня – № 1.

Задача 3.2.12. Определить какое количество дегидратированной глины получится из 10 т монтмориллонита влажностью 8 %, содержащего 15 % неразлагающихся примесей.

При решении задачи использованы – прил. 15 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5].

РЕШЕНИЕ

1. Определяем массу сухого монтмориллонита (из формулы (П 3.20))

$$W = \frac{(m_{вл} - m_{сух})}{m_{сух}} \cdot 100\%,$$

$$m_{сух} = m_{вл} / (w + 1) = 10 / (0,08 + 1) = 10 / 1,08 = 9,26 \, \text{т},$$

2. Определяем массу неразлагающихся примесей $m_{пр}$ в сухом монтмориллоните

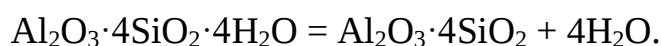
$$m_{пр} = m_{сух} \times 0,15 = 9,26 \times 0,15 = 1,39 \, \text{т},$$

где 0,15 – доля примесей.

3. Определяем массу сухого природного монтмориллонита $m_{монт.}$ без примесей

$$m_{монт.} = m_{сух} - m_{пр} = 9,26 - 1,39 \, \text{т} = 7,87 \, \text{т}.$$

4. Определяем массу чистой дегидратированной глины ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$) после обжига монтмориллонита ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$):



Определяем начальные и конечные суммарные атомные массы $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$, используя прил. 9:

$$M \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = (26 \cdot 2 + 16 \cdot 3) + 4(28 + 16 \cdot 2) + 4(1 \cdot 2 + 16) = 100 + 240 + 72 = 412 \text{ г/моль};$$

$$M \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 = (26 \cdot 2 + 16 \cdot 3) + 4(28 + 16 \cdot 2) = 100 + 240 = 340 \text{ г/моль}.$$

Составляем соотношение:

$$\begin{aligned} 412 \text{ г/моль} &\rightarrow 7,87 \text{ т} \\ 340 \text{ г/моль} &\rightarrow x \text{ т} \end{aligned}$$

Отсюда $x = 7,87 \cdot 340 / 412 = 6,49 \text{ т}$, т. е. масса чистой дегидратированной глины ($m_{\text{чист.гл}}$) после обжига составит 6,49 т

5. Определяем общую массу полученной дегидратированной глины ($m_{\text{дег.гл.}}$)

Так как неразлагающиеся примеси после обжига остаются, то общая масса дегидратированной глины составит

$$m_{\text{дег.гл.}} = m_{\text{чист.гл.}} + m_{\text{пр}} = 6,49 + 1,39 = 7,88 \text{ т}.$$

Ответ: из 10 т монтмориллонита после обжига получится 7,88 т дегидратированной глины.

Задача 3.2.13. Какое количество высушенной глины необходимо для получения 1000 штук керамического кирпича формата 1.4НФ (утолщенный) с массой в сухом состоянии 3,6 кг. Потери при прокаливании (п.п.п.) составляют 10 %.

При решении задачи использованы прил. 15 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5].

РЕШЕНИЕ

1. Масса 1000 штук кирпича составит

$$m = 3,6 \cdot 1000 = 3600 \text{ кг}.$$

2. Масса сухой глины с потерями при прокаливании составит

$$m_{\text{гл}} = m(1 + \text{п.п.п.}) = 3600(1 + 0,1) = 3960 \text{ кг}.$$

Ответ: для получения 1000 штук керамического кирпича потребуется 3960 кг высушенной глины.

3.3. Задачи по проектированию состава тяжелого бетона

Задача 3.3.1. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В20 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 5...6 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М500 с истинной плотностью $3,1 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,5 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный среднего качества с максимальной крупностью зерен 20 мм, истинной плотностью $2,6 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1450 кг/м^3 и пустотностью 45 %.

При решении задачи использованы прил. 17, 18 данного пособия, литературные источники [1, 2, 3, 5, 6].

РЕШЕНИЕ:

Класс бетона (по прочности) является гарантированной прочностью с обеспеченностью 0,95, которая определяется с учетом коэффициента вариации. Следовательно, при расчете состава тяжелого бетона необходимо перейти к требуемой средней прочности бетона.

В тех случаях, когда нет данных о фактической однородности бетона, средний уровень прочности принимается при коэффициенте вариации равным 13,5 %, а контроль прочности по схеме Г (прил. 17),

Таким образом, требуемая прочность бетона при заданном классе будет рассчитываться по формуле

$$R_T = K_T \cdot B = 1,28 \cdot 20 = 25,6 \text{ МПа} = 256 \text{ кгс/см}^2,$$

где K_T – коэффициент требуемой прочности при контроле по схеме Г принимается по табл. П 17.3;

B – значение класса бетона.

Порядок расчета состава тяжелого бетона

(согласно руководству по подбору составов тяжелого бетона, разработанных НИИЖБ [6])

Расчет необходимо вести на 1 м^3 уплотненной бетонной смеси.

1. Расход воды

По табл. П18.2 находится ориентировочный расход воды исходя из максимальной крупности заполнителя и подвижности (жесткости) бетонной смеси.

Расход воды в данном случае составил 200 л.

2. Определение В/Ц

При $V/C \geq 0,4$

$$V/C = \frac{A \cdot R_{ц}}{R_6 + 0,5 \cdot A \cdot R_{ц}},$$

При $V/C \leq 0,4$

$$V/C = \frac{A_1 \cdot R_{ц}}{R_6 - 0,5 \cdot A_1 \cdot R_{ц}},$$

где A и A_1 принимаются по табл. П18.1 исходя из качества заполнителя. Так как в данной задаче качество заполнителей среднее, а $V/C > 0,4$, то $A = 0,6$;

$R_{ц}$ - марка либо активность цемента. По условиям задачи $R_{ц} = 500$ кгс/см²;

R_6 - прочность бетона на сжатие. В данном случае по условиям задачи $R_6 = 256$ кгс/см².

$$V/C = \frac{0,6 \cdot 500}{256 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 500} = 0,739.$$

3. Расход цемента

Для определения расхода цемента используют формулу

$$Ц = \frac{В}{V/C} = \frac{200}{0,739} = 270,64 \text{ кг}.$$

Полученный расход цемента сравнивают с допустимыми нормами (табл. П18.3), и если он окажется меньше, то увеличивают его до требуемой нормы либо предполагают введение тонкомолотой добавки.

4. Расход крупного заполнителя (щебня или гравия)

Определяется по формуле

$$\text{Щ} = \frac{1}{\frac{1}{\rho_{щ}} + \frac{\alpha V_{м.п}}{\rho_{н.щ}}},$$

где $\rho_{щ}$ - истинная плотность щебня, равная по условию задачи 2600 кг/м³;

$\rho_{н.щ}$ - насыпная плотность щебня, равная по условию задачи 1450 кг/м³;

α - коэффициент раздвижки зерен (для пластичных бетонных смесей прини-

мается по табл. П18.4, а для жестких бетонных смесей - в интервале от (1,05...1,15). На основании расхода цемента, а также В/Ц методом интерполяции установлено, что $\alpha = 1,36$;

$V_{м.п.}$ – межзерновая пустотность, выраженная в долях, равная по условию задачи $V_{м.п.} = 0,45$.

$$Щ = \frac{1}{\frac{1}{2600} + \frac{1,36 \cdot 0,45}{1450}} = 1234,6 \text{ кг}.$$

5. Расход песка

Определяют по формуле

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

где $\rho_{ц}$ – истинная плотность цемента, равная по условию задачи 3100 кг/м^3 ;

$\rho_{в}$ – плотность воды, равная 1000 кг/м^3 ;

$\rho_{щ}$ – истинная плотность щебня, равная по условию задачи 2600 кг/м^3 ;

$\rho_{п}$ – истинная плотность песка, равная по условию задачи 2500 кг/м^3 .

$$П = (1 - (\frac{270,64}{3100} + \frac{200}{1000} + \frac{1234,6}{2600})) \cdot 2500 = 594,2 \text{ кг}.$$

Ответ: при расчете состава тяжелого бетона получился следующий расход сырьевых материалов:

цемент – 270,64 кг;

песок – 594,2 кг;

щебень – 1234,6 кг;

вода – 200 л.

4. Контрольные вопросы и задачи

ВАРИАНТ 01

ВОПРОСЫ

1. Теплопроводность (определение, формула, теплопроводность основных строительных материалов и изделий).

2. Магматические интрузивные горные породы (образование, характеристика, породообразующие минералы, применение).

3. Разновидности, сырье, технология низкообжиговых гипсовых вяжущих, их свойства, твердение, применение.

4. Строительные растворы (классификация, сырьевые материалы, свойства раствора и растворной смеси, разновидности растворов).
5. Строительные материалы и изделия из древесины.
6. Минеральная вата (сырье, технология, свойства, применение).

ЗАДАЧИ

1. Камнеобрабатывающий завод выпускает мраморные облицовочные плиты размером $600 \times 600 \times 25$ мм, массой в сухом состоянии 24,3 кг.

Определить следующие физико-механические свойства этих изделий: истинную (ρ) и среднюю (ρ_m) плотности плит, общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе и по объему (B_m , B_v), истираемость (I), пределы прочности при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе (R_n), коэффициент изменчивости прочности плит при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении истинной плотности с помощью прибора Ле-Шателье после засыпки в объеммер 50 г мраморной муки уровень инертной жидкости в приборе достиг 18 мл;
- масса плит в водонасыщенном состоянии составляет 24,4 кг;
- после испытаний на истираемость масса образца-куба $70 \times 70 \times 70$ мм уменьшилась на 30,8 г;
- при испытании на сжатие трех образцов-цилиндров ($d = h = 70$ мм) были получены следующие значения разрушающей нагрузки: 30775, 31520 и 29145 кгс;
- при изгибе выпиленных из плит образцов в форме балочек размером $25 \times 25 \times 120$ мм средняя разрушающая нагрузка составила 60 кгс (расстояние между опорами $l = 100$ мм).

2. Сколько известняка (влажность 5 %) необходимо для получения 45 т негашеной извести с содержанием $\text{CaO}_{\text{акт}}$ 90 %, и сколько в нем будет содержаться неразлагающихся примесей. (Органических примесей и карбонатов магния нет). {Прил. 1, 8, 9 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В25 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси по осадке конуса - 2...4 см). Материалы: портландцемент М400 с истинной плотностью $3,1 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,63 \text{ г/см}^3$; гранитный щебень рядового качества с максимальной крупностью зерен 40 мм, истинной плотностью $2,6 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1480 кг/м^3 и пустотностью 43 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 02

ВОПРОСЫ

1. Гигроскопичность строительных материалов и изделий (понятие, влияние на свойства).

2. Магматические эффузивные горные породы (образование, характеристика, применение, породообразующие минералы).
3. Высокообжиговые гипсовые вяжущие (сырье, свойства, применение).
4. Бетоны на плотных заполнителях (тяжелый бетон). Сырье, требования к сырью, свойства бетона и бетонной смеси, класс бетона, применение).
5. Гидроизоляционные материалы (разновидности, применение).
6. Пенополистирол (сырье, технология, свойства, применение).

ЗАДАЧИ

1. На завод железобетонных изделий поступила партия гранитного щебня фракции 20...40 мм от нового поставщика.

Определить следующие физико-механические свойства: среднюю плотность зерен щебня (ρ_m), его насыпную плотность (ρ_n), межзерновую пустотность ($P_{мз}$), влажность ($W_{абс}$), водопоглощение по массе (B_m), износ (истираемость) щебня ($I_{изн}$), а также пределы прочности при сжатии ($R_{сж}$) и изгибе (R_n) и коэффициент изменчивости предела прочности при сжатии образцов с использованием этого щебня (C_v). {Прил. 1- 5, 14 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении средней плотности методом гидростатического взвешивания зерно щебня в сухом состоянии весило 26,3 г, после покрытия его парафином масса на воздухе составила 26,41 г, а в воде – 17,1 г (плотность парафина 0,93 г/см³, воды – 1 г/см³);
- пустой сосуд объемом 10 л имеет массу 1,2 кг, полностью заполненный щебнем – 16,3 кг;
- проба щебня естественной влажности имела массу 1000 г, после водонасыщения в течении 2-х суток – 1007 г, после высушивания до постоянной массы – 985 г;
- после испытания 10 кг щебня на износ в полочном барабане и последующего просеивания через сита с диаметром отверстий 5 мм и 1,25 мм остаток на ситах составил 8500 г;
- при испытании на сжатие шести бетонных образцов размером 150×150×150 мм получены следующие показатели разрушающей нагрузки: 18000, 19125, 19800, 20250, 19125, 19575 кгс;
- при изгибе бетонных образцов размером 100×100×500 мм средняя разрушающая нагрузка составила 180 кгс (расстояние между опорами $l=400$ мм).

2. Какое количество сухой гидратной (гашеной) извести $\{Ca(OH)_2\}$ получится из 5 т негашеной извести, содержащей 85 % $CaO_{акт}$? {Прил. 8, 9 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В30 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 4...6 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М500 с истинной плотностью 3,1 г/см³; песок кварцевый с истинной плотностью 2,65 г/см³; гравий высокого качества с предельной крупностью зерен 20 мм, истинной плотностью 2,6 г/см³, насыпной плотностью 1410 кг/м³ и пустотностью 41 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 03

ВОПРОСЫ

1. Морозостойкость (определение, марка по морозостойкости, причины разрушения).
2. Обломочные осадочные горные породы (условия образования, разновидности, применение, главные породообразующие минералы).
3. Воздушная строительная известь (классификация, сырье, технология, свойства, твердение, применение).
4. Крупнопористый и мелкозернистый бетоны (сырье, свойства, применение).
5. Состав, строение, свойства полимерных строительных материалов.
6. Органические теплоизоляционные материалы (разновидности).

ЗАДАЧИ

1. Керамический завод выпускает пустотелый рядовой керамический кирпич формата 1,4НФ (утолщенный) массой в сухом состоянии 3,5 кг.

Определить следующие физико-механические свойства кирпича: истинную (ρ) и среднюю (ρ_m) плотности, общую пористость ($\Pi_{обм}$), абсолютную влажность ($W_{абс}$), водопоглощение по массе и по объему (B_m , B_v), пределы прочности при изгибе и сжатии ($R_{и}$, $R_{сж}$), коэффициент изменчивости прочности при изгибе (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении истинной плотности с использованием прибора Ле Шателье от 100 г измельченного керамического кирпича после высыпания в прибор осталось 50 г, а объем инертной жидкости в приборе достиг отметки 20 мл;
- масса кирпича во влажном состоянии составляет 3,6 кг, в водонасыщенном – 3,85 кг;
- при испытании трех кирпичей на изгиб (расстояние между опорами $\ell = 20$ см) были получены следующие величины разрушающей нагрузки: 620, 635 и 630 кгс;
- при сжатии положенных друг на друга оставшихся после изгиба половинок кирпича ($A = 12 \times 12,3$ см) средняя разрушающая нагрузка составила 15200 кгс.

2. Какое количество низкообжигового гипсового вяжущего ($CaSO_4 \times 0,5H_2O$) получится из 5 т гипсового камня ($CaSO_4 \times 2H_2O=85$ %, неразлагающихся примесей - 15 %)? {Прил. 9, 11 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В40 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 2...4 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М550 с истинной плотностью 3,05 г/см³; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью 2,56 г/см³; щебень гранитный высокого качества с предельной крупностью зерен 70 мм, истинной плотностью 2,6 г/см³, насыпной плотностью 1520 кг/м³ и пустотностью 42 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература

[1- 6]}.

ВАРИАНТ 04

ВОПРОСЫ

1. Коэффициент размягчения (водостойкость) строительных материалов и изделий (определение, величина коэффициента у материалов, находящихся в воде).
2. Хемогенные осадочные горные породы (условия образования, разновидности, применение, главные породообразующие минералы).
3. Сырье, технология, твердение жидкого стекла. Свойства, применение.
4. Высокопрочный и гидротехнический бетоны (сырье, свойства, применение).
5. Керамические материалы (классификация, сырье, состав сырья).
6. Звукопоглощающие материалы (назначение, строение, свойства, разновидности).

ЗАДАЧИ

1. На комбинате строительных материалов планируется выпуск стеновых блоков на основе высокообжигового гипсового вяжущего размером $500 \times 400 \times 100$ мм. Масса блоков в сухом состоянии 22 кг.

Определить следующие физико-механические свойства этих изделий: истинную (ρ) и среднюю (ρ_m) плотности, общую, открытую и закрытую пористости ($P_{обш}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе (B_m) и объему (B_v), пределы прочности блоков при сжатии ($R_{сж}$) и изгибе ($R_{и}$), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- масса пикнометра с материалом – 100 г, пикнометра – 90 г, пикнометра с инертной жидкостью – 300 г, пикнометра с материалом и жидкостью – 305,6 г;
- масса блока после насыщения водой увеличилась на 6 кг;
- при испытании на сжатие пяти образцов размером $100 \times 100 \times 100$ мм, выпиленных из блоков, были получены следующие величины разрушающей нагрузки: 3800, 3450, 4000, 3600 и 3850 кгс; при испытании на изгиб образцов размером $40 \times 40 \times 160$ мм (расстояние между опорами $\ell = 12$ см) средняя разрушающая нагрузка составила 30 кгс.

2. Какое количество ангидрита (высокообжиговое гипсовое вяжущее, CaSO_4) получится из 2 т гипсового камня ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$), не содержащего примесей? {Прил. 9, 11 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В35 ($B/C \geq 0,4$; подвижность бетонной смеси 8...12 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М500 с истинной плотностью $3,15 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,55 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный низкого качества с предельной крупностью зерен 10 мм, истинной плотностью $2,75 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1570 кг/м^3 и пустотностью 41 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература

[1- 6]}.

ВАРИАНТ 05

ВОПРОСЫ

1. Водопроницаемость и водонепроницаемость строительных материалов и изделий (определение, характеристика).
2. Органогенные осадочные горные породы (условия образования, разновидности, применение, главные породообразующие минералы).
3. Магнезиальные вяжущие (сырье, технология, свойства, твердение, применение).
4. Дорожный и жаростойкий бетоны (сырье, свойства, применение).
5. Технология керамических материалов.
6. Звукоизоляционные материалы (назначение, строение, свойства, разновидности).

ЗАДАЧИ

1. Завод силикатного кирпича выпускает утолщенный кирпич массой во влажном состоянии 4,4 кг.

Определить: массу кирпича в сухом состоянии ($m_{\text{сух}}$), его среднюю плотность (ρ_m), общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), абсолютную влажность ($W_{\text{абс}}$), водопоглощение по массе (B_m) и объему (B_v), пределы прочности при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе ($R_{\text{и}}$), коэффициент изменчивости прочности при изгибе (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении средней плотности методом гидростатического взвешивания кусок кирпича неправильной формы весил в сухом состоянии 25 г, после парафинирования его масса на воздухе увеличилась на 2,2 г, а в воде парафинированный образец весил 8,8 г (плотность парафина принять равной 930 кг/м^3);
 - истинную плотность силикатного кирпича принять $2,55 \text{ г/см}^3$;
 - масса кирпича в водонасыщенном состоянии составила 4,6 кг;
 - при испытании трех кирпичей на изгиб величины разрушающей нагрузки составили 950, 1120 и 1050 кгс (расстояние между опорами $\ell = 20 \text{ см}$);
 - при сжатии положенных друг на друга оставшихся после изгиба половинок кирпича ($A = 12 \times 12,3 \text{ см}$) средняя разрушающая нагрузка составила 13500 кгс.
2. Определите массу и объем затвердевшего гипсового камня ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ + примеси) с влажностью 8 % и средней плотностью в сухом состоянии 1500 кг/м^3 , полученного при затворении водой 25 кг низкообжигового гипсового вяжущего, состоящего из 70 % $\text{CaSO}_4 \times 0,5\text{H}_2\text{O}$, 20 % ангидрита (CaSO_4) и 10 % неразложившегося двуводного гипса ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$). {Прил. 9, 11 пособия, литература [1- 5]}.
 3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности B25, ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 6...8 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М400 с истинной плотностью $3,05 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней круп-

ности с истинной плотностью $2,6 \text{ г/см}^3$; гравий рядового качества с предельной крупностью зерен 20 мм, истинной плотностью $2,8 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1600 кг/м^3 и пустотностью 42 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 06

ВОПРОСЫ

1. Упругость (определение, модуль упругости, примеры упругости основных строительных материалов и изделий).
2. Метаморфические горные породы (условия образования, разновидности, применение, главные породообразующие минералы).
3. Сырье, технология гидравлической извести и роман-цемента, их свойства, твердение, применение).
4. Бетон на пористых заполнителях (понятие, сырье, применение).
5. Материалы и изделия на основе битумных вяжущих (состав, структура и свойства битума, разновидности материалов и их применение).
6. Полимерные отделочные материалы (разновидности, свойства, применение).

