

**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання контрольних робіт
для студентів напрямів підготовки
6.060101 Будівництво та 6.050301 Гірництво**

**Дніпропетровськ
2015**

Содержание

Введение

1. Физико-механические свойства строительных материалов
 - 1.1. Плотность
 - 1.1.1. Истинная плотность
 - 1.1.2. Средняя плотность
 - 1.1.3. Насыпная плотность
 - 1.1.4. Относительная плотность
 - 1.2. Пористость
 - 1.3. Пустотность
 - 1.4. Водопоглощение
 - 1.5. Коэффициент насыщения пор водой
 - 1.6. Теплопроводность
 - 1.7. Прочность
 - 1.8. Твердость
 - 1.9. Коэффициент размягчения
 - 1.10. Коэффициент конструктивного качества
 - 1.11. Особенности определения свойств древесины
 2. Вяжущие вещества и их виды
 - 2.1. Классификация и виды
 3. Варианты заданий к контрольным работам № 1
 4. Типовые задачи к теме «Воздушные вещества»
 5. Типовые задачи к теме «Гидравлические вяжущие вещества»
- Литература

Введение

Целью преподавания дисциплины «Строительное материаловедение» является изучение общих основ материаловедения, позволяющих подготовить специалиста к решению профессиональных задач в области проектно-конструкторской, организационно-управленческой, производственно-технологической, научно-исследовательской деятельности в сфере строительства.

Подготовка высококвалифицированного специалиста ставит перед дисциплиной «Строительное материаловедение» следующие задачи:

1. Осветить основные направления научно-технического прогресса в области разработки, производства и применения прогрессивных материалов и изделий; экологические проблемы производства и применения строительных материалов, изделий и конструкций.

2. Выявить тесную материаловедческую связь состава и строения материалов с их свойствами; изложить материаловедческие основы получения материалов оптимального состава, структуры с требуемыми техническими характеристиками, конкурентоспособностью и долговечностью при максимальном комплексном ресурсосбережении; закономерности изменения свойств под воздействием различных факторов.

3. Показать роль науки в создании эффективных конструкционных, изоляционных и отделочных материалов и изделий; закономерности создания состава и структуры, а также качественно новые свойства композиционных материалов, тенденции развития функциональных, конструкционно-функциональных и конструкционных специальных видов материалов.

4. Обратить внимание на значение показателей качества продукции и оценку ее технического уровня по системам сертификации продукции.

5. Отразить тенденции развития специальных видов строительных материалов; проанализировать меры защиты строительных материалов, изделий и конструкций от воздействия различных агрессивных сред; методы повышения долговечности и надежности.

6. Ознакомить с методами экономического анализа при выборе строительных материалов; ориентировать будущих специалистов на использование местных материально-технических ресурсов.

7. Освоить методы оценки свойств и структуры строительных материалов в ходе лабораторного практикума.

Программа курса «Строительное материаловедение» предусматривает изучение теоретических основ, проведения лабораторных работ. Теоретическая часть изучается студентами-заочниками самостоятельно по рекомендуемой учебной литературе.

Изучение теоретической части курса завершается выполнением контрольных работ №1.

Выполнение контрольных работ производится письменно в соответствии с вариантом.

Контрольные работы состоят из трех теоретических вопросов и двух задач. Ответы излагаются в письменном виде, они должны быть четкими и конкретными. При решении задач последовательно излагают ход решения и формулируют выводы.

Теоретические вопросы по темам:

- основные свойства строительных материалов;
- природные каменные материалы;
- древесина и композиционные материалы на ее основе;
- керамические материалы;
- материалы и изделия из минеральных расплавов;
- разновидности искусственных полимерных конгломератов;
- металлические материалы и изделия;

- минеральные вяжущие вещества;
- искусственные каменные материалы на основе минеральных вяжущих;
- бетоны на неорганических вяжущих;
- органические вяжущие;
- строительные растворы;
- органические вяжущие и изделия на их основе;
- отделочные материалы;
- современные материалы для полов;
- органические вяжущие и изделия на их основе;
- гидроизоляционные материалы;
- теплоизоляционные и акустические материалы;
- лакокрасочные материалы.

Задачи по темам:

- основные свойства строительных материалов;
- керамические материалы;
- металлические материалы и изделия;
- древесина и композиционные материалы на ее основе;
- минеральные вяжущие вещества;
- бетоны на неорганических вяжущих.

Контрольные работы должны быть сброшюрованы и подписаны студентом.