ЗАДАЧИ

1. Завод силикатных изделий выпускает стеновые мелкие блоки из силикатного ячеистого бетона (газосиликата) размером $600 \times 300 \times 200 \text{ мм}$ и массой в сухом состоянии $21,6 \text{ кг}$.

Определить следующие физико-механические свойства блоков: истинную (ρ) и среднюю (ρ_m) плотности, общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе и по объему (V_m , V_v), пределы прочности при сжатии и изгибе ($R_{\text{сж}}$, $R_{\text{и}}$), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- масса пикнометра с навеской молотого газосиликата - 125 г , пустого пикнометра – 90 г , пикнометра с инертной жидкостью – 300 г , пикнометра с навеской молотого газосиликата и жидкостью – 321 г ;
- масса блока в водонасыщенном состоянии – 30 кг ;
- при испытании выпиленных из блоков пяти образцов-цилиндров ($d = h = 10 \text{ см}$) на сжатие были получены следующие величины разрушающей нагрузки: $3140, 3100, 3300, 3260$ и 3050 кгс ;
- при испытании образцов-балочек ($50 \times 50 \times 250 \text{ мм}$) на изгиб средняя величина разрушающей нагрузки составила $12,5 \text{ кгс}$. Расстояние между опорами $\ell = 20 \text{ см}$.

2. Какое количество природной глины, содержащей 87 % монтмориллонита ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) по массе и неразлагающихся примесей, необходимо для получения 15 т дегидратированной (безводной) глины? {Прил. 9,15 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности B20 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 1...2 см осадки конуса). Материалы: портланд-

цемент М400 с истинной плотностью $3,1 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,6 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный пониженного качества с предельной крупностью зерен 40 мм, истинной плотностью $2,85 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1450 кг/м^3 и межзерновой пустотностью 46 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 07

ВОПРОСЫ

1. Релаксация напряжений (определение, модель релаксации напряжений).
2. Природные каменные материалы (способы и виды обработки).
3. Сырье для портландцемента, его химический и минералогический составы.
4. Сырье и технология силикатного кирпича, его свойства и применение.
5. Пороки древесины (разновидности пороков).
6. Основные компоненты красочных составов (пленкообразующие, пигменты и т.д.).

ЗАДАЧИ

1. Завод керамзитобетонных изделий производит керамзитовый гравий насыпной плотностью 400 кг/м^3 и крупные стеновые блоки на его основе с размерами $2180 \times 1190 \times 500 \text{ мм}$ и массой в сухом состоянии $1426,8 \text{ кг}$.

Определить: истинную плотность (ρ), среднюю плотность (ρ_m) и общую пористость ($P_{\text{общ}}$) зерен керамзитового гравия, межзерновую пустотность ($P_{\text{мз}}$), среднюю плотность стеновых блоков (ρ_m), водопоглощение по массе (B_m) и объему (B_v) керамзитобетонных блоков, пределы прочности образцов керамзитобетона при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе ($R_{\text{и}}$), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении истинной плотности с помощью прибора Ле Шателье от 100 г молотого керамзитового гравия после его засыпки в прибор осталось 48 г , уровень инертной жидкости в приборе при этом составил 20 мл ;
- водопоглощение керамзитового гравия по объему в 1,2 раза меньше водопоглощения по массе;
- масса блока в водонасыщенном состоянии составляет 1816 кг ;
- при испытании на сжатие четырех керамзитобетонных образцов-цилиндров ($d = h = 100 \text{ мм}$) были получены следующие величины разрушающей нагрузки: 13700 , 12500 , 13300 и 14100 кгс ;
- при испытании керамзитобетонных образцов-балок ($100 \times 100 \times 500 \text{ мм}$) на изгиб ($l = 42 \text{ см}$) средняя величина разрушающей нагрузки составила 320 кгс .

2. Сколько тонн магнезального вяжущего ($\text{MgO} + \text{примеси}$) можно получить при обжиге 15 т магнезита, содержащего карбонат магния (MgCO_3) и 8 % (по массе) неразлагающихся примесей? {Прил. 9, 10, пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В35 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 4...6 см осадки конуса). Материалы: портланд-

цемент М500 с истинной плотностью $3,15 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,53 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный высокого качества с предельной крупностью зерен 40 мм, истинной плотностью $2,8 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1550 кг/м^3 и пустотностью 43 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 08

ВОПРОСЫ

1. Прочность при растяжении (определение прочности, предел прочности при растяжении, схемы испытаний).
2. Природные каменные материалы (применение, защита каменных материалов).
3. Шлакопортландцемент (сырье, технология, свойства, применение).
4. Ячеистый бетон (газобетон, сырье, технология, свойства, применение).
5. Органические теплоизоляционные материалы (разновидности, свойства, применение).
6. Масляные краски, лаки, эмали (сырье, свойства, применение).

ЗАДАЧИ

1. Комбинат строительных материалов выпускает фундаментные блоки из тяжелого бетона размером $1200 \times 600 \times 400 \text{ мм}$.

Определить следующие физико-механические свойства данных изделий: массу блоков в сухом состоянии ($m_{\text{сух}}$) и после тепловлажностной обработки ($m_{\text{вл}}$), общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе и по объему (B_m , B_v), пределы прочности блоков при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе ($R_{\text{и}}$), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- истинная плотность блоков составляет $2,7 \text{ г/см}^3$;
- для определения прочности и влажности блоков было изготовлено 6 образцов-кубов $150 \times 150 \times 150 \text{ мм}$. Средняя масса образцов после ТВО составила $7,28 \text{ кг}$, после высушивания – 7 кг , после водонасыщения – $7,42 \text{ кг}$;
- при испытании на сжатие образцы разрушились при нагрузках 71200, 69700, 54300, 60100, 65200 и 61200 кгс;
- при испытании образцов-балок ($70 \times 70 \times 280 \text{ мм}$) на изгиб ($l = 20 \text{ см}$) средняя величина разрушающей нагрузки составила 400 кгс.

2. Какое количество известкового теста (по массе и объему) получится из 25 т кальциевой негашеной извести ($\text{CaO}=88 \%$)? Тесто плотностью 1400 кг/м^3 должно содержать 50 % Ca(OH)_2 и 50 % воды. Примеси при гашении удаляются. {Прил. 8, 9 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В15 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 2 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М400 с истинной плотностью $3,1 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,61 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный рядового качества с пре-

дельной крупностью зерен 20 мм, истинной плотностью $2,75 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1610 кг/м^3 и пустотностью 41 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 09

ВОПРОСЫ

1. Модели механических свойств.
2. Техногенные отходы (понятие, разновидности, применение для производства строительных материалов и изделий).
3. Коррозия цементного камня (виды коррозии, механизм коррозии, защита от коррозии).
4. Асбестоцементные материалы и изделия (сырье, технология, свойства, применение).
5. Асфальтовое вяжущее, асфальтовый раствор, асфальтовый бетон (сырье, технология, свойства, применение).
6. Вододисперсионные краски, краски на неорганических вяжущих (состав, свойства, применение).

ЗАДАЧИ

1. Деревообрабатывающий завод изготавливает подоконные плиты размером $366 \times 1700 \times 44 \text{ мм}$, средняя плотность материала изделий (сосны) в воздушно-влажностных условиях составляет 550 кг/м^3 .

Определить: среднюю плотность изделий в сухом состоянии ($\rho_{\text{м}}^{\text{сух}}$) и при стандартной влажности (12 %), пористость ($\Pi_{\text{обш}}$), прочности при сжатии вдоль волокон ($R_{\text{сж}}$) при фактической (15 %) и стандартной влажности (12 %), прочности при статическом изгибе ($R_{\text{и}}$) при фактической и стандартной влажности, пределы прочности при скалывании вдоль волокон ($R_{\text{ск}}$) при фактической и стандартной влажности, коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). {Прил. 1-6 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- истинная плотность древесины - $1,54 \text{ г/см}^3$;
- фактическая влажность изделий – 15 %;
- при испытании трех образцов из древесины в форме прямоугольной призмы размером $20 \times 20 \times 30 \text{ мм}$ на сжатие были получены следующие величины разрушающей нагрузки: 1660, 1720 и 1630 кгс;
- при испытании на изгиб образцов размером $20 \times 20 \times 300 \text{ мм}$ средняя величина разрушающей нагрузки получена 253 кгс (расстояние между опорами $\ell = 240 \text{ мм}$);
- при испытании на прочность при скалывании вдоль волокон средняя величина разрушающей нагрузки – 415 кгс (площадь скалывания $20 \times 30 \text{ см}$).

2. Определите, сколько можно получить гашеной (гидратной) извести ($\{\text{Ca}(\text{OH})_2\}$ + примеси + влага) из 5 т негашеной извести ($\text{CaO}_{\text{акт}} = 83 \%$)? Влажность гидратной извести - 3,5 %. {Прил. 8, 9 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности B27,5 (В/Ц $\geq$

0,4, подвижность бетонной смеси 4 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М400 с истинной плотностью $3,05 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,56 \text{ г/см}^3$; гравий высокого качества с предельной крупностью зерен 10 мм, истинной плотностью $2,81 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1650 кг/м^3 и пустотностью 39 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 10

ВОПРОСЫ

1. Твердость, истираемость, износ (понятие, способы определения).
2. Характеристика и применение природных каменных материалов.
3. Портландцементы с органическими добавками (сырье, способы получения, свойства, применение).
4. Полимерцементный бетон, бетонополимеры (состав, свойства, применение).
5. Природные и искусственные отделочные материалы (разновидности, применение).
6. Неорганические рыхлые теплоизоляционные материалы (сырье, свойства, применение).

ЗАДАЧИ

1. На заводе железобетонных изделий организован выпуск теплоизоляционных плит из пенополистирола размером $500 \times 500 \times 50 \text{ мм}$, массой в сухом состоянии 625 г.

Определить следующие физико-механические свойства данных изделий: среднюю плотность пенополистирольных плит (ρ_m), общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе и по объему (B_m , B_v), абсолютную влажность отгружаемых потребителю плит ($W_{\text{абс}}$), пределы прочности при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе ($R_{\text{и}}$), коэффициент изменчивости прочности при изгибе (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- истинная плотность полистирола составляет $1,2 \text{ г/см}^3$;
- масса плиты, отгружаемая потребителю – 690 г,
- масса плиты в водонасыщенном состоянии – 810 г;
- при испытании четырех образцов из пенополистирола размером $0,05 \times 0,05 \times 0,05 \text{ м}$ на сжатие были получены следующие значения разрушающей нагрузки: 100, 105, 110 и 95 кгс; при испытании образцов-балок ($40 \times 40 \times 250 \text{ мм}$) на изгиб ($l = 200 \text{ мм}$) средняя величина разрушающей нагрузки составила 1,2 кгс.

2. Определите количество (по массе) свободного Ca(OH)_2 , выделившегося при гидратации 10 кг чистого портландцементного клинкера, содержащего 54 % алита ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$), к тому моменту, когда с водой прореагировало 50 % алита. При гидратации белита ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) гидроксид кальция Ca(OH)_2 не образуется. {Прил. 9, 12 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В20 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 10 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М400 с истинной плотностью $3,1 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,5 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный высокого качества с предельной крупностью зерен 20 мм, истинной плотностью $2,76 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1530 кг/м^3 и пустотностью 45 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 11

ВОПРОСЫ

1. Гигроскопичность строительных материалов и изделий (понятие, влияние на свойства строительных материалов и изделий).
2. Обломочные осадочные горные породы (условия образования, разновидности, применение, главные породообразующие минералы).
3. Сырье, технология гидравлической извести и роман-цемента, свойства, твердение, применение.
4. Технология силикатного кирпича, свойства, применение.
5. Разновидности органических теплоизоляционных материалов, их свойства и применение.
6. Назначение звукоизоляционных материалов, их строение, свойства, разновидности.

ЗАДАЧИ

1. Завод силикатного кирпича выпускает утолщенный кирпич массой во влажном состоянии $4,4 \text{ кг}$.

Определить: массу кирпича в сухом состоянии ($m_{\text{сух}}$), его среднюю плотность (ρ_m), общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), абсолютную влажность ($W_{\text{абс}}$), водопоглощение по массе (B_m) и объему (B_v), пределы прочности при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе ($R_{\text{и}}$), коэффициент изменчивости прочности при изгибе (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении средней плотности методом гидростатического взвешивания кусок кирпича неправильной формы весил в сухом состоянии 25 г , после парафинирования его масса на воздухе увеличилась на $2,2 \text{ г}$, а в воде парафинированный образец весил $8,8 \text{ г}$ (плотность парафина принять равной 930 кг/м^3);
 - истинную плотность силикатного кирпича принять $2,55 \text{ г/см}^3$;
 - масса кирпича в водонасыщенном состоянии составила $4,6 \text{ кг}$;
 - при испытании трех кирпичей на изгиб величины разрушающей нагрузки составили 950, 1120 и 1050 кгс (расстояние между опорами $\ell = 20 \text{ см}$);
 - при сжатии положенных друг на друга оставшихся после изгиба половинок кирпича ($A = 12 \times 12,3$) средняя разрушающая нагрузка составила 13500 кгс.
2. Сколько можно получить дегидратированной (безводной) глины при обжиге 20 т глинистого сырья, если данное сырье на 87 % по массе состоит из

монтмориллонита $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, а остальное – неразлагающиеся примеси? {Прил. 9, 15 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В35 ($B/C \geq 0,4$; подвижность бетонной смеси 8...12 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М500 с истинной плотностью $3,15 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,55 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный низкого качества с предельной крупностью зерен 10 мм, истинной плотностью $2,75 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1570 кг/м^3 и пустотностью 41 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 12

ВОПРОСЫ

1. Теплопроводность (определение, формула, теплопроводность основных строительных материалов и изделий).

2. Органогенные осадочные горные породы (условия образования, разновидности, применение, главные породообразующие минералы).

3. Портландцементы с органическими добавками (сырье, способы получения, свойства, применение).

4. Бетон на пористых заполнителях (понятие, сырье, применение).

5. Пороки древесины (разновидности пороков).

6. Вододисперсионные краски, краски на неорганических вяжущих (состав, свойства, применение).

ЗАДАЧИ

1. На комбинате строительных материалов планируется выпуск стеновых блоков на основе высокообжигового гипсового вяжущего размером $500 \times 400 \times 100 \text{ мм}$. Масса блоков в сухом состоянии 22 кг.

Определить следующие физико-механические свойства этих изделий: истинную (ρ) и среднюю (ρ_m) плотности, общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе (B_m) и объему (B_v), пределы прочности блоков при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе ($R_{\text{и}}$), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении истинной плотности: масса пикнометра – 90 г, пикнометра с материалом – 100 г, пикнометра с инертной жидкостью – 300 г, пикнометра с навеской материала и жидкостью – 305,6 г;
- масса блока после насыщения водой увеличилась на 6 кг;
- при испытании на сжатие пяти образцов размером $100 \times 100 \times 100 \text{ мм}$, выпиленных из блоков, были получены следующие величины разрушающей нагрузки: 3800, 3450, 4000, 3600 и 3850 кгс; при испытании на изгиб образцов размером $40 \times 40 \times 160 \text{ мм}$ (расстояние между опорами $\ell = 12 \text{ см}$) средняя разрушающая нагрузка составила 30 кгс.

2. При рассеве 1 кг сухого песка через стандартный набор сит получен следующий его зерновой состав:

Диаметр отверстий сита, мм	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	< 0,16
Остаток на сите, г	0	148	242	198	226	106	80

Постройте кривую рассева песка и определите его модуль крупности. {Прил. 13 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В40 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 2...4 см осадки конуса). Материалы: портланд-цемент М550 с истинной плотностью 3,05 г/см³; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью 2,56 г/см³; щебень гранитный высокого качества с предельной крупностью зерен 70 мм, истинной плотностью 2,6 г/см³, насыпной плотностью 1520 кг/м³ и пустотностью 42 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 13

ВОПРОСЫ

1. Коэффициент размягчения (водостойкость) строительных материалов и изделий (определение, величина коэффициента у материалов, находящихся в воде).
2. Магматические интрузивные горные породы (образование, характеристика, породообразующие минералы, применение).
3. Коррозия цементного камня (виды коррозии, механизм коррозии, защита от коррозии).
4. Полимерцементный бетон, бетонополимеры (состав, свойства, применение).
5. Материалы и изделия на основе битумных вяжущих (состав, структура и свойства битума, разновидности материалов и их применение).
6. Основные компоненты красочных составов (пленкообразующие, пигменты и т.д.).

ЗАДАЧИ

1. Керамический завод выпускает пустотелый рядовой керамический кирпич формата 1,4НФ (утолщенный), массой в сухом состоянии 3,5 кг.

Определить следующие физико-механические свойства кирпича: истинную (ρ) и среднюю (ρ_m) плотности, общую пористость ($P_{обш}$), абсолютную влажность ($W_{абс}$), водопоглощение по массе и по объему (B_m , B_v), пределы прочности при изгибе и сжатии ($R_{из}$, $R_{сж}$), коэффициент изменчивости прочности при изгибе (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении истинной плотности с использованием прибора Ле Шателье от 100 г измельченного керамического кирпича после высыпания в прибор осталось 50 г, инертная жидкость в приборе поднялась на 20 мл;
- масса кирпича во влажном состоянии составляет 3,6 кг, в водонасыщенном – 3,85 кг;

- при испытании трех кирпичей на изгиб (расстояние между опорами $\ell = 20$ см) были получены следующие величины разрушающей нагрузки: 620, 635 и 630 кгс;
- при сжатии положенных друг на друга оставшихся после изгиба половинок кирпича [1] средняя разрушающая нагрузка составила 15200 кгс.

2. Какое количество цемента и воды необходимо взять для получения 2 кг теста нормальной густоты, если нормальная густота достигнута при 25 процентном содержании воды? {Прил. 12 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В30 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 4...6 см осадки конуса). Материалы: портланд-цемент М500 с истинной плотностью 3,1 г/см³; песок кварцевый с истинной плотностью 2,65 г/см³; гравий высокого качества с предельной крупностью зерен 20 мм, истинной плотностью 2,6 г/см³, насыпной плотностью 1410 кг/м³ и пустотностью 41 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 14

ВОПРОСЫ

1. Водопроницаемость и водонепроницаемость строительных материалов и изделий (определение, характеристика).
2. Метаморфические горные породы (условия образования, разновидности, применение, главные пороодообразующие минералы).
3. Воздушная строительная известь (классификация, сырье, технология, свойства, твердение, применение).
4. Ячеистый бетон (газобетон, сырье, технология, свойства, применение).
5. Керамические материалы (классификация, сырье, состав сырья).
6. Неорганические рыхлые теплоизоляционные материалы (сырье, свойства, применение).

ЗАДАЧИ

1. На завод железобетонных изделий поступила партия гранитного щебня фракции 20...40 мм от нового поставщика.

Определить следующие физико-механические свойства: среднюю плотность зерен щебня (ρ_m), его насыпную плотность (ρ_n), межзерновую пустотность ($P_{мз}$), влажность ($W_{абс}$), водопоглощение по массе (B_m), износ (истираемость) щебня ($I_{изн}$), а также прочности при сжатии, изгибе ($R_{сж}$, $R_{и}$) и коэффициент изменчивости прочности при сжатии бетонных образцов, изготовленных на основе этого щебня (C_v). {Прил. 1- 5, 14 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении средней плотности методом гидростатического взвешивания зерно щебня в сухом состоянии весило 26,3 г, после покрытия парафином - 26,41 г, а в воде - 17,1 г (плотность парафина принять 0,93 г/см³, воды - 1 г/см³);

- пустой сосуд объемом 10 л имеет массу 1,2 кг, полностью заполненный щебнем – 16,3 кг;
- проба щебня естественной влажности имела массу 1000 г, после водонасыщения в течении 2-х суток – 1007 г, после высушивания до постоянной массы – 985 г;
- после испытания 10 кг щебня на износ в полочном барабане и последующего просеивания через сита с диаметром отверстий 5 мм и 2,5 мм остаток на ситах составил 8500 г;
- при испытании на сжатие шести бетонных образцов размером 150×150×150 мм получены следующие показатели разрушающей нагрузки: 18000, 19125, 19800, 20250, 19125, 19575 кгс;
- средняя разрушающая нагрузка при испытании образцов (100×100×500 мм) на изгиб составила 180 кгс. Расстояние между опорами $\ell=400$ мм.

2. Из 3 кг гравия были отобраны зерна, у которых длина более чем в 3 раза превышала толщину. Масса отобранных зерен составила 850 г. Пригоден ли такой гравий для применения в бетонах? Чем обусловлены ограничения по содержанию таких зерен? {Прил. 14 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В25 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 2...4 см осадки конуса). Материалы: портланд-цемент М400 с истинной плотностью 3,1 г/см³; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью 2,63 г/см³; гранитный щебень рядового качества с предельной крупностью зерен 40 мм, истинной плотностью 2,6 г/см³, насыпной плотностью 1480 кг/м³ и пустотностью 43 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 15

ВОПРОСЫ

1. Морозостойкость (определение, марка по морозостойкости, причины разрушения).
2. Магматические эффузивные горные породы (образование, характеристика, применение, породообразующие минералы).
3. Сырье, технология жидкого стекла, процессы твердения, свойства, применение.
4. Асбестоцементные материалы и изделия (сырье, технология, свойства, применение).
5. Технология керамических материалов.
6. Масляные краски, лаки, эмали (сырье, свойства, применение).

ЗАДАЧИ

1. Камнеобрабатывающий завод выпускает мраморные облицовочные плиты размером 600×600×25 мм, массой в сухом состоянии 24,3 кг.

Определить следующие физико-механические свойства этих изделий: истинную (ρ) и среднюю (ρ_m) плотности плит, общую, открытую и закрытую пористости ($P_{обш}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе и по объему (B_m , B_v), истирае-

мость (**И**), пределы прочности при сжатии (**R_{сж}**) и изгибе (**R_и**), коэффициент изменчивости прочности плит при сжатии (**C_v**). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении истинной плотности с использованием прибора Ле Шателье после засыпки в прибор 50 г мраморной муки уровень инертной жидкости в приборе достиг 18 мл;
- масса плит в водонасыщенном состоянии составляет 24,4 кг;
- после испытаний на истираемость масса образца-куба 70×70×70 мм уменьшилась на 30,8 г;
- при испытании на сжатие трех образцов-цилиндров ($d = h = 70$ мм) были получены следующие значения разрушающей нагрузки: 30775, 31520 и 29145 кгс;
- при испытании на изгиб выпиленных из плит образцов - балочек размером 25×25×120 мм средняя разрушающая нагрузка составила 60 кгс (расстояние между опорами $\ell = 100$ мм).

2. Остатки на контрольных ситах после отсева 1000 г сухого песка составили:

Диаметр отверстий сита, мм	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	< 0,16
Остаток на сите, г	0	95	142	258	268	216	21

Определите модуль крупности и группу песка. {Приложение 13 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В2(В/Ц≥ 0,4, подвижность бетонной смеси 10 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М400 с истинной плотностью 3,1 г/см³; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью 2,5 г/см³; щебень гранитный высокого качества с предельной крупностью зерен 20 мм, истинной плотностью 2,76 г/см³, насыпной плотностью 1530 кг/м³ и пустотностью 45 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 16

ВОПРОСЫ

1. Релаксация напряжений (определение, модель релаксации напряжений).
2. Хемогенные осадочные горные породы (условия образования, разновидности, применение, главные породообразующие минералы).
3. Шлакопортландцемент (сырье, технология, свойства, применение).
4. Дорожный и жаростойкий бетоны (сырье, свойства, применение).
5. Разновидности гидроизоляционных материалов и область их применения.
6. Назначение и разновидности звукопоглощающих материалов, особенности строения, свойства.

ЗАДАЧИ

1. Завод крупнопанельного домостроения освоил выпуск пенополистирольных плит массой в сухом состоянии 625 г.

Определить следующие физико-механические свойства данных изделий:

среднюю плотность пенополистирольных плит (ρ_m), общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе и по объему (V_m , V_v), влажность отгружаемых потребителю плит ($W_{\text{абс}}$), пределы прочности при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе ($R_{\text{и}}$), коэффициент изменчивости прочности при изгибе (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- истинная плотность полистирола составляет $1,2 \text{ г/см}^3$;
- размер плит: $500 \times 500 \times 50 \text{ мм}$;
- масса плиты при отправке потребителю – 690 г, масса плиты в водонасыщенном состоянии – 810 г;
- при испытании четырех образцов из пенополистирола размером $0,05 \times 0,05 \times 0,05 \text{ м}$ на сжатие были получены следующие значения разрушающей нагрузки: 100, 105, 110 и 95 кгс; при испытании образцов-балок ($40 \times 40 \times 250 \text{ мм}$) на изгиб (расстояние между опорами $\ell = 200 \text{ мм}$) средняя величина разрушающей нагрузки составили 1,2 кгс.

2. При определении нормальной густоты цементного теста были получены следующие данные:

№ состава	Расход, г		Расстояние, на которое пестик прибора Вика не дошел до дна кольца, мм
	цемента	воды	
1	400	120	3
2	400	100	6
3	400	80	15

При каком количестве воды (в %) получена нормальная густота цементного теста? {Прил. 12 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В27,5 (В/Ц $\geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 4 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М400 с истинной плотностью $3,05 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,56 \text{ г/см}^3$; гравий высокого качества с предельной крупностью зерен 10 мм, истинной плотностью $2,81 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1650 кг/м^3 и пустотностью 39 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 17

ВОПРОСЫ

1. Упругость (определение, модуль упругости, примеры упругости основных строительных материалов и изделий).
2. Природные каменные материалы (способы и виды обработки).
3. Высокобжиговые гипсовые вяжущие (сырье, свойства, применение).
4. Классификация, сырьевые материалы для строительных растворов, свойства раствора и растворной смеси.
5. Состав, строение полимерных строительных материалов, их свойства и применение.
6. Назначение, строение звукопоглощающих материалов, их свойства и раз-

ЗАДАЧИ

1. Деревообрабатывающий завод изготавливает подоконные плиты размером $366 \times 1700 \times 44$ мм, средняя плотность материала изделий (сосны) в воздушно-влажностных условиях составляет 550 кг/м^3 .

Определить: среднюю плотность плит в сухом состоянии ($\rho_{\text{м}}^{\text{сух}}$) и при стандартной влажности (12 %), пористость ($\Pi_{\text{обш}}$), прочность при сжатии вдоль волокон ($R_{\text{сж}}$), при статическом изгибе ($R_{\text{и}}$), при скалывании вдоль волокон ($R_{\text{ск}}$), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). Прочностные свойства определить при фактической (15 %) и стандартной влажности (12 %). {Прил. 1- 6 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- истинная плотность древесины - $1,54 \text{ г/см}^3$;
- фактическая влажность изделий – 15 %;
- при испытании трех образцов из древесины в форме прямоугольной призмы размером $20 \times 20 \times 30$ мм на сжатие были получены следующие величины разрушающей нагрузки: 1660, 1720 и 1630 кгс;
- при испытании на изгиб образцов размером $20 \times 20 \times 300$ мм средняя величина разрушающей нагрузки составила 253 кгс (расстояние между опорами $\ell = 240$ мм);
- при испытании на прочность при скалывании вдоль волокон средняя величина разрушающей нагрузки – 415 кгс (площадь скалывания 20×30 см).

2. Для определения класса (марки) цемента были приготовлены несколько составов цементно-песчаного раствора (состав 1:3) с различным количеством воды. После 30 встряхиваний на столике растворы имели следующий распыл конуса:

№ замеса	Расход материалов на замес			Распыл конуса, мм
	цемента, г	песка, г	воды, мл	
1	500	1500	200	101
2	500	1500	210	103
3	500	1500	215	108
4	500	1500	220	117

При каком В/Ц раствор нормальной консистенции?

{Прил. 12 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В15 (В/Ц $\geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 2 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М400 с истинной плотностью $3,1 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,61 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный рядового качества с предельной крупностью зерен 20 мм, истинной плотностью $2,75 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1610 кг/м^3 и пустотностью 41 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 18

ВОПРОСЫ

1. Модели механических свойств.
2. Характеристика и применение природных каменных материалов.
3. Магнезиальные вяжущие (сырье, технология, свойства, твердение, применение).
4. Бетоны на плотных заполнителях (тяжелый бетон). Сырье, требования к сырью, свойства бетона и бетонной смеси, класс бетона, применение.
5. Строительные материалы из древесины.
6. Органические теплоизоляционные материалы (разновидности).

ЗАДАЧИ

1. Комбинат строительных материалов выпускает фундаментные блоки из тяжелого бетона размером $1200 \times 600 \times 400$ мм.

Определить следующие физико-механические свойства данных изделий: массу блоков в сухом состоянии ($m_{\text{сух}}$) и после тепловлажностной обработки ($m_{\text{вл}}$), общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе и по объему (V_m , V_v), пределы прочности блоков при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе ($R_{\text{и}}$), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- истинная плотность блоков составляет $2,7 \text{ г/см}^3$;
- для определения прочности и влажности блоков было изготовлено 6 образцов-кубов $150 \times 150 \times 150$ мм. Средняя масса образцов после ТВО составила $7,28 \text{ кг}$, после высушивания – 7 кг , после водонасыщения – $7,42 \text{ кг}$;
- при испытании на сжатие образцы разрушились при нагрузках 71200 , 69700 , 54300 , 60100 , 65200 и 61200 кгс ;
- при испытании образцов-балок ($70 \times 70 \times 280$ мм) на изгиб (расстояние между опорами $\ell = 20 \text{ см}$) средняя величина разрушающей нагрузки составила 400 кгс .

2. При определении стандартной консистенции (нормальной густоты) гипсового теста были получены следующие данные:

№ состава	Расход, г		Диаметр расплыва теста, мм
	гипса	воды	
1	300	180	178
2	300	150	171
3	300	210	187

При каком количестве воды (в %) получена нормальная густота гипсового теста? {Прил. 11 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В35 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 4...6 см осадки конуса). Материалы: портланд-цемент М500 с истинной плотностью $3,15 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,53 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный высокого качества с

предельной крупностью зерен 40 мм, истинной плотностью $2,8 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1550 кг/м^3 и пустотностью 43 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 19

ВОПРОСЫ

1. Твердость, истираемость, износ (понятие, способы определения).
2. Природные каменные материалы (применение, защита каменных материалов).
3. Разновидности, сырье, технология низкообжиговых гипсовых вяжущих (твердение, свойства, применение).
4. Крупнопористый и мелкозернистый бетоны (сырье, свойства, применение).
5. Сырье, технология асфальтовых вяжущих, асфальтовых растворов, асфальтовых бетонов, их свойства и применение.
6. Сырье, технология пенополистирола. Свойства, применение.

ЗАДАЧИ

1. Завод керамзитобетонных изделий производит керамзитовый гравий насыпной плотностью 400 кг/м^3 и крупные стеновые блоки на его основе с размерами $2180 \times 1190 \times 500 \text{ мм}$ и массой в сухом состоянии $1426,8 \text{ кг}$.

Определить: истинную плотность (ρ), среднюю плотность (ρ_m) и общую пористость ($P_{\text{общ}}$) зерен керамзитового гравия, межзерновую пустотность ($P_{\text{мз}}$), среднюю плотность стеновых блоков (ρ_m), водопоглощение по массе (B_m) и объему (B_v) керамзитобетонных блоков, пределы прочности образцов керамзитобетона при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе (R_n), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении истинной плотности с использованием прибора Ле Шателье от 100 г молотого керамзитового гравия после его присыпания в прибор осталось 48 г , уровень инертной жидкости в приборе при этом составил 20 мл ;
- водопоглощение керамзитового гравия по объему в 1,2 раза меньше водопоглощения по массе;
- масса блока в водонасыщенном состоянии составляет 1816 кг ;
- при испытании на сжатие четырех керамзитобетонных образцов-цилиндров ($d = h = 100 \text{ мм}$) были получены следующие величины разрушающей нагрузки: 13700 , 12500 , 13300 и 14100 кгс ;
- при испытании керамзитобетонных образцов-балок ($100 \times 100 \times 500 \text{ мм}$) на изгиб (расстояние между опорами $\ell = 42 \text{ см}$) средняя величина разрушающей нагрузки составила 320 кгс .

2. При просеивании 150 г обычного портландцемента через сито с диаметром отверстий $0,08 \text{ мм}$ остаток на сите составил 11 г . Соответствует ли данный цемент нормативным требованиям по тонкости помола? {Прил. 12 пособия, лите-

ратура [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В20 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 1...2 см осадки конуса). Материалы: портланд-цемент М400 с истинной плотностью $3,1 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,6 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный пониженного качества с предельной крупностью зерен 40 мм, истинной плотностью $2,85 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1450 кг/м^3 и межзерновой пустотностью 46 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 20

ВОПРОСЫ

1. Прочность при растяжении (понятие прочности, предел прочности при растяжении, схемы испытаний).
2. Техногенные отходы (понятие, разновидности, применение для производства строительных материалов и изделий).
3. Портландцемент. Сырье, химический и минералогический составы.
4. Крупнопористый и мелкозернистый бетоны (сырье, свойства, применение).
5. Природные и искусственные отделочные материалы (разновидности, применение).
6. Минеральная вата (сырье, технология, свойства, применение)

ЗАДАЧИ

1. Завод силикатных изделий выпускает стеновые мелкие блоки из силикатного ячеистого бетона (газосиликата) размером $600 \times 300 \times 200 \text{ мм}$ и массой в сухом состоянии $21,6 \text{ кг}$.

Определить следующие физико-механические свойства блоков: истинную (ρ) и среднюю (ρ_m) плотности, общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе и по объему (V_m , V_v), пределы прочности при сжатии и изгибе ($R_{\text{сж}}$, $R_{\text{из}}$), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- масса пикнометра с навеской молотого газосиликата - 125 г , пустого пикнометра - 90 г , пикнометра с инертной жидкостью - 300 г , пикнометра с навеской молотого газосиликата и жидкостью - 321 г ;
- масса блока в водонасыщенном состоянии - 30 кг ;
- при испытании выпиленных из блоков пяти образцов-цилиндров ($d = h = 10 \text{ см}$) на сжатие были получены следующие разрушающие нагрузки: 3140 , 3100 , 3300 , 3260 и 3050 кгс ;
- при испытании образцов-балок ($50 \times 50 \times 250 \text{ мм}$) на изгиб (расстояние между опорами $\ell = 20 \text{ см}$) средняя величина разрушающей нагрузки составила $12,5 \text{ кгс}$.

2. Образец древесины с размерами $2,0 \times 2,1 \times 3,0 \text{ см}$ в состоянии естественной влажности высушили в сушильном шкафу до постоянной массы. Размеры образца

после высушивания составили соответственно $1,8 \times 2,0 \times 3,0$ см. Определите объемную усушку древесины. {Прил. 6 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В22,5 (В/Ц $\geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 6...8 см осадки конуса). Материалы: портланд-цемент М400 с истинной плотностью $3,05 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,6 \text{ г/см}^3$; гравий рядового качества с предельной крупностью зерен 20 мм, истинной плотностью $2,8 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1600 кг/м^3 и пустотностью 42 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 21

ВОПРОСЫ

1. Морозостойкость (определение, марка по морозостойкости, причины разрушения).

2. Органогенные осадочные горные породы (условия образования, разновидности, применение, главные породообразующие минералы).

3. Сырье, технология, твердение гидравлической извести, роман-цемента их свойства и применение.

4. Состав полимерцементного бетона и бетонополимера. Их свойства и применение.

5. Разновидности органических теплоизоляционных материалов, их свойства и область применения.

6. Состав вододисперсионных красок и красок на неорганических вяжущих, их свойства и область применения.

ЗАДАЧИ

1. Завод керамзитобетонных изделий производит керамзитовый гравий насыпной плотностью 400 кг/м^3 и крупные стеновые блоки на его основе с размерами $2180 \times 1190 \times 500 \text{ мм}$ и массой в сухом состоянии $1426,8 \text{ кг}$.

Определить: истинную плотность (ρ), среднюю плотность (ρ_m) и общую пористость ($P_{\text{общ}}$) зерен керамзитового гравия, межзерновую пустотность ($P_{\text{мз}}$), среднюю плотность стеновых блоков (ρ_m), водопоглощение по массе (B_m) и объему (B_v) керамзитобетонных блоков, пределы прочности образцов керамзитобетона при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе ($R_{\text{и}}$), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении истинной плотности с использованием прибора Ле Шателье от 100 г молотого керамзитового гравия после его присыпания в прибор осталось 48 г , уровень инертной жидкости в приборе при этом составил 20 мл ;
- водопоглощение керамзитового гравия по объему в 1,2 раза меньше водопоглощения по массе;
- масса блока в водонасыщенном состоянии составляет 1816 кг ;

- при испытании на сжатие четырех керамзитобетонных образцов-цилиндров ($d = h = 100 \text{ мм}$) были получены следующие величины разрушающей нагрузки: 13700, 12500, 13300 и 14100 кгс;
- при испытании керамзитобетонных образцов-балок ($100 \times 100 \times 500 \text{ мм}$) на изгиб (расстояние между опорами $\ell = 42 \text{ см}$) средняя величина разрушающей нагрузки составила 320 кгс.

2. Определите сорт кальциевой негашеной извести по содержанию активных СаО и MgO и ее время гашения, если на титрование 1 г извести было израсходовано 38 мл 1н раствора соляной кислоты, титр которой по СаО составлял 0,0224 г/мл, а при определении времени гашения были получены следующие данные:

Время, мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура, °С	20	52	68	76	80	82	83	83	83	82	82

{Прил. 8 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В30 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 4...6 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М500 с истинной плотностью $3,15 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,53 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный высокого качества с предельной крупностью зерен 40 мм, истинной плотностью $2,8 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1550 кг/м^3 и пустотностью 43 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 22

ВОПРОСЫ

1. Теплопроводность (определение, формула, теплопроводность основных строительных материалов и изделий).
2. Магматические эффузивные горные породы (образование, характеристика, применение, породообразующие минералы).
3. Портландцементы с органическими добавками (сырье, способы получения, свойства, применение).
4. Асбестоцементные материалы и изделия (сырье, технология, свойства, применение).
5. Пороки древесины (разновидности пороков).
6. Звукопоглощающие материалы (назначение, строение, свойства, разновидности).

ЗАДАЧИ

1. Комбинат строительных материалов выпускает фундаментные блоки из тяжелого бетона размером $1200 \times 600 \times 400 \text{ мм}$.

Определить следующие физико-механические свойства данных изделий: массу блоков в сухом состоянии ($m_{\text{сух}}$) и после тепловлажностной обработки ($m_{\text{вл}}$), общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе и по объему (V_m , V_v), пределы прочности блоков при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе (R_n), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 по-

собия, литература [1- 5]].

Дополнительные сведения:

- истинная плотность блоков составляет $2,7 \text{ г/см}^3$;
- для определения прочности и влажности блоков было изготовлено 6 образцов-кубов $150 \times 150 \times 150 \text{ мм}$. Средняя масса образцов после ТВО составила $7,28 \text{ кг}$, после высушивания – 7 кг , после водонасыщения – $7,42 \text{ кг}$;
- при испытании на сжатие образцы разрушились при нагрузках $71200, 69700, 54300, 60100, 65200$ и 61200 кгс ;
- при испытании образцов-балок ($70 \times 70 \times 280 \text{ мм}$) на изгиб (расстояние между опорами $\ell = 20 \text{ см}$) средняя величина разрушающей нагрузки составила 400 кгс .

2. Какое количество химически связанной воды (в %) будет содержаться в затвердевшем цементном камне в результате гидратации основных минералов, если минералогический состав портландцемента, следующий: C_3S ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) – 54 %, C_2S ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) – 26 %, C_3A ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) – 6 %, C_4AF ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) – 14 %? (Цементный камень не содержит свободную и физически связанную воду) {Прил. 12 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В22,5 (В/Ц $\geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 6...8 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М400 с истинной плотностью $3,05 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,6 \text{ г/см}^3$; гравий рядового качества с предельной крупностью зерен 20 мм, истинной плотностью $2,8 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1600 кг/м^3 и пустотностью 42 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 23

ВОПРОСЫ

1. Гигроскопичность строительных материалов и изделий (понятие, влияние на свойства строительных материалов и изделий).
2. Хемогенные осадочные горные породы (условия образования, разновидности, применение, главные породообразующие минералы).
3. Сырье, технология, твердение низкообжиговых гипсовых вяжущих, их свойства, разновидности, применение.
4. Ячеистый бетон (газобетон, сырье, технология, свойства, применение).
5. Природные и искусственные отделочные материалы (разновидности, применение).
6. Звукопоглощающие материалы (назначение, строение, свойства, разновидности).

ЗАДАЧИ

1. Деревообрабатывающий завод изготавливает подоконные плиты размером $366 \times 1700 \times 44 \text{ мм}$, средняя плотность материала изделий (сосны) в воздушно-влажностных условиях составляет 550 кг/м^3 .

Определить: среднюю плотность плит в сухом состоянии ($\rho_{\text{м}}^{\text{сух}}$) и при стандартной влажности (12 %), пористость ($\Pi_{\text{обш}}$), прочность при сжатии вдоль воло-

кон ($R_{сж}$), при статическом изгибе ($R_{и}$), при скалывании вдоль волокон ($R_{ск}$), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). Прочностные свойства определить при фактической (15 %) и стандартной влажности (12 %).