Лабораторные работы студенты выполняют под руководством преподавателей и лаборантов кафедры. Основные пояснения по выполнению лабораторных работ даются преподавателем, а сами работы по испытанию материалов студенты делают самостоятельно под руководством опытных лаборантов. Студент обязан выполнить все лабораторные работы, причем каждая работа проверяется преподавателем. Студент, получивший зачет по лабораторным работам, выполнивший и получивший рецензию преподавателя по контрольным работам, допускается к сдаче экзамена.

Образец титульного листа прилагается.

1. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1.1. Плотность

При решении задач и изучении свойств материалов необходимо различать плотность материалов в естественном состоянии, плотность в абсолютно плотном состоянии (плотность самого материала), плотность сыпучих материалов.

1.1.1. Истинная плотность – масса единицы объема материала в абсолютно плотном состоянии (без пор и пустот) определяется по формуле:

$$\rho_n = m / V_a, \quad (1.1.)$$

где: ρ_n – истинная плотность, г/см³;

m – масса материала в абсолютно уплотненном состоянии, г;

V_a – объем материала в абсолютно плотном состоянии, см³

$$V_a = V_{\text{ест}} - V_n, \quad (1.2.)$$

где: $V_{\text{ест}}$ – объем материала в естественном состоянии, см³;

V_n – объем пор в материале, см³.

1.1.2. Средняя плотность – масса единицы объема материала в естественном состоянии (вместе с порами и пустотами), определяется по формуле:

$$\rho_o = m_o / V_{\text{ест}}, \quad (1.3.)$$

где: ρ_o – средняя плотность, г/см³;

m_o – масса материала в естественном состоянии, г;

V – объем материала в естественном состоянии, см³.

1.1.3. Насыпная плотность – масса единицы объема материала, состоящего из зерен различного диаметра, находящихся в рыхлом состоянии (в насыпной объем включены межзерновые пустоты)

$$\rho_n = m_n / V_n, \quad (1.4.)$$

где: ρ_n – насыпная плотность, г/см³;

m_n – насыпная масса, г;

V_n – насыпной объем, равный объему сосуда, см³.

Насыпную плотность определяют как в рыхлонасыпном состоянии, так и в уплотненном. В первом случае материал засыпается в сосуд с определенной высоты, во втором – уплотняется на виброплощадке (30-60 сек).

Из вышеизложенного следует, что в единице объема для данного материала

$$m > m_o > m_n \quad \rho_n > \rho_o > \rho_n$$

1.1.4. Относительная плотность – безразмерная величина, равная отношению средней плотности материала к плотности воды при 4°С, равной – 1 г/см³.

$$d = \rho_o / \rho_v \quad (1.5.)$$

где: d – относительная плотность;

ρ_o – средняя плотность материала, г/см³;

ρ_v – плотность воды при 4°С, 1 г/см³.

Относительная плотность учитывается в некоторых эмпирических формулах (формула В.П. Некрасова для расчета теплопроводности, выражение для вычисления коэффициента конструктивного качества и др.).

1.2. Пористость материала (общая) – это доля заполнения объема материала порами.

Вывод формулы общей пористости:

$$P_{(u)} = \frac{V_n}{V} = \frac{(V_{\text{ест}} - V_a)}{V} = 1 - \frac{V_a}{V_{\text{ест}}} = 1 - \frac{m / \rho_u}{m / \rho_o} = 1 - \frac{\rho_o}{\rho_u}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{п}} &= V_{\text{ест}} - V_{\text{а}} \\ V_{\text{а}} &= m / \rho_{\text{н}} \\ V_{\text{ест}} &= m / \rho_{\text{о}} \end{aligned}$$

$$\Pi_{(o)} = [1 - (\rho_{\text{о}} / \rho_{\text{н}})] \cdot 100 \%, \quad (1.6.)$$

где: $\Pi_{(o)}$ – общая пористость материала, доли или %;
 $V_{\text{ест}}$ – объем материала в естественном состоянии, см^3 ;
 $V_{\text{а}}$ – объем материала в абсолютно плотном состоянии, см^3 ;
 $V_{\text{п}}$ – объем пор в материале, см^3 ;
 $\rho_{\text{н}}$ – истинная плотность материала, $\text{г}/\text{см}^3$;
 $\rho_{\text{о}}$ – средняя плотность материала, $\text{г}/\text{см}^3$.

От величины пористости и ее характера зависят важнейшие свойства материала: плотность, прочность, теплопроводность, долговечность и др.