{Прил. 1- 6 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- истинная плотность древесины - $1,54 \text{ г/см}^3$;
- фактическая влажность изделий – 15 %;
- при испытании трех образцов из древесины в форме прямоугольной призмы размером $20 \times 20 \times 30 \text{ мм}$ на сжатие были получены следующие величины разрушающей нагрузки: 1660, 1720 и 1630 кгс;
- при испытании на изгиб образцов размером $20 \times 20 \times 300 \text{ мм}$ средняя величина разрушающей нагрузки получена 253 кгс (расстояние между опорами $\ell = 240 \text{ мм}$);
- при испытании на прочность при скалывании вдоль волокон средняя величина разрушающей нагрузки – 415 кгс (площадь скалывания $20 \times 30 \text{ см}$).

2. Для определения марки (класса) портландцемента 3 образца-балочки ($4 \times 4 \times 16 \text{ см}$) из цементно-песчаного раствора (состав 1:3) нормальной консистенции через 28 суток твердения испытаны на изгиб, а половинки балочек – на сжатие. При испытании на изгиб на МИИ-100 были получены следующие значения предела прочности при изгибе: 5,64, 5,91 и 5,7 МПа, а разрушающая нагрузка при сжатии составила 1320, 1295, 1350, 1327, 1335 и 1319 Н (13200, 12950, 13500, 13270, 13350 и 13190 кгс). Установите марку и класс портландцемента. {Прил. 12 пособия, литература [1- 5]}

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В20 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 1...2 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М400 с истинной плотностью $3,1 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,6 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный пониженного качества с предельной крупностью зерен 40 мм, истинной плотностью $2,85 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1450 кг/м^3 и межзерновой пустотностью 46 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 24

ВОПРОСЫ

1. Водопроницаемость и водонепроницаемость строительных материалов и изделий (определение, характеристика).
2. Обломочные осадочные горные породы (условия образования, разновидности, применение, главные породообразующие минералы).
3. Шлакопортландцемент (сырье, технология, свойства, применение).
4. Бетон на пористых заполнителях (понятие, сырье, применение).
5. Асфальтовое вяжущее, асфальтовый раствор, асфальтовый бетон (сырье, технология, свойства, применение).
6. Минеральная вата (сырье, технология, свойства, применение).

ЗАДАЧИ

1. На заводе железобетонных изделий освоен выпуск теплоизоляционных плит из пенополистирола размером $500 \times 500 \times 50$ мм, имеющих массу в сухом состоянии 625 г.

Определить следующие физико-механические свойства данных изделий: среднюю плотность пенополистирольных плит (ρ_m), общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе и по объему (B_m , B_v), влажность отгружаемых потребителю плит ($W_{\text{абс}}$), прочности при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе ($R_{\text{и}}$), коэффициент изменчивости прочности при изгибе (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- истинная плотность полистирола составляет $1,2 \text{ г/см}^3$;
- масса отгружаемой потребителю плиты – 690 г, масса плиты в водонасыщенном состоянии – 810 г;
- при испытании четырех образцов из пенополистирола размером $0,05 \times 0,05 \times 0,05$ м на сжатие получены следующие значения разрушающей нагрузки: 100, 105, 110 и 95 кгс; при испытании образцов-балок ($40 \times 40 \times 250$ мм) на изгиб (расстояние между опорами $\ell = 200$ мм) средняя величина разрушающей нагрузки составила 1,2 кгс.

2. Определите марку по прочности полнотелого керамического кирпича, если при испытании серии кирпичей были получены следующие данные: средний предел прочности при сжатии 5 образцов – 18 МПа, минимальный предел прочности при сжатии отдельных образцов – 13 МПа, средний предел прочности при изгибе 5 образцов – 2,6 МПа, минимальный предел прочности при изгибе отдельных образцов – 1,3 МПа. {Приложение 15 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В35 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 4...6 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М500 с истинной плотностью $3,15 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,53 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный высокого качества с предельной крупностью зерен 40 мм, истинной плотностью $2,8 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1550 кг/м^3 и пустотностью 43 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 25

ВОПРОСЫ

1. Упругость (определение, модуль упругости, примеры упругости основных строительных материалов и изделий).

2. Магматические интрузивные горные породы (образование, характеристика, породообразующие минералы, применение).

3. Сырье, технология, твердение жидкого стекла, его свойства и область применения.

4. Сырье, технология силикатного кирпича, его свойства и область применения.

5. Состав, строение и свойства полимерных материалов. Связующие веще-

ства.

6. Масляные краски, лаки, эмали (сырье, свойства, применение).

ЗАДАЧИ

1. Завод силикатного кирпича выпускает утолщенный кирпич массой во влажном состоянии 4,4 кг.

Определить: массу кирпича в сухом состоянии ($m_{\text{сух}}$), его среднюю плотность (ρ_m), общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), абсолютную влажность ($W_{\text{абс}}$), водопоглощение по массе (B_m) и объему (B_v), пределы прочности при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе (R_n), коэффициент изменчивости прочности при изгибе (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении средней плотности методом гидростатического взвешивания кусок кирпича неправильной формы весил в сухом состоянии 25 г, после парафинирования его масса на воздухе увеличилась на 2,2 г, а в воде парафинированный образец весил 8,8 г (плотность парафина принять равной 930 кг/м^3);
- истинную плотность силикатного кирпича принять $2,55 \text{ г/см}^3$;
- масса кирпича в водонасыщенном состоянии составила 4,6 кг;
- при испытании трех кирпичей на изгиб величины разрушающей нагрузки составили 950, 1120 и 1050 кгс (расстояние между опорами $l = 20 \text{ см}$);
- при сжатии положенных друг на друга оставшихся после изгиба половинок кирпича ($A=12 \times 12,3 \text{ см}$) средняя разрушающая нагрузка составила 13500 кгс.

2. При испытании гранитного щебня фракции 10...20 мм на дробимость методом сдавливания в цилиндре в сухом состоянии масса сдавливаемого щебня составила 4200 г, а после просеивания навески через сито с диаметром отверстий 2,5 мм остаток на сите составил 3320 г. Определите марку щебня по дробимости. {Прил. 14 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В30 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 4...6 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М500 с истинной плотностью $3,1 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый с истинной плотностью $2,65 \text{ г/см}^3$; гравий высокого качества с предельной крупностью зерен 20 мм, истинной плотностью $2,6 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1410 кг/м^3 и пустотностью 41 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 26

ВОПРОСЫ

1. Релаксация напряжений (определение, модель релаксации напряжений).
2. Природные каменные материалы (применение, защита каменных материалов).
3. Коррозия цементного камня (виды коррозии, механизм коррозии, защита от коррозии).
4. Дорожный и жаростойкий бетоны (сырье, свойства, применение).
5. Гидроизоляционные материалы (разновидности, применение).
6. Органические теплоизоляционные материалы (разновидности).

ЗАДАЧИ

1. На комбинате строительных материалов планируется выпуск стеновых блоков на основе высокообжигового гипсового вяжущего размером $500 \times 400 \times 100$ мм. Масса блоков в сухом состоянии 22 кг.

Определить следующие физико-механические свойства этих изделий: истинную (ρ) и среднюю (ρ_m) плотности, общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе (B_m) и объему (B_v), пределы прочности блоков при сжатии ($R_{\text{сж}}$) и изгибе ($R_{\text{и}}$), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- масса пикнометра – 90 г, пикнометра с навеской – 100 г, пикнометра с инертной жидкостью – 300 г, пикнометра с навеской материала и жидкостью – 305,6 г;
- масса блока после насыщения водой увеличилась на 6 кг;
- при испытании на сжатие пяти образцов размером $100 \times 100 \times 100$ мм, выпиленных из блоков, были получены следующие величины разрушающей нагрузки: 3800, 3450, 4000, 3600 и 3850 кгс; при испытании на изгиб образцов размером $40 \times 40 \times 160$ мм (расстояние между опорами $\ell = 12$ см) средняя разрушающая нагрузка составила 30 кгс.

2. При испытании гипсового вяжущего было установлено: остаток на сите № 02 – 10 %; начало схватывания гипсового теста – через 8 мин после затворения, конец – через 25 мин; прочность при изгибе стандартных образцов-балочек через 2 ч после их изготовления – 2,7, 3,1 и 3 МПа, а разрушающая нагрузка при сжатии половинок балочек – 155, 159, 160, 152, 158 и 150 Н (1550, 1590, 1600, 1520, 1580 и 1500 кгс). Приведите условное обозначение (маркировку) такого гипса и рекомендуемую область его применения. {Прил. 11 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В25 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 2...4 см осадки конуса). Материалы: портланд-цемент М400 с истинной плотностью $3,1 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,63 \text{ г/см}^3$; гранитный щебень рядового качества с предельной крупностью зерен 40 мм, истинной плотностью $2,6 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1480 кг/м^3 и пустотностью 43 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 27

ВОПРОСЫ

1. Прочность при растяжении (определение прочности, предел прочности при растяжении, схемы испытаний).

2. Техногенные отходы (понятие, разновидности, применение для производства строительных материалов и изделий).

3. Магнезиальные вяжущие (сырье, технология, свойства, твердение, применение).

4. Крупнопористый и мелкозернистый бетоны (сырье, свойства, применение).

5. Строительные материалы из древесины.

6. Основные компоненты красочных составов (пленкообразующие, пигменты и т. д.).

ЗАДАЧИ

1. Керамический завод выпускает пустотелый рядовой керамический кирпич формата 1,4НФ (утолщенный) массой в сухом состоянии 3,5 кг.

Определить следующие физико-механические свойства кирпича: истинную (ρ) и среднюю (ρ_m) плотности, общую пористость ($P_{обш}$), абсолютную влажность ($W_{абс}$), водопоглощение по массе и по объему (B_m , B_v), пределы прочности при изгибе и сжатии ($R_{из}$, $R_{сж}$), коэффициент изменчивости прочности при изгибе (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении истинной плотности с помощью прибора Ле Шателье от 100 г измельченного керамического кирпича после высыпания в прибор осталось 50 г, инертная жидкость в приборе поднялась на 20 мл;
- масса кирпича во влажном состоянии составляет 3,6 кг, в водонасыщенном – 3,85 кг;
- при испытании трех кирпичей на изгиб (расстояние между опорами $\ell = 20$ см) были получены следующие величины разрушающей нагрузки: 620, 635 и 630 кгс;
- при испытании на сжатие уложенных друг на друга половинок кирпича (площадью $A=12 \times 12,3$ см) средняя разрушающая нагрузка составила 15200 кгс.

2. Определите марку лицевого утолщенного полнотелого силикатного кирпича по пределу прочности при сжатии и изгибе, а также марку по морозостойкости, если в результате его испытаний были получены следующие данные:

предел прочности при сжатии: средний из десяти образцов – 16,0 МПа, наименьший – 14,0 МПа; предел прочности при изгибе: средний из пяти образцов кирпича – 2,9 МПа, наименьший из значений - 2,0.

После испытаний на морозостойкость получены следующие результаты:

Число циклов замораживания-оттаивания	15	25	35	50	100
Предел прочности при сжатии, МПа	15,5	15,0	13,5	11	8
Потеря массы, %	нет	4	6	9	12
Признаки видимых повреждений	нет	нет	нет	есть	есть

{Прил. 19 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В20 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 10 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М400 с истинной плотностью 3,1 г/см³; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью 2,5 г/см³; щебень гранитный высокого качества с предельной крупностью зерен 20 мм, истинной плотностью 2,76 г/см³, насыпной плотностью 1530 кг/м³ и пустотностью 45 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 28

ВОПРОСЫ

1. Коэффициент размягчения (водостойкость) строительных материалов и изделий (определение, требования по водостойкости строительных материалов).
2. Метаморфические горные породы (условия образования, разновидности, применение, главные породообразующие минералы).
3. Портландцемент. Сырье, химический и минералогический составы.
4. Крупнопористый и мелкозернистый бетоны (сырье, свойства, применение).
5. Технология керамических материалов.
6. Неорганические рыхлые теплоизоляционные материалы (сырье, свойства, применение).

ЗАДАЧИ

1. На завод железобетонных изделий поступила партия гранитного щебня фракции 20...40 мм от нового поставщика.

Определить следующие физико-механические свойства: среднюю плотность зерен щебня (ρ_m), его насыпную плотность (ρ_n), межзерновую пустотность ($P_{мз}$), влажность ($W_{абс}$), водопоглощение по массе (B_m), износ (истираемость) щебня ($I_{изн}$), прочность при сжатии и изгибе ($R_{сж}$, $R_{и}$) и коэффициент изменчивости предела прочности при сжатии бетонных образцов, изготовленных на основе этого щебня (C_v). {Прил. 1- 5, 13 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении средней плотности методом гидростатического взвешивания зерно щебня в сухом состоянии весило 26,3 г, после покрытия парафином - 26,41 г, в воде – 17,1 г (плотность парафина принять 0,93 г/см³, воды – 1 г/см³);
- пустой сосуд объемом 10 л имеет массу 1,2 кг, полностью заполненный щебнем – 16,3 кг;
- проба щебня естественной влажности имела массу 1000 г, после водонасыщения в течении 2-х суток – 1007 г, после высушивания до постоянной массы – 985 г;
- после испытания 10 кг щебня на износ в полочном барабане и последующего просеивания через сита с диаметром отверстий 5 мм и 2,5 мм остаток на ситах составил 8500 г;
- при испытании на сжатие шести бетонных образцов размером 150×150×150 мм получены следующие показатели разрушающей нагрузки: 18000, 19125, 19800, 20250, 19125, 19575 кгс;
- при изгибе бетонных образцов размером 100×100×500 мм средняя разрушающая нагрузка составила 180 кгс (расстояние между опорами $\ell=400$ мм).

2. Определите марки бетонных смесей по удобоукладываемости, если в результате испытаний были получены следующие данные:

№ бетонной смеси	Жесткость, с	Осадка конуса, см
1	15	-
2	61	-
3	-	18
4	2	2

{Прил. 20 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В27,5 (В/Ц $\geq$ 0,4, подвижность бетонной смеси 4 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М400 с истинной плотностью 3,05 г/см³; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью 2,56 г/см³; гравий высокого качества с предельной крупностью зерен 10 мм, истинной плотностью 2,81 г/см³, насыпной плотностью 1650 кг/м³ и пустотностью 39 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 29

ВОПРОСЫ

1. Твердость, истираемость, износ (понятие, способы определения).
2. Природные каменные материалы (способы и виды обработки).
3. Классификация, сырье, технология воздушной строительной извести. Способы твердения, свойства, применение извести.
4. Бетоны на плотных заполнителях (тяжелый бетон). Сырье, требования к сырью, свойства бетона и бетонной смеси, класс бетона, применение.
5. Материалы и изделия на основе битумных вяжущих (состав, структура и свойства битума, разновидности материалов и их применение).
6. Пенополистирол (сырье, технология, свойства, применение).

ЗАДАЧИ

1. Камнеобрабатывающий завод выпускает мраморные облицовочные плиты размером 600×600×25 мм и массой в сухом состоянии 24,3 кг.

Определить следующие физико-механические свойства этих изделий: истинную (ρ) и среднюю (ρ_m) плотности плит, общую, открытую и закрытую пористости ($P_{общ}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе и по объему (V_m , V_v), истираемость (I), пределы прочности при сжатии ($R_{сж}$) и изгибе ($R_{и}$), коэффициент изменчивости прочности плит при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- при определении истинной плотности с использованием прибора Ле Шателье после засыпки в прибор 50 г мраморной муки уровень инертной жидкости в приборе достиг 18 мл;
- масса плит в водонасыщенном состоянии составляет 24,4 кг;
- после испытаний на истираемость масса образца-куба 70×70×70 мм уменьшилась на 30,8 г;
- при испытании на сжатие трех образцов-цилиндров ($d = h = 70$ мм) были получены следующие значения разрушающей нагрузки: 30775, 31520 и 29145 кгс;

- при изгибе выпиленных из плит образцов в форме балочек размером $25 \times 25 \times 120$ мм средняя разрушающая нагрузка составила 60 кгс (расстояние между опорами $\ell = 100$ мм).

2. Определите марку по плотности автоклавного ячеистого бетона, если массы пяти предварительно высушенных образцов размером $7 \times 7 \times 7$ см составили 173, 161, 170, 159 и 155 г. К какому виду по назначению относится этот бетон? {Прил. 21 пособия, литература [1- 5]}

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В15 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 2 см осадки конуса). Материалы: портландцемент М400 с истинной плотностью $3,1 \text{ г/см}^3$; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью $2,61 \text{ г/см}^3$; щебень гранитный рядового качества с предельной крупностью зерен 20 мм, истинной плотностью $2,75 \text{ г/см}^3$, насыпной плотностью 1610 кг/м^3 и пустотностью 41 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ВАРИАНТ 30

ВОПРОСЫ

1. Модели механических свойств.
2. Характеристика и применение природных каменных материалов.
3. Высокобжиговые гипсовые вяжущие (сырье, свойства, применение).
4. Классификация, сырьевые материалы для строительных растворов. Свойства раствора и растворной смеси.
5. Керамические материалы (классификация, сырье, состав сырья).
6. Звукоизоляционные материалы (назначение, строение, свойства, разновидности).

ЗАДАЧИ

1. Завод силикатных изделий выпускает стеновые мелкие блоки из силикатного ячеистого бетона (газосиликата) размером $600 \times 300 \times 200$ мм и массой в сухом состоянии 21,6 кг.

Определить следующие физико-механические свойства блоков: истинную (ρ) и среднюю (ρ_m) плотности, общую, открытую и закрытую пористости ($P_{\text{общ}}$, P_o , P_z), водопоглощение по массе и по объему (V_m , V_v), пределы прочности при сжатии и изгибе ($R_{\text{сж}}$, $R_{\text{и}}$), коэффициент изменчивости прочности при сжатии (C_v). {Прил. 1- 5 пособия, литература [1- 5]}.

Дополнительные сведения:

- масса пикнометра – 90 г, пикнометра с навеской молотого газосиликата – 125 г, пикнометра с инертной жидкостью – 300 г, пикнометра с навеской газосиликата и жидкостью – 321 г;
- масса блока в водонасыщенном состоянии – 30 кг;
- при испытании выпиленных из блоков пяти образцов-цилиндров ($d = h = 10$ см) на сжатие были получены следующие величины разрушающей нагрузки: 3140, 3100, 3300, 3260 и 3050 кгс;

- при испытании образцов-балок (50×50×250 мм) на изгиб (между опорами $\ell=20$ см) средняя величина разрушающей нагрузки составила 12,5 кгс.

2. Определите среднюю прочность и класс тяжелого бетона, результаты испытаний 10 образцов-кубов 150×150×150 мм которого представлены в таблице:

№ образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Разрушающая нагрузка при сжатии, кН	4,68	4,63	4,52	4,65	4,89	4,25	4,60	4,42	5,03	4,51

Обеспеченность класса бетона принять $t = 0,95$. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 5]}.

3. Рассчитайте состав тяжелого бетона с классом по прочности В40 ($B/C \geq 0,4$, подвижность бетонной смеси 2...4 см осадки конуса). Материалы: портланд-цемент М550 с истинной плотностью 3,05 г/см³; песок кварцевый средней крупности с истинной плотностью 2,56 г/см³; щебень гранитный высокого качества с предельной крупностью зерен 70 мм, истинной плотностью 2,6 г/см³, насыпной плотностью 1520 кг/м³ и пустотностью 42 %. {Прил. 17, 18 пособия, литература [1- 6]}.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенные в пособии рекомендации для самостоятельной работы способствуют приобретению студентом необходимых знаний и навыков по изучению дисциплины «Строительные материалы», позволяющих правильно оценивать качество и назначение строительных материалов, выбирать и применять их в зависимости от конкретных условий эксплуатации.

Основные и производные единицы Международной системы (СИ)

Величина и ее обозначение	Единица	Обозначение	
		русское	международное
Основные единицы			
Длина, ℓ	метр	м	m
Масса, m	килограмм	кг	kg
Время, τ	секунда	с	s
Термодинамическая температура, T	кельвин	К	K
Количество вещества, n	моль	моль	mol
Производные единицы			
Площадь, A (S)	квадратный метр	м ²	m ²
Объем, вместимость, V	кубический метр	м ³	m ³
Скорость, v	метр в секунду	м/с	m/s
Ускорение, a (g)	метр на секунду в квадрате	м/с ²	m/s ²
Плотность, ρ	килограмм на кубический метр	кг/м ³	kg/m ³
Сила, F	ньютон	Н	N
Давление, напряжение, p	паскаль	Па	Pa
Работа, количество теплоты, W (A , L)	джоуль	Дж	J
Мощность, тепловой поток, P (N)	ватт	Вт	W
Удельная теплоемкость, c	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг·К)	J/(kg·K)
Теплопроводность, λ	ватт на метр-кельвин	Вт/(м·К)	W/(m·K)
Молярная масса, M	килограмм на моль	кг/моль	kg/mol
Внесистемные единицы*			
Температура Цельсия, t	градус Цельсия	°С	°C
Объем, вместимость, V	литр	л	ℓ
Сила, F	килограмм-сил	кгс	kgf
Давление, напряжение, p	килограмм-сил на сантиметр квадратный	кгс/см ²	kgf/sm ²

* Значения внесистемных единиц в единицах СИ:

1 °С = 1 К; 1 л = 10⁻³ м³; 1 кгс ≈ 10 Н; 1 кгс/см² ≈ 10⁵ Па ≈ 0,1 МПа

Основы статистической обработки результатов

В лабораторных исследованиях свойств строительных материалов и изделий результаты одних и тех же испытаний характеризуются колебаниями, разбросом, вызванными неоднородностью структуры материала, погрешностями измерений, отступлениями от установленных правил изготовления и испытания образцов и т. д. Основной количественной оценкой величины этой изменчивости, характеризующей достоверность полученных результатов, является коэффициент вариации C_v , % (иногда обозначается v):

$$C_v = (\sigma / \bar{X}) \cdot 100 \%, \quad (\text{П2.1})$$

где σ – среднеквадратическое отклонение частных результатов X_i оцениваемой величины (свойства) от среднего арифметического значения этой величины $\bar{X}$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{при } n \leq 30, \quad (\text{П2.2})$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad \text{при } n > 30, \quad (\text{П2.3})$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad (\text{П2.4})$$

где n – число измерений.

В промышленности коэффициент вариации характеризует технико-экономический уровень производства. Чем выше величина C_v , тем ниже однородность материала по оцениваемому показателю, что говорит о неналаженном производстве. Например, коэффициент вариации тяжелого бетона по прочности на растяжение и сжатие по нормативным требованиям должен быть не выше 13,5 %, а для массивных гидротехнических конструкций – 17,0 %. На предприятиях же с хорошо налаженным производством значение C_v не превышает 7...10 %.

Основные физические свойства строительных материалов

Общие теоретические сведения

Физические свойства показывают, как материал реагирует на индивидуальное или комплексное воздействие влаги, теплоты, холода, газа и др.

Эти свойства являются определяющими при выборе рациональной области использования строительного материала.

Определение истинной плотности

Истинную плотность материала определяют делением его массы (m) на объем в абсолютно плотном состоянии (объем твердой фазы – $V_{m.ф.}$):

$$\rho = \frac{m}{V_{m.ф.}}, \quad \text{г/см}^3 \text{ или } \text{кг/м}^3. \quad (\text{ПЗ.1})$$

Абсолютный объем материала определяется по объему вытесненной инертной жидкости (воды, керосина, спирта) после засыпки в специальный объемомер (мерный цилиндр, пикнометр, прибор Ле Шателье), предварительно высушенного и доведенного до тонкопорошкообразного состояния материала.

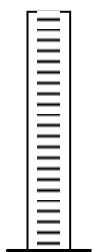


Рис. ПЗ.1
Мерный
цилиндр

Определение истинной плотности с помощью мерного цилиндра

Подготовленную навеску материала засыпают в цилиндр с инертной жидкостью (рис. ПЗ.1). Объем жидкости фиксируется дважды: сначала без порошка, затем с порошком.

Истинную плотность материала вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V_2 - V_1}, \quad \text{г/см}^3, \quad (\text{ПЗ.2})$$

где m - масса порошка, г;

V_1 - объем жидкости, см³.

V_2 - объем жидкости и порошка, см³.

Определение истинной плотности материалов с использованием прибора Ле Шателье

В прибор (рис. ПЗ.2) до нулевой отметки заливают инертную жидкость.

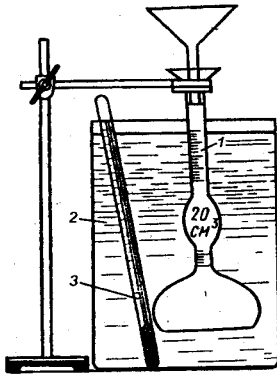


Рис. ПЗ.2. Прибор
Ле Шателье:
1 – прибор;
2 – сосуд с водой;
3 – термометр

Отвешивают 50 г порошка и засыпают частично или полностью, чтобы уровень жидкости оказался в верхней градуированной части, после чего фиксируют объем жидкости, вытесненный порошком. Если часть порошка осталась, то ее взвешивают.

Истинную плотность материала ρ , г/см³, вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{m - m_1}{V}, \text{ г/см}^3, \quad (\text{ПЗ.3})$$

где m - навеска материала до опыта, г;
 m_1 - остаток от навески, г;
 V - объем жидкости, вытесненной навеской материала, см³.

Определение истинной плотности с помощью пикнометра

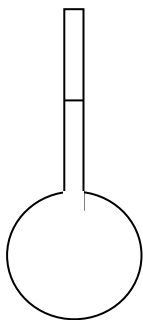


Рис. ПЗ.3
Пикнометр

Пикнометр взвешивают (m_1). Засыпают в него порошок (примерно 10...15 г) и взвешивают (m_2). Доливают до метки инертную жидкость и взвешивают (m_3). Содержимое удаляют, наливают до метки инертную жидкость и взвешивают (m_4).

Истинную плотность материала вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{(m_2 - m_1) \cdot \rho_{\text{жид}}}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)}, \text{ г/см}^3, \quad (\text{ПЗ.4})$$

где $\rho_{\text{жид}}$ - плотность жидкости, г/см³.

Определение средней плотности

Среднюю плотность материала определяют делением его массы (m) на объем ($V_{\text{мат}}$), состоящий из объема частиц твердой фазы ($V_{\text{т.ф}}$) и объема пор и пустот ($V_{\text{пор}}$), имеющихсся внутри материала:

$$\rho_m = \frac{m}{V_{\text{мат}}} = \frac{m}{V_{\text{т.ф.}} + V_{\text{пор}}}, \text{ г/см}^3 \text{ или } \text{кг/м}^3. \quad (\text{ПЗ.5})$$

Среднюю плотность материалов определяют на целых изделиях или образцах правильной и неправильной формы в состоянии естественной влажности, а также в сухом и водонасыщенном состояниях.

Определение средней плотности образцов правильной геометрической формы

Форма образцов: куб, цилиндр, прямоугольная призма.

Образцы обмеряют, вычисляют объем (V_{mat}). На весах устанавливают массу (m).

Среднюю плотность материала вычисляют по формуле

$$\rho_m = \frac{m}{V_{mat}}, \text{ г/см}^3. \quad (\text{ПЗ.6})$$

Определение средней плотности образцов неправильной формы с использованием мерного цилиндра

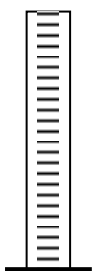


Рис. ПЗ.4.
Мерный
цилиндр

В цилиндр (рис. ПЗ.4) на $1/3 \dots 1/2$ высоты шкалы наливают воду, фиксируют ее объем.

Высушенный образец неправильной формы взвешивается (m). Покрывается парафином и взвешивается (m_1). Парафинированный образец помещается в цилиндр и устанавливается его объем с водой.

Средняя плотность образца вычисляется по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V_2 - V_1 - \frac{m_1 - m}{\rho_{par}}}, \text{ г/см}^3. \quad (\text{ПЗ.7})$$

где V_1 - объем воды, см^3 ;
 V_2 - объем воды и покрытого парафином образца, см^3 ;
 ρ_{par} - плотность парафина, $0,93 \text{ г/см}^3$;
 $(m_1 - m)/\rho_{par}$ - объем парафина, г.

Определение средней плотности образцов неправильной геометрической формы с использованием гидростатического взвешивания

Предварительно взвешенный образец покрывают пленкой из парафина. Затем образец охлаждают и взвешивают, сначала на воздухе, затем на гидростатических весах в воде (рис. ПЗ.5).

Среднюю плотность материала вычисляют по формуле

$$\rho_m = \frac{m}{\frac{m_1 - m_2}{\rho_{воды}} - \frac{m_1 - m}{\rho_{par}}}, \text{ г/см}^3, \quad (\text{ПЗ.8})$$

где $\rho_{воды}$ - плотность воды, 1 г/см^3 ;

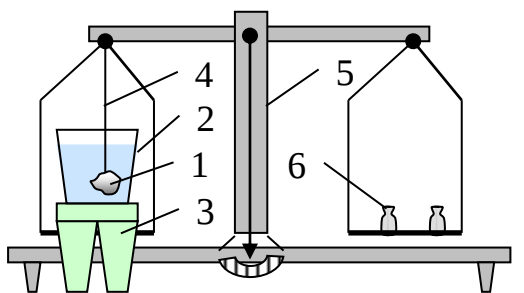


Рис. ПЗ.5. Гидростатическое взвешивание

- 1 - парафинированный образец;
- 2 - стакан с водой;
- 3 - полка;
- 4 - тонкая проволока;
- 5 - весы технические;
- 6 - гири

$\rho_{пар}$ - плотность парафина, 0,93 г/см;
 m - масса образца, г;
 m_1 - масса образца с парафином на воздухе, г;
 m_2 - масса образца с парафином в воде, г.

Определение пористости материала

Пористость - это степень заполнения материала порами:

$$П = \frac{V_{пор}}{V_{мат}} \cdot 100\% \quad (ПЗ.9)$$

Различают полную, открытую и закрытую пористости. Полная пористость (Π) включает в себя открытую (Π_o) и закрытую пористости (Π_z).

Открытые поры поглощают воду, закрытые не поглощают.

Полную пористость рассчитывают по формуле:

$$\Pi = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100\% \quad (ПЗ.10)$$

где ρ - истинная плотность материала, г/см³;

ρ_m - средняя плотность материала, г/см³.

Открытую пористость можно приближенно определить по величине водопоглощения по объему:

$$\Pi_o \approx B_v. \quad (ПЗ.11)$$

Закрытую пористость в процентах определяют по формуле

$$\Pi_z = \Pi - \Pi_o. \quad (ПЗ.12)$$

Определение насыпной плотности зернистого материала

Насыпную плотность зернистого (рыхлого) материала определяют в неуплотненном состоянии с помощью мерного сосуда вместимостью 1 л (для песка, цемента) или 5 (10) л (для щебня, гравия). Перед испытанием проба материала высушивается и при необходимости просеивается для отделения инородных частиц, например, в песке - частиц гальки и ракушек, а в гравии - частиц песка (используется сито с круглыми отверстиями диаметром 5 мм).

Высушенную пробу материала высыпают с высоты 10 см в мерный сосуд, после чего сосуд дважды взвешивают с материалом (m_1) и без материала (m).

Насыпную плотность песка (ρ_n) в г/см³ вычисляют по формуле

$$\rho_H = \frac{(m_1 - m)}{V}, \quad (\text{ПЗ.13})$$

где V – объем мерного сосуда, см^3 .

При испытании мелкозернистых материалов (песок, цемент) засыпку материала в мерный сосуд осуществляют с помощью специальной конусной воронки, при испытании крупнозернистых материалов (щебень, гравий) засыпка осуществляется вручную.

Определение межзерновой пустотности зернистого материала

Пустотность ($\Pi_{мз}$), %, определяют по формуле

$$\Pi_{мз} = \left(1 - \frac{\rho_H}{\rho_m}\right) \cdot 100\%, \quad (\text{ПЗ.14})$$

где ρ_m - средняя плотность зерен рыхлозернистого материала, г/см^3 ;

ρ_H - насыпная плотность материалов, г/см^3 .

Определение водопоглощения материалов

Образец предварительно высушивают в сушильном шкафу при температуре 105°C до постоянной массы, охлаждают, взвешивают ($m_{\text{сух}}$), обмеряют и вычисляют объем ($V_{\text{мат.}}$). Затем укладывают в емкость с водой, имеющей температуру $+20^\circ\text{C}$, и выдерживают 48 ч. Затем образец вынимают и взвешивают ($m_{\text{нас}}$).

Водопоглощение по массе (B_m) и объему (B_v) вычисляют по формулам:

$$B_m = \frac{m_{\text{нас}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}} \cdot 100\%; \quad (\text{ПЗ.15})$$

$$B_v = \frac{m_{\text{нас}} - m_{\text{сух}}}{V_{\text{мат.}} \cdot \rho_{\text{воды}}} \cdot 100\%; \quad (\text{ПЗ.16})$$

Водопоглощение материала по объему и массе связаны между собой следующей зависимостью:

$$B_v = B_m \cdot \rho_m; \quad (\text{ПЗ.17})$$

Определение влажности материалов

Образец взвешивают ($m_{\text{вл}}$), затем высушивают при температуре 105°C до постоянной массы. После охлаждения взвешивают ($m_{\text{сух}}$).

Абсолютную влажность вычисляют по формуле

$$W = \frac{m_{вл} - m_{сух}}{m_{сух}} \cdot 100\% . \quad (\text{ПЗ.18})$$

Абсолютная влажность, в зависимости от окружающих условий, может меняться в диапазоне от нуля до величины водопоглощения по массе (B_m).

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Истинная и средняя плотности некоторых строительных материалов

Материал	Истинная плотность, г/см ³	Средняя плотность, кг/м ³
Гранит	2,8...2,9	2600...2700
Известняк плотный	2,4...2,6	2100...2400
Туф вулканический	2,6...2,8	900...2100
Пемза	2,0...2,5	300...900
Песок кварцевый	2,6...2,7	2500...2600
Древесина сосны	1,55...1,6	400...600
Стекло оконное	2,4...2,7	2400...2700
Пеностекло	2,4...2,7	100...700
Минераловатная плита	2,4...2,7	35...250
Кирпич керамический обыкновенный	2,5...2,7	1600...1800
Кирпич силикатный плотный	2,5...2,6	1500...1800
Бетон тяжелый	2,5...2,6	1800...2500
Бетон легкий на пори- стых заполнителях	2,5...2,6	500...1800
Бетон ячеистый	2,5...2,6	100...900
Пенополистирол	1,05...1,07	20...50
Сталь строительная	7,8...7,85	7800...7850

Механические (прочностные) свойства строительных материалов

Общие теоретические сведения

Механические свойства дают информацию о поведении материала, подвергающегося воздействию силы.

Прочностью называется способность материала сопротивляться внутренним напряжениям, возникающим в результате действия внешних сил. Материалы в сооружениях могут испытывать под действием нагрузок различные внутренние напряжения: сжатие, изгиб, растяжение, срез, удар, и др.

Прочность строительных материалов оценивается пределом прочности, т. е. напряжением в материале, соответствующим нагрузке, при которой происходит разрушение образца. По величине предела прочности устанавливается марка или класс строительных материалов по прочности.

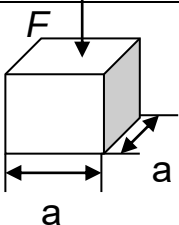
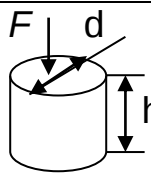
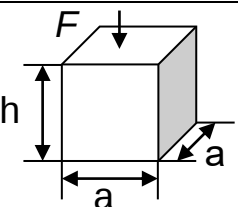
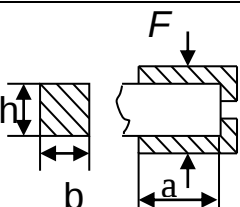
Определение предела прочности при сжатии

Сущность испытания заключается в разрушении образца материала сжимающей нагрузкой (F), действующей на единицу площади (A).

Предел прочности при сжатии определяют путем испытания серии образцов (не менее 3^х) на гидравлических и механических прессах. Форма и размеры образцов представлены в табл. П5.1

Таблица П5.1

Схемы испытания и исходные данные для определения предела прочности при сжатии

№	Показатели	Основные характеристики образцов			
1	Форма образцов	Куб	Цилиндр	Призма квадратного сечения	Балочка (половинка)
2	Схема испытания				
3	Геометрические размеры образцов, см	$a = 7, 10, 15, 20, 30$	$a = 7, 10, 15, 20, 30$ $h = d$ или $2d$	$a = 10, 15, 20$ $h = 4a$	$b = 4, h = 4, a = 6, 25$ $A = a \cdot b = 25 \text{ см}^2$

Перед испытанием на образцах выбирают опорные грани, которые должны быть ровными, гладкими, параллельными. Измеряют размеры опорных граней и вычисляют их площадь (A) в см^2 . Затем поочередно каждый образец устанавливают в центр нижней плиты пресса, опускают на него верхнюю плиту и сжимают до разрушения. С силоизмерителя пресса снимают значение разрушающей нагрузки (F), кгс.

Предел прочности при сжатии для каждого образца вычисляют по формуле

$$R_{сж} = \frac{F}{A}, \quad \text{МПа или кгс/см}^2 \quad (1 \text{ МПа} = 9,81 \text{ кгс/см}^2), \quad (\text{П5.1})$$

где F - разрушающая сила, Н (кгс);

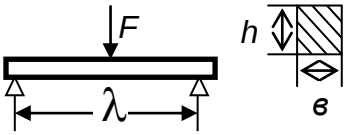
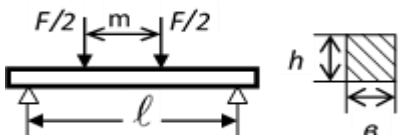
A – площадь поперечного сечения образца, м^2 , см^2 .

Определение предела прочности при изгибе

Испытание заключается в разрушении образца сосредоточенной нагрузкой (F), прикладываемой по середине пролета (ℓ). Определение предела прочности при изгибе осуществляется на гидравлических прессах или на установке МИИ-100. Образцы (балочки) должны иметь форму прямоугольной призмы. Их размеры представлены в табл. П5.2.

Таблица П5.2

Схемы испытания и исходные данные для определения предела прочности при изгибе

№	Наименование показателей	Характеристики показателей	
1	Форма образцов	Прямоугольная призма квадратного сечения	
2	Размеры образцов	$a (b, h) = 4, 5, 7, 10, 15, 20 \text{ см}; L = 4a$	
3	Вид приложения нагрузки	Одноточечная (рис. П5.1)	Двухточечная (рис. П5.2)
4	Схема испытания		
5	Расчетная формула	$R_{изг} = \frac{3}{2} \cdot \frac{F\lambda}{bh^2} \quad (\text{П5.2})$	$R_{изг} = \frac{3}{2} \cdot \frac{F(\lambda - m)}{bh^2} \quad (\text{П5.3})$
6	Составляющие формул (П5.2) и (П5.3)	F – разрушающая сила, Н (кгс); λ – расстояние между опорами, м (см); b – ширина образца, м (см); h – высота образца, м (см); m – расстояние между грузами, м (см)	

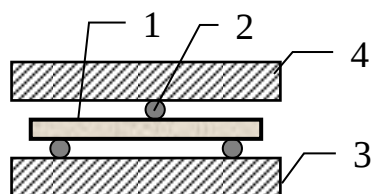


Рис. П5.3. Схема испытания при изгибе на прессе

Образец 1 осматривают, обмеряют. С помощью стальных стержней 2 диаметром 10 мм на нижней плите 3 пресса составляют испытательную схему (рис. П5.3), опускают верхнюю плиту 4 и нагружают образец до разрушения.

Предел прочности при изгибе ($R_{изг}$) вычисляют по формулам (П5.2) и (П5.3) как среднее арифметическое результатов испытаний всех образцов материала.

При испытании образцов-балочек размером $4 \times 4 \times 16$ см используют испытательную машину МИИ-100, позволяющую снимать показатель предела прочности при изгибе по счетчику машины.

Определение истираемости

Истираемость (И, кг/м²) определяют по потере массы образца после его испытания на круге истирания.

Образцы (3 шт.) должны быть в воздушно-сухом состоянии и иметь форму куба с ребром 70 мм или цилиндра диаметром и высотой 70 мм.

Образцы взвешивают, обмеряют и устанавливают в гнезда круга истирания. Прикладывают к каждому по центру сосредоточенную вертикальную нагрузку 300 ± 5 Н, что соответствует давлению 60 ± 1 кПа. На истирающий диск равномерным слоем насыпают 20 ± 1 г абразива (шлифзерно 16 или нормальный вольский кварцевый песок), затем включают привод круга и начинают истирание. Через каждые 30 м пути истирания (28 оборотов круга) круг останавливается, с него удаляют остатки абразивного материала и насыпают новую порцию. Эту операцию повторяют 5 раз, что составляет один цикл испытания (150 м). После каждого цикла испытания образцы поворачивают на 90° в горизонтальной плоскости и продолжают опыт. Всего проводят 4 цикла испытаний (общий путь истирания равен 600 м). Затем образцы вынимают из гнезд и взвешивают. Величину истираемости определяют по формуле

$$И = \frac{m_1 - m_2}{F}, \quad (\text{П5.4})$$

где m_1 - масса образцов до истирания, г;

m_2 - масса образца после 4 циклов испытания, г;

F - площадь истираемой грани образца, см².

Древесина

Общие теоретические сведения

Древесина используется в строительстве в виде круглого сортамента, пиломатериалов, фанеры, ДВП, ОСП, ДВП, клееных изделий и конструкций.

Положительные свойства древесины: сравнительно высокая прочность, небольшая плотность, низкая теплопроводность, легкость механической обработки.

Отрицательные свойства древесины: горючесть, легкая загниваемость, неоднородность строения и свойств, значительные влажностные деформации, пороки.

Определение средней плотности древесины

Изготавливают образец в форме прямоугольной призмы сечением 20×20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм. Обмеряют его, вычисляют объем, взвешивают.