Пористость в материале характеризуется как открытыми, так и закрытыми порами.

$$\Pi_{\text{о}} = \mathbf{B}_{\text{в}}, \quad (1.7.)$$

где: $\Pi_{\text{о}}$ – открытая пористость, %;
 $W_{\text{о}}$ – водопоглощение по объему.

$$\Pi_{\text{з}} = \Pi_{(n)} - \Pi_{\text{о}}, \quad (1.8.)$$

где: $\Pi_{\text{з}}$ – закрытая пористость, %;
 $\Pi_{(n)}$ – общая пористость, %;
 $\Pi_{\text{о}}$ – открытая пористость, %.

Открытые поры увеличивают водопоглощение и водопроницаемость материала и ухудшает его морозостойкость.

Увеличение пористости за счет открытой увеличивает долговечность материала, снижает теплопроводность.

1.3. Пустотность – это доля межзерновых пустот в насыпном объеме материала.

Вывод формулы пустотности:

$$\Pi_{\text{у}} = \frac{V_{\text{пуст}}}{V_{\text{н}}} = \frac{V_{\text{н}} - V}{V_{\text{н}}} = 1 - \frac{V}{V_{\text{н}}} = 1 - \frac{m / \rho_{\text{о}}}{m / \rho_{\text{н}}} = 1 - \frac{\rho_{\text{н}}}{\rho_{\text{о}}}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{пуст}} &= V_{\text{н}} - V \\ V &= m / \rho \\ V_{\text{н}} &= m / \rho_{\text{н}} \end{aligned}$$

$$\Pi_{\text{у}} = [1 - (\rho_{\text{н}} / \rho_{\text{о}})] \cdot 100 \%, \quad (1.9.)$$

где: $\Pi_{\text{у}}$ – пустотность, доли или %;
 $V_{\text{н}}$ – насыпной объем материала, см^3 ;
 V – объем материала, см^3 ;
 $V_{\text{пуст}}$ – объем пустот в насыпном объеме материала, см^3 .

Пустотность – важнейшая характеристика правильности подбора зернового состава заполнителей для бетонов, от которых зависит расход вяжущего (цемента, битума и др.). На практике пустотность лежит в пределах 26,5-47,6 %.

1.4. Водопоглощение - способность материала впитывать и удерживать воду.

Водопоглощение выражают или степенью заполнения объема материала водой (водопоглощение по объему $B_{\text{в}}$), или отношением количества поглощенной воды к массе сухого материала (водопоглощение по массе $B_{\text{м}}$).

$$\mathbf{W}_{\text{м}} = [(m_{\text{н}} - m_{\text{с}}) / m_{\text{с}}] \cdot 100 \%, \quad (1.10)$$

$$\mathbf{W}_{\text{о}} = [(m_{\text{н}} - m_{\text{с}}) / V \cdot \rho_{\text{в}}] \cdot 100 \%, \quad (1.11.)$$

где: $W_{\text{о}}$ – водопоглощение по объему, %;
 $W_{\text{м}}$ – водопоглощение по массе, %;
 $m_{\text{н}}$ – масса материала, насыщенного водой, г;

m_c – масса материала в воздушно-сухом состоянии, г;

V – объем сухого материала, см^3 .

Водопоглощение по объему W_o и водопоглощение по массе W_m связаны между собой зависимостью:

$$W_o/W_m = (m_n - m_c) \cdot m_c / V \cdot \rho_v \cdot (m_n - m_c) = m/V \cdot \rho_v = \rho_o / \rho_v = d, \quad (1.12.)$$

$$W_o = \rho_o \cdot W_m, \quad (1.13.)$$

где: ρ_o – средняя плотность материала, г/см^3 ;

ρ_v – плотность воды, 1 г/см^3 ;

ρ_0 – относительная плотность.

1.5. Коэффициент насыщения пор водой – отношение водопоглощения по объему к пористости.

$$K_n = \frac{W_o}{P_{(u)}}, \quad (1.14.)$$

где: K_n – коэффициент насыщения пор водой;

W_o – водопоглощение по объему, %

$P_{(u)}$ – общая пористость, %.

Коэффициент насыщения пор водой изменяется от 0 (все поры в материале замкнуты) до 1 (все поры открыты). Чем выше K_n , тем выше доля открытых пор относительно замкнутых.