Среднюю плотность древесины при влажности (W , %) рассчитывают по формуле

$$\rho_m^w = \frac{m_w}{V_w}, \text{ г/см}^3, \quad (\text{П6.1})$$

где V_w - объем образца, см³ при влажности W ;
 m_w - масса образца, г, при влажности W .

Средняя плотность древесины при любой влажности обязательно пересчитывается на стандартную влажность (12 %) по формуле

$$\rho_{m12\%} = \rho_m^w [1 + 0,01(1 - K_o)(12 - W)], \text{ г/см}^3; \quad (\text{П6.2})$$

где K_V - коэффициент объемной усушки, доли (см. далее). Также может быть принят для березы, бука, лиственницы - 0,6, а для прочих пород - 0,5;
 W - влажность древесины, %.

Определение влажности древесины

Влажность древесины определяют на образцах размером 20×20×30 мм (3 шт). Образец помещают в предварительно взвешенную металлическую бюксу (m_1), взвешивают вместе с бюксой (m_2), затем высушивают при температуре 103 ± 2 °С до постоянной массы (m_3).

Влажность древесины вычисляют с точностью до 0,1% по формуле

$$W = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \cdot 100\% . \quad (\text{П6.3})$$

Определение усушки древесины

Усушка - это уменьшение размеров и объема древесины при высыхании.

Изготавливают образец в форме прямоугольной призмы сечением 20×20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм таким образом, чтобы одна из сторон сечения была в радиальном направлении, а другая – в тангенциальном. Образец увлажняют. Затем на сторонах образца наносятся отрезки: размером a в тангенциальном направлении, размером b – в радиальном и размером ℓ – в продольном. Эти отрезки измеряются штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Затем образец кладут в бюксу, которую помещают в сушильный шкаф, где при температуре 103 ± 2 °С высушивают до постоянной массы. После охлаждения производят замеры тех же отрезков (a_1, b_1, ℓ_1).

Линейные и объемную усушки вычисляют по формулам

$$\text{а) в тангенциальном направлении} \quad y_t = \frac{a - a_1}{a} \cdot 100\% ; \quad (\text{П6.4})$$

$$\text{б) в радиальном направлении} \quad y_r = \frac{b - b_1}{b} \cdot 100\% ; \quad (\text{П6.5})$$

$$\text{в) вдоль волокон} \quad y_\lambda = \frac{\lambda - \lambda_1}{\lambda} \cdot 100\% ; \quad (\text{П6.6})$$

$$\text{г) объемную усушку} \quad y_o = \frac{ab\lambda - a_1b_1\lambda_1}{ab\lambda} \cdot 100\% . \quad (\text{П6.7})$$

Величину усушки оценивают по среднеарифметическому значению 3^х образцов.

Степень усушки древесины характеризуется коэффициентом объемной усушки (K_o), который определяется по формуле

$$K_o = \frac{y_o}{W} . \quad (\text{П6.8})$$

Самая значительная усушка древесины в тангенциальном направлении – 6...12 %, самая низкая – в продольном (0,1...0,3 %).

Определение предела прочности при сжатии вдоль волокон

Изготавливают образцы (3 шт) в форме прямоугольной призмы сечением 20×20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм. Обмеряют размеры сечений и вычисляют площадь. Затем образцы испытывают на прессе до разрушения.

Предел прочности при сжатии вдоль волокон при влажности W (%) вычисляют по формуле

$$R_{сж(в)}^{11} = \frac{F}{A}, \text{ МПа (кгс/см}^2\text{)}, \quad (\text{П6.9})$$

где F – разрушающая нагрузка, Н (кгс);

A – площадь поперечного сечения образца, м² (см²).

Полученный результат приводят к стандартной влажности (12 %) по формуле

$$R_{сж(12\%)}^{11} = R_{сж(в)}^{11} [1 + \alpha(W - 12)], \text{ МПа (кгс/см}^2\text{)}, \quad (\text{П6.10})$$

где α – поправочный коэффициент, равный 0,04;

W – влажность образца в момент испытания, %.

Определение предела прочности при статическом изгибе

Изготавливают образцы (3 шт.) в форме прямоугольной призмы сечением 20×20 мм и длиной вдоль волокон 300 мм. Поперечное сечение образца измеряют с точностью до 0,1 мм, определяя ширину b в радиальном направлении, а высоту h - в тангенциальном.

Испытание осуществляют по одно- или двухточечной схемам нагружения (табл. П5.2, рис. П5.1 и П5.2). Образец укладывают на две опоры, расстояние между центрами которых 240 мм. Если используется двухточечная схема нагружения, то расстояние между центрами верхних опор - 80 мм.

Предел прочности при изгибе при влажности (W) вычисляют по формулам

$$R_{изг(w)} = \frac{3 \cdot F \cdot \lambda}{2 \cdot b \cdot h^2}, \text{ МПа (кгс/см}^2\text{)} - \text{для одноточечной схемы; (П6.11)}$$

$$R_{изг(w)} = \frac{F \cdot \lambda}{b \cdot h^2}, \text{ МПа (кгс/см}^2\text{)} - \text{для двухточечной схемы, (П6.12)}$$

где F - разрушающая нагрузка, кгс; λ - расстояние между опорами, см;
 b, h - ширина и высота сечения образца, см.

Полученные значения приводят к стандартной влажности (12 %) по формуле

$$R_{изг(12\%)} = R_{изг(w)} [1 + a(W - 12)], \text{ МПа (кгс/см}^2\text{)}, \quad (\text{П6.12})$$

где a - коэффициент, равный 0,04; W - влажность образца в момент испытания, %.

Определение предела прочности при скалывании вдоль волокон

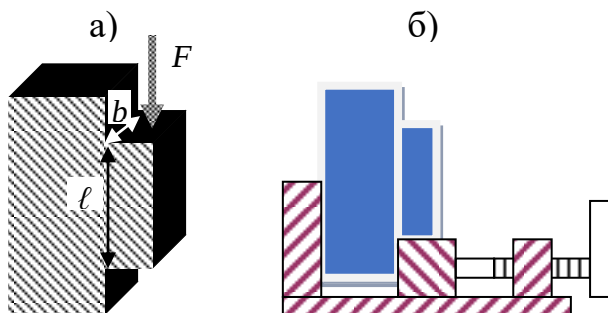


Рис. П6.1. Определение предела прочности при скалывании вдоль волокон:

а - образец;
 б - испытательное устройство с образцом

Изготавливают образцы (3 шт.) специальной формы (рис П6.1, а). Площадь скалывания должна быть либо в тангенциальной, либо в радиальной плоскости. Измеряют размеры площади скалывания (b, ℓ). Затем образец помещают в специальное приспособление (рис П6.1, б), ставят на гидравлический пресс и нагружают до разрушения (откола выступающей части).

Предел прочности при скалывании при влажности W вычисляют по формуле

$$R_{скл(w)}^{11} = \frac{F}{b \cdot \lambda}, \text{ МПа (кгс/см}^2\text{)}, \quad (\text{П6.13})$$

где F - разрушающая нагрузка, Н (кгс);
 b, ℓ - размеры площади скалывания, см.

Полученные значения приводят к стандартной влажности (12 %) по формуле:

$$R_{скл(12\%)}^{11} = R_{скл(w)}^{11} [1 + a(W - 12)], \quad (\text{П6.14})$$

где a - коэффициент, равный 0,03; W - влажность образца в момент испытания, %.

Характеристики важнейших пород древесины

Параметры состояния и физические свойства
древесины некоторых хвойных и лиственных пород [3]

Порода	Средняя плотность в абсолютно сухом состоянии, кг/м ³	Пористость, %	Предел прочности, МПа, при		
			сжатии вдоль волокон	статическом изгибе	скалывании вдоль волокон в радиальном направлении
Лиственница	630	46-73	65	112	9,9
Сосна обыкновенная	470	53-70	49	86	7,5
Ель	420	62-75	45	80	6,9
Пихта сибирская	350	55-81	39	69	6,4
Дуб	650	32-61	58	108	10,2
Береза	600	50-61	55	110	9,3
Бук	640	40-70	56	109	11,6
Осина	470	62-80	43	78	6,3
Граб	760		60	137	15,6
Ясень обыкновенный	640		59	123	13,9
Орех грецкий	-		55	110	11,0
Липа	470		46	88	8,6

Известь строительная воздушная

Общие теоретические сведения

Строительную воздушную известь получают обжигом при температуре 900...1200 °С осадочных горных пород (мел, известняки, доломиты), состоящих в основном из CaCO_3 и содержащих не более 6...8 % примесей глины и кварцевого песка:



В результате обжига получают куски белого цвета, называемые негашеной известью (CO_2). В зависимости от характера последующей ее обработки получают известь: негашеную молотую (кипелку) и при соединении с водой гашеную (гидратную) известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$



Гашеная (гидратная) известь, в зависимости от содержания воды подразделяется на пушонку, известковое тесто и известковое молоко.

Основной показатель качества извести сорт, который определяется по содержанию активных окислов ($\text{CaO} + \text{MgO}$), тонкости помола, количеству непогасившихся зерен в негашеной комовой извести (таблица).

Негашеная известь также характеризуется скоростью гашения, Согласно ГОСТ 9179 – 77 (Известь строительная. Технические условия) по времени гашения она подразделяется на быстрогасящуюся – не более 8 мин, среднегасящуюся – не более 25 мин, медленногасящуюся – не более 25 мин.

Технические требования к строительной воздушной извести

Показатели	Значение показателя извести								
	Кальцевой			Магнезальной			Доломитовой		
	Сорт								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Содержание активных CaO+MgO, считая на сухое вещество, %, не менее: в негашеной извести без добавок то же, с добавками	90 65	80 55	70 -	85 60	75 50	65 -	85 60	75 50	65 -
Количество непогасившихся зерен в негашеной комовой извести, %, не более	7	11	14	10	15	20	10	15	20
Тонкость помола – остаток частиц на ситах с сеткой, %, не более: N 02 N 008	1 10	1 10	1 10	1 10	1 10	1 10	1 10	1 10	1 10

Определение содержания в извести активных $\text{CaO}+\text{MgO}$

Методика проведения испытаний представлена в лабораторном практикуме [5].

Содержание активных $\text{CaO}+\text{MgO}$ в процентах для извести вычисляют по формуле

$$A = \frac{V \cdot T_{\text{CaO}} \cdot 100\%}{m}, \quad (\text{П8.3})$$

где V - объем раствора 1н (однонормальной) соляной кислоты, пошедшей на титрование, мл;

T_{CaO} - титр соляной кислоты, выраженный в граммах CaO (для однонормальной кислоты он составляет 0,02804);

m - масса навески извести, г.

Результаты испытаний сравнивают с данными табл. 1 и устанавливают сорт извести.

Определение температуры и времени гашения извести

Методика проведения испытаний представлена в лабораторном практикуме [5].

За время гашения принимают время с момента добавления воды до начала периода, когда рост температуры не превышает $0,25^\circ\text{C}$ в минуту.

Сведения из периодической таблицы Менделеева

Важнейших химических элементы и их атомные массы

Название химического элемента	Химический знак	Относительная атомная масса (округленная)
Водород	H	1
Углерод	C	12
Азот	N	14
Кислород	O	16
Фтор	F	19
Натрий	Na	23
Магний	Mg	24
Алюминий	Al	27
Кремний	Si	28
Фосфор	P	31
Сера	S	32
Хлор	Cl	35,5
Калий	K	39
Кальций	Ca	40
Марганец	Mn	55
Железо	Fe	56
Медь	Cu	64

Магнезиальные вяжущие

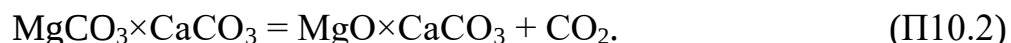
К ним относятся каустический магнезит MgO и каустический доломит $\text{MgO} \times \text{CaCO}_3$.

Каустический магнезит получают обжигом сырья из природного магнезита с последующим помолом. Температура обжига $700 \dots 800^\circ\text{C}$.

Разложение магнезита происходит по реакции



Каустический доломит получают из природного доломита. Доломит разлагается при температуре $600 \dots 700^\circ\text{C}$ на MgO и CO_2 . CaCO_3 остается в каустическом доломите.



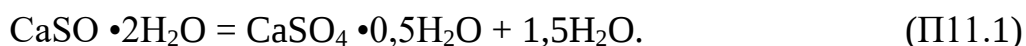
В отличие от остальных минеральных вяжущих веществ магнезиальные вяжущие затворяются не водой, а растворами хлористого магния $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ или сернокислого магния $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$. Получаются высокопрочные материалы и изделия. Каустический магнезит позволяет получить прочность искусственного камня на сжатие $40 \dots 60$ МПа, каустический доломит - $10 \dots 30$ МПа.

Гипсовые вяжущие

Общие теоретические сведения

Гипсовые вяжущие вещества – это воздушные вяжущие вещества, состоящие в основном из полуводного сульфата кальция или сульфата кальция и получаемые тепловой обработкой гипсового камня или ангидрита и помола.

Различают низкообжиговые и высокообжиговые гипсовые вяжущие. Наибольшее распространение получили низкообжиговые гипсовые вяжущие ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$), получаемые термической обработкой при температуре 110...180 °С природного гипсового камня, содержащего в основном $\text{CaSO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$:



Достаточное применение получило и ангидритовое вяжущее (CaSO_4), получаемое обжигом природного гипса при температуре 600...800 °С:



При взаимодействии гипсового вяжущего с водой образуется искусственный гипсовый камень ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$):



При взаимодействии с водой ангидритового вяжущего также образуется искусственный гипсовый камень ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), но с иными свойствами.



Качество гипсовых вяжущих обусловлено тонкостью помола, водопотребностью, сроками схватывания, прочностными показателями. Стандартные требования к строительному гипсу представлены в табл. П11.1 – П11.3.

Таблица П11.1

Показатели гипса строительного различной тонкости помола

Вид гипса	Индекс степени помола	Максимальный остаток на сите с размерами ячеек в свету 0,2 мм, %, не более
Грубого помола	I	23
Среднего помола	II	14
Тонкого помола	III	2

Таблица П11.2

Показатели сроков схватывания гипса строительного

Вид гипса	Индекс сроков твердения	Сроки схватывания, мин	
		начало, не ранее	конец, не позднее
Быстротвердеющий	A	2	15
Нормальнотвердеющий	B	6	30
Медленнотвердеющий	B	20	Не нормируется

ГОСТ 125-79 устанавливает 12 марок гипсового вяжущего (табл. П11.3).

Марки гипсовых вяжущих

Марка вяжущего	Предел прочности, МПа (кгс/см ²), образцов-балочек размерами 40х40х160 мм в возрасте 2 ч, не менее	
	при сжатии	при изгибе
Г-2	2 (20)	1,2 (12)
Г-3	3 (30)	1,8 (18)
Г-4	4 (40)	2,0 (20)
Г-5	5 (50)	2,5 (25)
Г-6	6 (60)	3,0 (30)
Г-7	7 (70)	3,5 (35)
Г-10	10 (100)	4,5 (45)
Г-13	13 (130)	5,5 (55)
Г-16	16 (160)	6,0 (60)
Г-19	19 (190)	6,5 (65)
Г-22	22 (220)	7,0 (70)
Г-25	25 (250)	8,0 (80)

Определение стандартной консистенции (нормальной густоты) гипсового теста

Стандартная консистенция (нормальная густота) характеризуется диаметром расплыва гипсового теста, вытекающего из цилиндрической емкости без дна при ее поднятии. Диаметр расплыва должен быть 180 ± 5 мм.

Методика проведения испытаний представлена в лабораторном практикуме [5].

Процентное содержание воды ($B_{ск}$) от массы гипса для теста стандартной консистенции определяют по формуле

$$B_{ск} = B/G \cdot 100, \quad (П11.5)$$

где B – расход воды, г; G – расход гипса, г.

Определение сроков схватывания гипсового теста

Сроки схватывания определяются на тесте стандартной консистенции.

Методика проведения испытаний представлена в лабораторном практикуме [5].

Началом схватывания гипсового теста считают промежуток времени от момента затворения гипса водой до момента, когда игла прибора Вика не доходит до дна стеклянной пластинки на 0,5 мм. Концом схватывания считают промежуток времени от момента затворения гипса до момента погружения иглы прибора в тесто не более, чем на 1 мм.

Сроки схватывания испытуемого гипсового теста сравнивают с требованиями табл. П11.2 и делают вывод о виде гипсового вяжущего по этому показателю.

Определение предела прочности при сжатии, изгибе и установление марки гипсового вяжущего

Марку гипса определяют по пределу прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек 4×4×16 см, изготовленных из гипсового теста нормальной густоты.

Методика проведения испытаний представлена в лабораторном практикуме [5].

После двухчасового твердения на приборе МИИ-100 определяют предел прочности при изгибе. Предел прочности при изгибе ($R_{изг}$) вычисляют как среднее арифметическое испытаний трех образцов.

Предел прочности при сжатии определяют испытанием шести половинок-балочек, полученных после испытания на изгиб. Образцы испытывают на гидравлическом прессе. Расчет предела прочности при сжатии производят по формуле

$$R_{сж} = F/A, \quad (П11.6)$$

где F - разрушающая сила, Н (кгс); A - площадь опоры пластин (25 см²).

Испытывают 6 образцов-половинок и вычисляют среднеарифметическое значение, отбросив наименьший и наибольший результаты.

По ($R_{изг}$ и $R_{сж}$) согласно данным табл. 3 делают вывод о марке вяжущего.

По показателям предела прочности при сжатии и изгибе, срокам схватывания и остатку на сите с размером ячеек в свету 0,2 мм определяют условное обозначение гипсовых вяжущих.

Например, для гипсового вяжущего с прочностью на сжатие 6,2 МПа (52 кгс/см²), прочностью на изгиб 2,9 МПа (29 кгс/см²) со сроками схватывания: начало - 4 мин, конец - 9 мин и остатком на сите с размером ячеек в свету 0,2 мм 9 %, т. е. вяжущего марки Г-5, быстротвердеющего, среднего помола будет следующее условное обозначение: *Г-5 А II*.

Цемент общестроительный

Общие теоретические сведения

Цемент - это название группы гидравлических вяжущих веществ, главной составной частью которых являются силикаты и алюминаты кальция.

Общестроительный цемент получают при помоле портландцементного клинкера с добавкой 2...4 % природного гипса (содержание SO_3 должно составлять 1,5...3,5 %).

Добавка гипса необходима для регулирования сроков схватывания портландцемента, так как измельченный клинкер после затворения водой схватывается (загустевает) в течение нескольких минут.

Портландцементный клинкер состоит из четырех основных минералов: алита (трехкальциевый силикат - $3CaO \cdot SiO_2$ (C_3S)), белита (двухкальциевый силикат - $2CaO \cdot SiO_2$ (C_2S)), трехкальциевого алюмината - $3CaO \cdot Al_2O_3$ (C_3A) и четырехкальциевого алюмоферрита - $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ (C_4AF).

Оксида магния (MgO) в клинкере не должно быть более 5,0 %.

Кроме клинкера в состав общестроительного цемента могут входить следующие минеральные добавки (Д): гранулированный шлак, пуццоланы, глиежи, микрокремнезем, золы-уноса, обожженные сланцы, известняки. В зависимости от вида добавки и ее содержания цементы делятся на 5 типов:

- ЦЕМ I - портландцемент (Д = 0 %).
- ЦЕМ II - портландцемент с минеральными добавками (Д = 6...35 %). Могут использоваться любые из вышеперечисленных добавок.
- ЦЕМ III - шлакопортландцемент (Д = 36...95 %). Используется гранулированный шлак (доменный или электротермофосфорный).
- ЦЕМ IV - пуццолановый цемент (Д = 11...55 %). Используются гранулированный шлак и пуццоланы, глиежи, микрокремнезем, золы-уноса.
- ЦЕМ V - композиционный цемент (Д = 36...80 %) Используются пуццоланы, глиежи, микрокремнезем, золы-уноса.

У цемента определяют тонкость помола, нормальную густоту, сроки схватывания цементного теста, равномерность изменения объема цемента, класс (марку) цемента.

Марка цемента назначается по прочности на сжатие с учетом прочности при изгибе. Цемент подразделяют на марки:

- портландцемент (ПЦ-Д0, ПЦ-Д5, ПЦ-Д20) - 400, 500, 550 и 600;
- шлакопортландцемент (ШПЦ) - 300, 400 и 500;
- портландцемент быстротвердеющий (ПЦ-Д20-Б) - 400 и 500;
- шлакопортландцемент быстротвердеющий (ШПЦ-Б) - 400.

Таблица П12.1

Технические требования к качеству цемента **различных классов**

Класс, подкласс прочности цемента	Прочность на сжатие, МПа, в возрасте			Начало схва- тывания, мин, не ра- нее	Равномерность изменения объема (расширение), мм, не более	
	2 сут, не менее	7 сут, не менее	28 сут			
			не менее			не более
32,5М*	-	12	32,5	52,5	75	10
32,5Н	-	16				
32,5Б	10	-				
42,5М	-	16	42,5	62,5	60	
42,5Н	10	-				
42,5Б	20	-				
52,5М	10	-	52,5	-	45	
52,5Н	20	-				
52,5Б	30	-				

* М – медленноотвердеющий, Н – нормальноотвердеющий, Б – быстроотвердеющий

Таблица П12.2

Технические требования к качеству цемента **различных марок**

Обозначение цемента	Гарантированная марка	Предел прочности, МПа (кгс/см ²)			
		при изгибе в возрасте, сут		при сжатии в возрасте, сут	
		3	28	3	28
ПЦ-Д0, ПЦ-Д5, ПЦ-Д20, ШПЦ	300	-	4,4 (45)	-	29,4 (300)
	400		5,4 (55)		39,2 (400)
	500		5,9 (60)		49,0 (500)
	550		6,1 (62)		53,9 (550)
	600		6,4 (65)		58,8 (600)
ПЦ-Д20-Б	400	3,9 (40)	5,4 (55)	24,5 (250)	39,2 (400)
	500	4,4 (45)	5,9 (60)	27,5 (280)	49,0 (500)
ШПЦ-Б	400	3,4 (35)	5,4 (55)	21,5 (220)	39,2 (400)

При взаимодействии цемента с водой химические реакции клинкерных минералов протекают следующим образом:

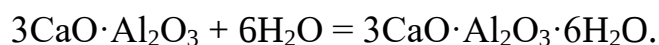
Трехкальциевого силиката (C₃S)



Двухкальциевого силиката (C₂S)



Трехкальциевого алюмината (C₃A)



Четырехкальциевого алюмоферрита (C₄AF)



В результате этих реакций образуются цементирующие вещества, приводящие к упрочнению цементного камня.

Определение тонкости помола цемента

Методика проведения испытаний представлена в лабораторном практикуме [5].

Тонкость помола цемента определяют в процентах отношением остатка на стандартном сите к первоначальной массе пробы с точностью до 0,1 %.

За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение результатов двух определений, расхождение между ними должно быть не более 1 % среднеарифметического значения.

Определение класса цемента

Класс прочности цемента - условное обозначение одного из значений параметрического ряда по прочности цемента (МПа) в максимальные сроки, установленные нормативным документом.

Для этого изготавливают образцы-балочки из смеси цемента, стандартного полифракционного песка (1:3 по массе) при водоцементном отношении, равном 0,50, и после твердения определяют предел прочности при изгибе и сжатии.

Полученные значения сравнивают с табл. 1 и устанавливают класс цемента по прочности.

Методика изготовления образцов и их испытания представлены в ГОСТ – 30744 «Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка».

Определение марки цемента

Марка цемента – величина, устанавливаемая по пределу прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек размером 4×4×16 см, изготовленных из цементно-песчаного раствора по специальному рецепту.

Методика изготовления образцов и их испытания представлены в лабораторном практикуме [5].

Марку цемента устанавливают по табл. П12.2.

Песок для строительных работ

Общие теоретические сведения

Песок применяется в качестве мелкого заполнителя (размер зерен от 0,16 до 5 мм) для бетонов, строительных растворов, приготовления сухих смесей, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов.

Группа песка в зависимости от зернового состава и область его применения устанавливается с помощью табл. П13.1.

Таблица П13.1

Группы песка и их применение

Группа песка	Модуль крупности	Полный остаток на сите № 063, %	Область применения
Повышенной крупности	3,0...3,5	65...75	Для бетонов и дорожных покрытий
Крупный	2,5...3,0	45...65	Для бетонов, растворов, дорожных покрытий
Средний	2,0...2,5	30...45	То же
Мелкий	1,5...2,0	10...30	То же
Очень мелкий	1,0...1,5	< 10	То же
Тонкий	0,7...1,0	нет нормы	Для растворов
Очень тонкий	< 0,7	нет нормы	Для растворов

Класс песка устанавливается по табл. П13.2

Таблица П13.2

Класс песка по содержанию крупных и мелких зерен

Класс и группа песка	Содержание зерен крупностью			Содержание пылевидных и глинистых частиц, в % по массе
	Св. 10 мм	Св. 5 мм	Менее 0,16 мм	
I класс				
Повышенной крупности, крупный и средний	0,5	5	5	2
Мелкий	0,5	5	10	3
II класс				
Повышенной крупности	5	20	10	3
крупный и средний	5	15	15	3
Мелкий и очень мелкий	0,5	10	20	5
Тонкий и очень тонкий	Не допускается	Не допускается	нет нормы	10

Качество песка оценивается по результатам лабораторных испытаний.

Песок, предназначенный для строительных работ, должен обязательно удовлетворять требованиям норм относительно зернового состава, содержания органических примесей, пылевидных и глинистых частиц.

Определение насыпной плотности песка

Методика проведения испытаний песка представлена в лабораторном практикуме [5].

Насыпную плотность песка ρ_n в кг/м³ вычисляют по формуле

$$\rho_n = \frac{(m_1 - m)}{V}, \quad (\text{П13.1})$$

где m - масса мерного цилиндра; m_1 – масса сосуда с песком; V –объем сосуда (1 дм³).

Определение зернового состава песка

Зерновой состав песка определяют путем рассева песка на стандартном наборе сит с отверстиями 2,5 мм, 1,25 мм, 0,63 мм, 0,315 мм и 0,16 мм.

После просеивания определяют частные остатки a_i в граммах и в %:

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100\%, \quad (\text{П13.2})$$

где m – начальная масса песка (1000 г), m_i – масса песка на ситах, г.

После этого вычисляют полные остатки A_i в % на каждом сите в процентах по формуле

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots + a_i, \quad (\text{П13.3})$$

где $a_{2,5}$; $a_{1,25}$; a_i - частные остатки на соответствующих ситах в %.

$$(A_{2,5} = a_{2,5}; A_{1,25} = a_{2,5} + a_{1,25}; A_{0,63} = a_{2,5} + a_{1,25} + a_{0,63} \dots).$$

Модуль крупности песка вычисляют по формуле

$$M_k = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,16}}{100}, \quad (\text{П13.4})$$

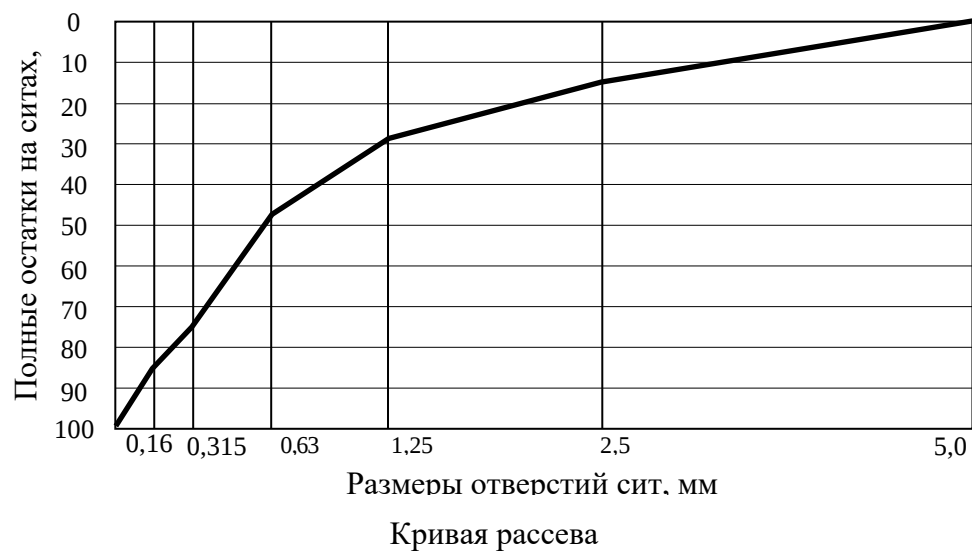
где $A_{2,5}$; $A_{1,25}$; $A_{0,63}$; $A_{0,315}$; $A_{0,16}$ - полные остатки на ситах, %.

Результаты определения представляют в виде табл. П13.3 и изображают графически в виде кривой просеивания (рисисунок)

Таблица П13.3

Зерновой состав песка

Наименование остатка	Остатки на ситах, %					Проход через сито № 016, %	M_k
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16		
Частные, г							
Частные, %							
Полные, %							



Определение содержания пылевидных и глинистых частиц методом отмучивания (размер частиц менее 0,05 мм)

Методика проведения испытаний представлена в лабораторном практикуме [5].

Содержание в песке пылевидных и глинистых частиц $\Pi_{отм}$ в % рассчитывают по формуле

$$\Pi_{отм} = \frac{(m - m_1)}{m} \cdot 100\%, \quad (\text{П13.5})$$

где m , m_1 - масса высушенного песка до отмучивания и высушенного песка после отмучивания,

Крупный заполнитель. Щебень, гравий

Общие теоретические сведения

Щебень из природного камня, наряду с гравием, применяется в качестве крупного заполнителя для тяжелого и легкого бетона, асфальтобетона, для отсыпки оснований и т. д. Он представляет собой сыпучий зернистый материал угловатой неправильной формы с зернами свыше 5 мм, получаемый с помощью дробления и последующего отсева продуктов дробления из изверженных (гранита, габбро, диабазы, базальта), осадочных и метаморфических (известняка, доломита) горных пород или дроблением плотных отходов производств (шлаков и др.). Средняя плотность зерен щебня должна составлять от 2 до 3 г/см³.

Выпускается щебень следующих фракций: 5 (3)...10 мм; 10...15 мм; 10...20 мм; 15...20 мм; 20... 40 мм; 40...80 (70) мм и смеси фракций от 5(3)...20 мм. Допускается выпуск и других смесей, составленных из отдельных фракций и фракций от 80 (70)...120 мм, 120...150 мм.

Щебень должен удовлетворять следующим требованиям:

✓ По зерновому составу.

Полные остатки на контрольных ситах при отсеве должны соответствовать указанным в табл. П14.1, где d и D - наименьшие и наибольшие номинальные размеры зерен.

Таблица 14.1

Полные остатки на контрольных ситах щебня фракций 5...10 мм, 10...20 мм, 20...40 мм, 40...80 мм и смеси фракций 5...20 мм

Диаметр отверстий контрольных сит, мм	d	$0,5(d+D)$	D	$1,25 D$
Полные остатки на ситах, % по массе	90...100	30...80	< 10	< 0,5

✓ По содержанию зерен пластинчатой и игловатой формы.

Группы щебня в зависимости от содержания зерен пластинчатой и игловатой формы приведены в табл. П14.2.

Таблица П14.2

Группы щебня

Группа щебня	Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, % по массе
1	≤ 10
2	10...15
3	15...25
4	25...35
5	35...50

Гравий не должен содержать зерен пластинчатой и игловатой формы более 35 % по массе.

- ✓ По содержанию пылевидных и глинистых частиц (размером менее 0,05 мм) (табл. П14.3)

Таблица П14.3

Содержание пылевидных и глинистых частиц

Вид породы и марка по дробимости щебня и гравия	Содержание пылевидных и глинистых частиц, % по массе не более
Щебень из изверженных и метаморфических горных пород марок: 600 и более	1
Щебень из осадочных пород марок: 600...1200	2
200...400	3
Щебень из гравия и валунов и гравий марок: 800...1000	1
600	2
400	3

- ✓ По истираемости приведены в табл. П14.4.

Таблица П14.4

Марки щебня и гравия по истираемости

Марка	Потеря массы при испытании, %	
	щебня	гравия
И1	≤25	≤ 20
И2	25...35	20...30
И3	35...45	30...40
И4	45...60	40...40

- ✓ По морозостойкости.
- ✓ По дробимости.
- ✓ По содержанию глины в комках.
- ✓ По содержанию зерен слабых пород.
- ✓ Радиационно-гигиенической характеристике.

Важными для расчетов являются плотность зерен, межзерновая пустотность, насыпная плотность

Определение насыпной плотности щебня

Для её определения высушенный щебень с высоты 10 см насыпают до образования горки в предварительно взвешенный мерный цилиндр (m), объем V которого выбирают в зависимости от крупности щебня (от 5 до 50 л). Излишек щебня срезают стальной линейкой вровень с краями цилиндра и цилиндр со щебнем взвешивают (m_1).

Насыпную плотность ρ_n , кг/м³ рассчитывают по формуле (П.13.1).

$$\rho_H = \frac{(m_1 - m)}{V}, \quad (\text{П14.1})$$

Определение зернового (гранулометрического) состава

Высушенную пробу щебня массой, принятой по табл. П14.5, просеивают ручным или механическим способом через набор стандартных сит с отверстиями, соответствующими номинальным размерам зерен данной фракции: 1,25D; D; 0,5 (D+d); d. Здесь D и d - наибольшие и наименьшие номинальные размеры зерен.

Таблица П14.5

Выбор массы пробы

Наибольший номинальный размер зерен D, мм	Масса пробы, кг
10	5,0
20	10,0
40	20,0
>40	40,0

Определяют:

- частный остаток a_i на каждом сите по формуле П.13.2; %,

????

- полный остаток A_i на каждом сите по формуле П.13.3, %.

Например, для сита с размером 0,5 (D+d) полный остаток составит:

$$A_i = a_{1,25D} + a_D + a_{0,5(D+d)}, \quad (\text{П13.3})$$

Где $a_{1,25D}$, a_D , $a_{0,5(D+d)}$ - частные остатки на соответствующих ситах, %.

Рассев несортированного щебня (гравия), а также песчано-гравийной смеси производят с применением полного набора стандартных сит: 1,25; 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70 мм.

Значения полных остатков на каждом из контрольных сит (табл. П14.6) сравнивают с требуемыми величинами, приведенными в табл. П14.1.

Таблица П14.6

Зерновой состав щебня (гравия).

Наименование остатка	Остатки на ситах, %				Проход через сито №, d %
	1,25D	D	0,5(D+d)	d	
Частные	$a_{1,25D}$	a_D	$a_{0,5(D+d)}$	a_d	
Полные	$A_{1,25D}$	A_D	$A_{0,5(D+d)}$	A_d	

Также по результатам испытаний строят кривую просеивания, откладывая по горизонтали размеры отверстий контрольных сит (d ; $0,5(D + d)$; D ; $1,25 D$), а по вертикали (сверху вниз) - полные остатки на ситах, %. Полученные точки соединяют кривой.

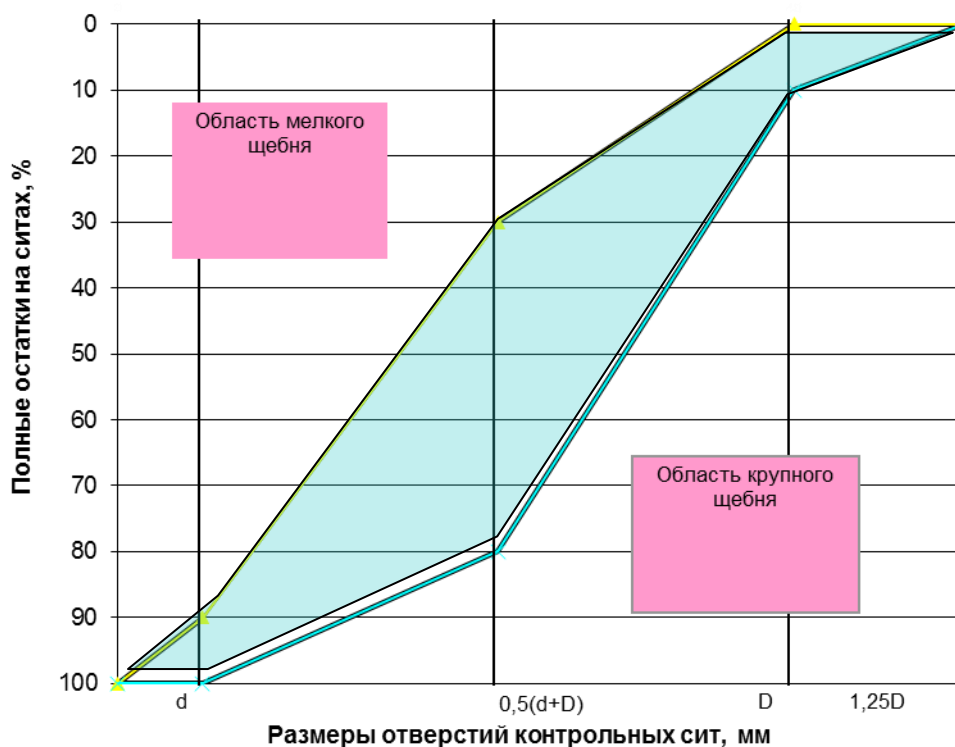


Рис. 1. График зернового состава щебня

Определение истираемости (износа) щебня (гравия)

Истираемость определяют по потере массы зерен при испытании пробы в полочном барабане с шарами. Щебень не должен содержать пылевидных и глинистых частиц более 1 % по массе.

Методика проведения испытаний представлена в лабораторном практикуме [5].

После испытания содержимое барабана просеивают через сито с отверстиями диаметром 5 мм и контрольное сито с сеткой № 1,25. Остатки на ситах соединяют, взвешивают (m_1) и истираемость щебня (I) в %, определяют по формуле:

$$I = \frac{(m - m_1)}{m} \cdot 100\% \quad (4)$$

где m – исходная масса щебня, г.

Опыт повторяют два раза и вычисляют среднее арифметическое.

Марка щебня по истираемости устанавливается по табл. 4.

Определение содержания зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм

Оценивается количество зерен, толщина которых менее длины в три раза и более.

От каждой фракции берут пробу из расчета 0,25 кг - для щебня размером зерен от 5 до 10 мм; 1,0 кг - от 10 до 20 мм; 5 кг - от 20 до 40 мм; 10 кг - свыше 40 мм. В каждой пробе визуально отбирают зерна с толщиной или шириной меньше длины в три и более раз. Замеры производят с помощью штангенциркуля. Отобранные зерна взвешивают.

Содержание в каждой фракции щебня зерен пластинчатой и игловатой форм ($\Pi_{пл}$), % определяют по формуле:

$$\Pi_{пл} = \frac{m_1}{m} \cdot 100\% , \quad (5)$$

где m - общая навеска пробы, г;

m_1 - масса зерен пластинчатой и игловатой форм, г.

При наличии нескольких фракций, содержание зерен пластинчатой и игловатой форм ($\Pi_{см}$) в % определяют как средневзвешенное значение результатов испытаний каждой фракции по формуле:

$$\Pi_{см} = \frac{x_1 a_1 + x_2 a_2 + \dots + x_i a_i}{a_1 + a_2 + \dots + a_i} , \quad (6)$$

где $x_1, x_2, \dots, x_i$ - процент зерен пластинчатой и игловатой форм в каждой фракции, %; $a_1, a_2, \dots, a_i$ - содержания каждой фракции в смеси, %.

Керамические материалы и изделия

Общие теоретические сведения

К керамике относятся все виды материалов, полученные из глин, доведенных обжигом при высоких температурах (900...1100 °С) до камневидного состояния (керамический череп).

Глина - природный землистый, тонкозернистый материал, содержащий 30 % и более глинистых частиц.

Основными глинистыми минералами являются каолинит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), монтмориллонит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$) и гидрослюда $\text{K}_{<1}\text{Al}_{<2}[(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Важнейшим процессом при получении керамического изделия является обжиг, состоящий из нескольких стадий:

1-я, сушка ($t=100-120$ °С), удаление физической воды. При высыхании сырец уменьшается в размерах (воздушная усадка в пределах 2...8 %);

2-я, нагрев ($t=120-400$ °С), выгорание органических примесей, ослабление кристаллической решетки глинистых минералов;

3-я, дегидратация ($t=400-800$ °С), потеря химически связанной воды у каолинита: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \uparrow$ и у монтмориллонита: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \uparrow$. Происходит увеличение прочности и уменьшение массы. Процесс необратим;

4-я, обжиг ($t=800-1200$ °С), разложение метаксаолита ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), а с 900 °С начинается образование главного керамического минерала – муллита ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$). С дальнейшим повышением температуры глины спекаются, за этим наступает вспучивание, а затем размягчение и плавление. Температура, при которой глина переходит в текучее состояние, называется температурой плавления.

5-я, охлаждение ($t=1200-40$ °С)

Среди видов строительной керамики важнейшее место занимают стеновые изделия, главным представителем которых является керамический кирпич, который предназначен для кладки наружных и внутренних стен и других элементов зданий и сооружений.

Его изготавливают полнотелым или пустотелым. По размерам (мм), в основном, выпускаются одинарный кирпич $250 \times 120 \times 65$ (нормального формата – НФ) и утолщенный $250 \times 120 \times 88$ (1,4 НФ). Гораздо реже встречаются другие типоразмеры с длиной 250 или 288 мм, шириной 60, 85, 120, 138 мм, толщиной 55, 65, 88 мм и объемом 0,5НФ; 0,7НФ; 0,8НФ; 1,3НФ; 1,4НФ.