1.6. Теплопроводность – способность материала передавать теплоту через толщу от одной поверхности к другой. Теплопроводность характеризуется количеством теплоты, проходящей через материал толщиной 1 м, площадью 1 м^2 , в течение 1 с при разности температур на противоположных поверхностях материала 1°C .

$$\lambda = Q \cdot b / (F \cdot (t_1 - t_2) \cdot l) \quad (1.15.)$$

где: λ – коэффициент теплопроводности, $\text{Вт/м}^\circ\text{C}$;

Q – количество тепла, Дж;

F – площадь материала, м^2 ;

b – толщина материала, м;

$(t_2 - t_1)$ – разность температур по обе стороны слоя материала, $^\circ\text{C}$;

l – время, в течение которого проходил тепловой поток, ч

Коэффициент теплопроводности можно подсчитать ориентировочно по относительной плотности материала, пользуясь эмпирической формулой В.П. Некрасова:

$$\lambda = 1,16 \cdot \sqrt{0,0196 + 0,22d_2} - 0,16 \quad (1.16)$$

где: d – относительная плотность материала.

1.7. Прочность – свойство материала сопротивляться, не разрушаясь, внутренним напряжениям и деформациям, которые возникают под действием внешних факторов (силовых, тепловых и т.д.)

Прочность материала оценивается пределом прочности, который условно равен максимальному напряжению, возникшему в материале под нагрузкой, вызывавшей разрушение материала.

На практике предел прочности определяют путем разрушения стандартных образцов при сжатии, изгибе или растяжении.

1.7.1. Предел прочности при сжатии:

$$R_{сж} = \frac{N}{F}, \quad (1.17)$$

где: $R_{сж}$ – предел прочности при сжатии, МПа;

N – разрушающая нагрузка, кгс; F – площадь сечения образца, см^2

1.7.2. Предел прочности при растяжении:

$$R_{\text{раст}} = \frac{N_p}{F_0}, \quad (1.18)$$

где: $R_{\text{раст}}$ – предел прочности при растяжении, МПа;

N_p – нагрузка, вызывающая разрыв образца, кгс;

F_0 – первоначальная площадь сечения образца, см².

1.7.3. Предел прочности при изгибе определяют путем испытания образца материала в виде призм (балочек) на двух опорах. Их нагружают одной или двумя сосредоточенными силами до разрушения:

$$R_{\text{изг}} = \frac{M_{\text{изг}}}{W} \quad (1.19)$$

где: $R_{\text{изг}}$ – предел прочности при изгибе, МПа;

$M_{\text{изг}}$ – изгибающий момент;

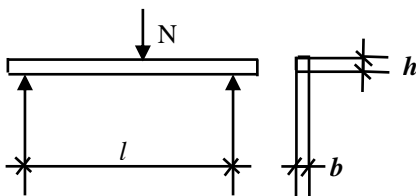
W – момент сопротивления балки прямоугольного сечения.

$$W = (b \cdot h^2) / 6, \quad (1.20)$$

где: b – ширина образца, см;

h – высота образца, см.

Предел прочности при изгибе при одной сосредоточенной симметричной относительно опор нагрузке: (рис.1.1.):



$$R_{\text{изг}} = M/W \quad M_{\text{изг}} = \frac{N}{2} * \frac{l}{2} = \frac{Nl}{4} \quad (1.21)$$

$$R_{\text{изг}} = \frac{Nl}{4} \cdot \frac{6}{bh^2} = \frac{3Nl}{2bh^2} \quad (1.22)$$

Рис. 1.1. Схема испытания на изгиб, при одной сосредоточенной нагрузке.

При двух сосредоточенных относительно опор нагрузках (рис. 1.2.):

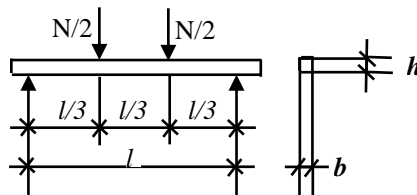


Рис. 1.2. Схема испытания на изгиб при двух сосредоточенных нагрузках.

$$M_{\text{изг}} = \frac{N}{2} * \frac{l}{3} = \frac{Nl}{6}, \quad (1.23)$$

$$R_{\text{изг}} = \frac{M_{\text{изг}}}{W} = \frac{Nl}{6} \cdot \frac{6}{bh^2} = \frac{Nl}{bh^2}, \quad (1.24)$$

где: N – разрушающая нагрузка, кгс;

l – расстояние между опорами, см;

b и h – соответственно ширина и высота балочки, см.

1.8. Твердость – способность материала сопротивляться проникновению в него более твердого тела (шарика, призмы, пирамиды).