Для оценки качества керамического кирпича в лаборатории определяют следующие свойства: внешний вид, форму, размеры, предел прочности при сжатии и изгибе, водопоглощение, среднюю плотность, морозостойкость.

Класс средней плотности изделий и группа по теплотехническим характеристикам определяется по средней плотности в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Класс и группы керамических изделий

Класс средней плотности кирпича	Средняя плотность, кг/м ³	Группа кирпича по теплотехническим характеристикам
0,7	До 700	Высокой эффективности
0,8	710...800	
1,0	810...1000	Повышенной эффективности
1,2	1010...1200	Эффективные
1,4	1210...1400	Условно-эффективные
2,0	1410...2000	Малозэффективные (обыкновенные)
2,4	2010...2400	

Марка кирпича устанавливается по средней и наименьшей величине предела прочности при сжатии и изгибе в соответствии с данными табл. 2.

Таблица 2

Средние значения показателей прочности керамического кирпича и камней в зависимости от марки

Марка кирпича и камней	Предел прочности, МПа (среднее значение для пяти образцов)			
	При сжатии	При изгибе		
	Для всех видов кирпича и камней	Для полнотелого кирпича	Для пустотелого кирпича формата менее 1,4 НФ	Для пустотелого кирпича формата 1,4НФ
300	30,0 (25)	4,4 (2,2)	3,4 (1,7)	2,9 (1,5)
250	20,0 (20)	3,9 (2,0)	2,9 (1,5)	2,5 (3,0)
200	20,0 (17,5)	3,4 (1,7)	2,5 (1,3)	2,3 (1,1)
175	17,5 (15,0)	3,1 (1,5)	2,3 (1,1)	2,1 (1,0)
150	15,0 (12,5)	2,8 (1,4)	2,1 (1,0)	1,8 (0,9)
125	12,5 (10,0)	2,5 (1,2)	1,9 (0,9)	1,6 (0,8)
100	10,0 (7,5)	2,2 (1,1)	1,6 (0,8)	1,4 (0,7)

Примечание: в скобках приведены наименьшие показатели для отдельных образцов.

Определение класса средней плотности керамического кирпича

Для определения средней плотности отбирают пять образцов кирпича, соответствующего требованиям внешнего вида, и предварительно высушивают до постоянной массы при температуре 105...110 °С.

Образцы после взвешивания с точностью до 1 г измеряют штангенциркулем. Измерение производят три раза по каждой грани кирпича в центре и отступив от краев 5 мм. Рассчитывают среднее арифметическое измерений по каждой грани.

Производят расчет средней плотности каждого кирпича по формуле:

$$\rho_m = m / V, \text{ кг/м}^3 \quad (1)$$

где m - масса высушенного кирпича, кг;
 V – объем высушенного кирпича, м³.

Определение предела прочности при изгибе

Для определения отбирают пять образцов кирпича. Испытание проводится на гидравлическом прессе с помощью 3-х стержней. Расстояние между опорными (нижними) стержнями - 20 см. Для кирпичей пластического формования, в местах опирания и приложения нагрузки, предварительно производится выравнивание поверхности постели кирпичей слоем цементного раствора толщиной до 3 мм и шириной 25... 30 мм. Цементный раствор изготавливается из равных частей цемента марки не ниже 400 (класса цемента не менее 32,5) и песка крупностью не более 1 мм при водоцементном отношении 0,4. После 3-х суток твердения производятся испытания на прессе и предел прочности при изгибе, МПа (кгс/см²), вычисляют по формуле:

$$R_{изг} = \frac{3Fl}{2bh^2} \quad (2)$$

где F - разрушающая нагрузка, кгс/см²; ℓ - расстояние между осями опор, см;
 b - ширина образца, см; h - высота образца, см.

Предел прочности при изгибе вычисляется как среднее арифметическое пяти результатов. Для установления марки также учитывается наименьшее значение предела прочности.

Определение предела прочности кирпича при сжатии

Испытанию подвергают пять образцов. Каждый образец состоит из двух целых кирпичей или из двух половинок, наложенных друг на друга по постели. Половинки получают предварительным распилом и при составлении образца распиленные торцы должны быть с разных сторон. Образцы из кирпича полусухого прессования составляются без соединения и выравнивания раствором, после чего испытываются. Образцы из кирпича пластического формования получают скреплением и выравниванием с помощью цементно-песчаного раствора. Толщина растворного шва (соединяющего и выравнивающих слоев) должна быть 3...5 мм. Состав раствора, сроки твердения его перед испытанием образцов аналогичны испытанию на изгиб. Для выравнивания опорных поверхностей допускается вместо цементного раствора использовать гипсовый раствор, прокладки из войлока, резины, картона или шлифование.

Испытание производят на гидравлическом прессе. Предел прочности при сжатии, МПа, определяют по формуле:

$$R_{сж} = \frac{F}{A}, \quad (3)$$

где F - разрушающая нагрузка, кгс;

A - площадь поперечного сечения образца, см².

При испытании утолщенного кирпича результат определения прочности на сжатие умножают на коэффициент - 1,2.

Предел прочности при сжатии вычисляется как среднее арифметическое пяти результатов. Для установления марки также учитывается наименьшее значение предела прочности.

Основные характеристики цемента

Вид цемента	Нормальная густота цементного теста, %	Истинная плотность, г/см ³	Насыпная плотность, кг/м ³	Цвет и запах пропаренных образцов	Проба магнитом
Портландцемент	22—26	3—3,2	1100—1300	От светлого до светло-зеленого, без запаха	Незначительное количество железных частиц
Пуццолановый портландцемент	28—40	2,7—2,9	900—1100	Светло-серый, без запаха	То же
Шлакопортландцемент	26—30	2,8—3	1000-1200	Темно-серый с синими полосками и пятнами, запах сероводорода	Значительное количество железных частиц
Глиноземистый цемент	31—33	3,1-3,3	1000—1300	Серый или коричневатый без запаха	Незначительное количество железных частиц

Тонкость помола цемента определяют по остатку на сите с сеткой № 008 в процентах к массе просеиваемой пробы.

Нормальной густотой цементного теста считают консистенцию теста, когда пестик прибора Вика, погруженный в кольцо с тестом, не доходит на 5...7 мм до пластинки (дна). Нормальную густоту цементного теста характеризуют количеством воды затворения, выраженным в процентах от массы цемента.

Для определения марки цемента изготавливают образцы-балочки из цементно-песчаного раствора состава 1:3 нормальной консистенции (с таким водоцементным отношением, при котором расплыв конуса на встряхивающем столике после 30 встряхиваний составляет 106...115 мм).

Гарантированная марка	Предел прочности, МПа (кгс/см ²) в возрасте 28 сут	
	при изгибе	при сжатии
300	4,4 (45)	29,4 (300)
400	5,4 (55)	39,2 (400)
500	5,9 (60)	49,0 (500)
550	6,1 (62)	53,9 (550)
600	6,4 (65)	58,8 (600)

Методика определения требуемой прочностью бетона при заданном классе по прочности

По прочности на сжатие бетон делится на следующие классы: В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В22,5; В25; В27,5; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60; В70; В80; В90; В100; В110; В120.

Класс бетона (по прочности) является гарантированной прочностью с обеспеченностью 0,95. Следовательно, заданная прочность обеспечивается не менее чем в 95 случаях из 100.

Контроль прочности бетона может проводиться по одной из схем (ГОСТ 18105):

для бетонной смеси готовой к применению (БСГ) применяют схемы А, Б, Г;

для сборных конструкций применяют схемы А, Б, В, Г;

для монолитных конструкций применяют схемы В, Г.

Для определения состава тяжелого бетона при выполнении контрольной работы необходимо использовать схему испытания Г.

Схема А используется в тех случаях, когда для определения однородности бетона по прочности использовалось не менее 30 единичных результатов с учетом результатов полученных при контроле предыдущих партий в анализируемом периоде.

Схема Б используется в тех случаях, когда для определения однородности бетона по прочности использовалось не менее 15 единичных результатов в контролируемой, а так же в предыдущих проконтролируемых партиях за анализируемом периоде.

Схема В применяется в тех случаях, когда для определения однородности бетона были использованы результаты неразрушающего контроля.

Схема Г используется, в случаях если характеристики однородности бетона по прочности не определялись. Применяется данная схема если невозможно получить необходимое число результатов согласно схемам А и Б.

При заданном классе требуемую прочность бетона в МПа можно рассчитать по формуле

$$R_T = K_T \cdot B,$$

где R_T это требуемая прочность бетона, МПа;

K_T это коэффициент, зависящий от коэффициента вариации;

B это класс бетона по прочности, МПа.

При использовании для испытания схем А и В коэффициент K_T определяют согласно табл. 1 в зависимости от среднего значения коэффициента вариации за анализируемый период.

Таблица 1

Коэффициент требуемой прочности (K_T) согласно схемам А и В

Средний коэффициент вариации прочности, %	Коэффициент требуемой прочности (K_T)			
	все виды бетонов (за исключением ячеистых и плотных силикатных) и конструкций (за исключением массивных гидротехнических конструкций)	плотный силикатный бетон	ячеистый бетон	бетон для массивных гидротехнических конструкций
6 и менее	1,07	1,06	1,08	1,09
7	1,08	1,07	1,09	1,10
8	1,09	1,08	1,1	1,11
9	1,11	1,09	1,12	1,13
10	1,14	1,12	1,13	1,14
11	1,18	1,14	1,14	1,16
12	1,23	1,18	1,17	1,18
13	1,28	1,22	1,22	1,20
14	1,33	1,27	1,26	1,22
15	1,38	1,33	1,32	1,23
16	1,43	1,39	1,37	1,25
17		1,46	1,43	1,28
18			1,50	1,32
19			1,57	1,36
20				1,39
Более 20	ОБЛАСТЬ НЕ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ			

При применении схемы Б коэффициент K_T определяют по формуле

$$K_T = \frac{1}{1 - t_\alpha \frac{V_c}{100}},$$

где t_α это коэффициент который принимаемый по табл. 2 и зависит от общего числа единичных значений в проконтролированных партиях по которым расчи-

тан V_c ;

V_c это скользящий коэффициент вариации прочности.

Таблица 2

Коэффициент t_α	
Число единичных значений прочности бетона, n	Коэффициент t_α
15	1,76
20	1,73
25	1,71
30	1,7
от 30 до 60	1,68
более 60	1,64

При применении схемы испытания Г коэффициент K_T принимают по табл. 3.

Таблица 3

Коэффициент требуемой прочности K_T при применении схемы Г

Вид бетона	Коэффициент
Все виды бетонов (за исключением ячеистого и плотного силикатного бетонов)	1,28
Плотный силикатный бетон	1,33
Ячеистый бетон	1,43

Если фактическая прочность бетона будет не ниже требуемой, а минимальное единичное значение прочности не менее значения ($R_T - 4$), а так же не менее нормируемого класса бетона по прочности, то партия БСГ и партия сборных конструкций подлежат приемке по прочности.

Класс бетона по прочности (схема испытания Г) для монолитных конструкций принимают равным 80% от средней прочности бетона конструкций, но не более минимального единичного значения прочности бетона для отдельной конструкции или участка конструкции входящих в контролируемую партию:

$$R_{\phi} = 0,8R_m.$$

Справочные материалы по расчету состава тяжелого бетона

Таблица 1

Коэффициенты качества заполнителей

Характеристика заполнителей бетона	A	A ₁
Высококачественные	0,65	0,43
Рядовые	0,60	0,40
Пониженного качества	0,55	0,37

Таблица 2

Расход воды на 1 м³ бетонной смеси

Характеристика бетонной смеси		Расход воды, л, при наибольшей крупности							
		гравия				щебня			
Подвижность, см	Жесткость, с	10	20	40	70	10	20	40	70
-	40...50	150	135	125	120	160	150	135	130
-	25...35	160	145	130	125	170	160	145	140
-	15...20	165	150	135	130	175	165	150	145
-	10...15	175	160	145	140	185	175	160	155
2...4	-	190	175	160	155	200	190	175	170
5...7	-	200	185	170	165	210	200	185	180
8...10	-	205	190	175	170	215	205	190	185
10...12	-	215	205	190	180	225	215	200	190
12...16	-	220	210	197	185	230	220	207	195
16...20	-	227	218	203	192	237	228	213	202

Расход воды представлен для бетонных смесей при использовании портландцемента с нормальной плотностью цементного теста 26...28 % и песка средней крупности ($M_k = 2$).

Если нормальная плотность цементного теста отличается, то на каждый процент изменения в меньшую сторону расход воды уменьшается на 3...5 л, а если в большую сторону то увеличивается на 3...5 л на каждый процент изменения.

Если модуль крупности песка отличается от $M_k = 2$, то на каждые 0,5 в меньшую сторону расход воды необходимо увеличить на 3...5 л, в большую сторону уменьшить на 3...5 л.

Таблица 3

Минимальный расход цемента в зависимости от условий работы конструкции

Условия работы конструкции	Расход цемента, кг/м ³ при уплотнении	
	вибрацией	без вибрации
Бетон, находящийся при эксплуатации в соприкосновении с водой, подверженный частому замораживанию и оттаиванию	240	265
Бетон, не защищенный при эксплуатации от атмосферного воздействия	220	250
Бетон, защищенный при эксплуатации от атмосферного воздействия	200	220

Таблица П16.4

Коэффициент раздвижки зерен (α) используемый для пластичных бетонных смесей

Расход цемента, кг/м ³	Коэффициент α при В/Ц				
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	-	-	1,26	1,32	1,38
300	—	1,3	1,36	1,42	-
350	1,32	1,38	1,44	-	-
400	1,40	1,46	—	—	-

Примечание. При не совпадении расхода цемента и воды с табличными значениями, коэффициент α находят интерполяцией или экстраполяцией. В случае применения жестких бетонных смесей, то коэффициент α принимают 1,05...1,15.

Выписка из ГОСТ 379-2015
«Кирпич, камни, блоки и плиты перегородочные силикатные.
Общие технические условия»

Марку силикатного камня, блоков и перегородочных плит устанавливают по табл. 1.

Таблица 1

Пределы прочности изделий при сжатии и изгибе

Марка изде- лия	Предел прочности МПа (кгс/см ²), не менее					
	при сжатии		при изгибе			
	средний для пяти образ- цов камня, блоков, плит и для десяти образцов кирпича	наимень- ший из значений	одинарного и утол- щенного полнотелого кирпича	одинарного и утол- щенного пустотелого кирпича	средний для пяти образцов кирпича	наимень- ший из значений
М300	30,0 (300)	24,0 (240)	4,0 (40)	2,7 (27)	2,4 (24)	1,8 (18)
М250	25,0 (250)	20,0 (200)	3,5 (35)	2,3 (23)	2,0 (20)	1,6 (16)
М200	20,0 (200)	16,0 (160)	3,2 (32)	2,1 (21)	1,8 (18)	1,3 (13)
М175	17,5 (175)	14,0 (140)	3,0 (30)	2,0 (20)	1,6 (16)	1,2 (12)
М150	15,0 (150)	12,0 (120)	2,7 (27)	1,8 (18)	1,5 (15)	1,1 (11)
М125	12,5 (125)	10,0 (100)	2,4 (24)	1,6 (16)	1,2 (12)	0,9 (9)
М100	10,0 (100)	8,0 (80)	2,0 (20)	1,3 (13)	1,0 (10)	0,7 (7)

Марка по прочности лицевых кирпича и камней должна быть не ниже М125.

За марку изделий по морозостойкости принимают число циклов попеременного замораживания и оттаивания, после которых в изделиях отсутствуют признаки видимых повреждений (шелушение, расслоение, выкрашивание и др.), снижение прочности при сжатии не превышает 20%, потеря массы - 10%.

По морозостойкости силикатные изделия подразделяют на марки F25, F35, F50, F75, F100.

Нормативные требования к бетонным смесям

Марка по удобо- укладываемости	Норма удобоукладываемости по показателю:		
	жесткости, с	подвижности, см	
		осадка конуса	распływ конуса
Сверхжесткие смеси			
СЖ3	Более 100	—	—
СЖ2	51—100	—	—
СЖ1	50 и менее	—	—
Жесткие смеси			
Ж4	31—60	—	—
Ж3	21—30	—	—
Ж2	11—20	—	—
Ж1	5—10	—	—
Подвижные смеси			
П1	4 и менее	1—4	—
П2	—	5—9	—
П3	—	10—15	—
П4	—	16—20	26—30
П5	—	21 и более	31 и более

Показатели физико-механических свойств ячеистых бетонов

Вид бетона	Марка бетона по средней плотности	Класс по прочности на сжатие бетона	
		автоклавного	неавтоклавного
Теплоизоляционный	D300	B0,5; B0,75	-
	D350	B0,75; B1	-
	D400	B1; B1,5	B0,5; B0,75
	D500	-	B0,75; B1
Конструкционно-теплоизоляционный	D500	B1; B1,5; B2; B2,5	-
	D600	B1,5; B2; B2,5 B3,5	B1; B2
	D700	B2; B2,5 B3,5; B5	B1,5; B2; B2,5
	D800	B2,5 B3,5; B5; B7,5	B2; B2,5 B3,5
	D900	B3,5; B5; B7,5; B10	B2,5 B3,5; B5
Конструкционный	D1000	B7,5; B10; B12,5	B5; B7,5
	D1100	B10; B12,5; B15	B7,5; B10
	D1200	B12,5; B15	B10; B12,5

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов Л.Н. Строительные материалы, изделия и конструкции: Учебное пособие. – М.: ОАО «ЦИТП им. Г.К. Орджоникидзе», 2014.-467 с.
2. Строительное материаловедение [Текст] : учеб. пособие для вузов : рек. УМО / под общ. ред. В. А. Невского. - Ростов н/Д : Феникс, 2007 (Ростов н/Д : ЗАО "Книга", 2007). - 571 с.
3. Микульский В.Г. Строительные материалы (материаловедение и технология): Учебное пособие.- М.: ИАСВ, 2002.- 536 с.
4. Чернушкин О.А., Усачев А.М., Усачев С.М., Черкасов С.В. Строительные материалы: учебное пособие для студентов бакалавриата заочной формы обучения направления подготовки «Строительство», Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2016.- 137 с.
5. Черкасов С.В., Адоньева Л.Н. Материаловедение. Лабораторный практикум Учебное пособие для студентов ВУЗов специальностей «Промышленное и гражданское строительство», «Водоснабжение и водоотведение», «Экспертиза и управление недвижимости».- Воронеж: 2010.- 90 с.
6. Руководство по подбору состава тяжелого бетона/НИИ бетона и железобетона Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1979. – 103 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Правила оформления контрольной работы.....	4
2. Рекомендации по выполнению контрольных заданий.....	4
3. Примеры решения задач.....	4
3.1. Задачи по определению параметров состояния и свойств строительных материалов и изделий.....	4
3.2. Задачи по расчету материального баланса производства строительных материалов и изделий и определению их качества.....	9
3.3. Задачи по проектированию состава тяжелого бетона.....	23
4. Контрольные вопросы и задачи.....	25
Вариант1.....	25
Вариант2.....	26
Вариант3.....	28
Вариант4.....	29
Вариант5.....	30
Вариант6.....	31
Вариант7.....	32
Вариант8.....	33
Вариант9.....	34
Вариант10.....	35
Вариант11.....	36
Вариант12.....	37
Вариант13.....	38
Вариант14.....	39
Вариант15.....	40
Вариант16.....	41
Вариант17.....	42
Вариант18.....	43
Вариант19.....	45
Вариант20.....	46
Вариант21.....	47
Вариант22.....	48
Вариант23.....	49
Вариант24.....	50
Вариант25.....	51
Вариант26.....	52
Вариант27.....	53
Вариант28.....	54
Вариант29.....	56
Вариант30.....	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	58
Приложение 1.....	59
Приложение 2.....	60
Приложение 3.....	61
Приложение 4.....	66
Приложение 5.....	67
Приложение 6.....	70
Приложение 7.....	73
Приложение 8.....	74

Приложение 9.....	76
Приложение 10.....	77
Приложение 11.....	78
Приложение 12.....	81
Приложение 13.....	84
Приложение 14.....	87
Приложение 15.....	92
Приложение 16.....	96
Приложение 17.....	97
Приложение 18.....	100
Приложение 19.....	102
Приложение 20.....	103
Приложение 21.....	104
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ...	105

Учебное пособие

**Власов Виктор Васильевич,
Черкасов Сергей Васильевич,
Баранов Евгений Владимирович,
Макеев Алексей Иванович
Турченко Алла Евгеньевна**

«ПРИМЕРЫ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ»

Методическое пособие с рекомендациями по самостоятельной работе студентов направления «Строительство» при выполнении контрольных работ по дисциплине «Строительные материалы»

Подписано в печать **23.06.2019**

Формат 60×84 1/16 Бумага для множительных аппаратов
Усл. -печ.л. 6 Тираж 200 экз. Заказ № _____

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»
394026 Воронеж, Московский проспект, 14

Участок оперативной полиграфии. Издательство ВГТУ
394026 Воронеж, Московский проспект, 14