Твердость по Бриннелю (рис. 1.3.) определяют по величине отпечатка металлического шарика по формуле:

$$HB = 2N \cdot 9,8 / [\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})], \quad (1.25)$$

где: HB – твердость, МПа;
 d – диаметр отпечатка, мм;
 D – диаметр шарика, мм;
 N – нагрузка, Н

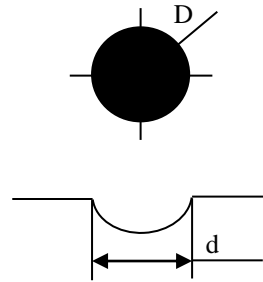


Рис. 1.3. Схема испытания на твердость

Существует эмпирическая зависимость между твердостью стали по Бринеллю, которая определяется величиной отпечатка твердого металлического шарика диаметром $D=10$ мм при нагрузке $N=3000 \times 9,8$ Н и пределом прочности стали на растяжение:

$$R_{\text{раст}} = 0,36 \text{ HB} \quad (1.26)$$

1.9. Коэффициент размягчения – отношение прочности материала, насыщенного водой, к прочности сухого материала:

$$K_p = R_{\text{нас}} / R_{\text{сух}} \quad (1.27)$$

где: K_p – коэффициент размягчения
 $R_{\text{сух}}$ – предел прочности сухого материала, МПа;
 $R_{\text{нас}}$ – предел прочности насыщенного материала, МПа

Коэффициент размягчения характеризует водостойкость материала, он изменяется от 0 (размокающие глины, гипсовые образцы и др.) до 1 (металлы, стекло и др.). Материалы, у которых $K_p > 0,8$, можно применять во влажных условиях без специальных мер по защите их от увлажнения.

1.10 Коэффициент конструктивного качества К.К.К. – отношение предела прочности (как правило при сжатии) материала к его относительной плотности:

$$\text{К.К.К.} = R_{\text{сж}} / d, \quad (1.28)$$

где: К.К.К. – коэффициент конструктивного качества;
 $R_{\text{сж}}$ – предел прочности при сжатии, МПа;
 d – относительная плотность.

Если для определения прочности, коэффициента размягчения и коэффициента конструктивного качества используют гидравлический пресс с манометром, фиксирующим давление, при котором разрушается образец материала, то предел прочности находят по формуле:

$$R_{\text{сж}} = N / F = MS / F, \quad (1.29)$$

где: $R_{\text{сж}}$ – предел прочности при сжатии, МПа;
 N – разрушающая нагрузка, кгс;
 M – показание манометра (давление), атм.;
 S – площадь поршня, см^2 ;
 F – площадь образца (рабочая), см^2 .

Единицы измерения:

$$[R] = \text{Н}/\text{м}^2 = 1 \text{ МПа}; \quad [N] = 1 \text{ Н} = 10^{-1} \text{ кгс} = 10^{-3} \text{ кН}$$

$$[R] = 1 \text{ кгс}/\text{см}^2 = 10^5 \text{ Па} = 10^{-1} \text{ МПа}$$

1.11. Особенности определения свойств древесины

При изучении свойств древесины и выполнении заданий необходимо учитывать неоднородность строения древесины, которая обуславливает различие показателей прочности и теплопроводности вдоль и поперек волокон, а также снижение физико-механических свойств при увлажнении. Поэтому полученные при испытании показатели приводят к стандартной влажности 12%, пользуясь формулами:

для средней плотности:

$$\rho_{o(12)} = \rho_{o(w)} [1 + 0,01 \cdot (1 - K_o) (12 - W)], \quad (1.30)$$

где: $\rho_{o(12)}$ - средняя плотность древесины при влажности 12%, г/см³;

$\rho_{o(w)}$ - средняя плотность древесины при данной влажности, г/см³;

K - коэффициент объемной усушки (для пород древесины березы, бука и лиственницы - 0,6; для древесины прочих пород - 0,5);

W - влажность древесины в момент определения, %.

для прочностных показателей образцов с влажностью меньше предела гигроскопичности:

$$R_{12} = R_w [1 + \alpha(W - 12)]. \quad (1.31)$$

для образцов с влажностью, равной или большей предела гигроскопичности (30%):

$$R_{12} = R_w / K^{30}_{12}. \quad (1.32)$$

где: R_{12} - показатель данного свойства при влажности 12%, МПа;

R_w - показатель этого свойства при влажности в момент испытания, МПа;

W - влажность древесины в момент определения, %;

α - поправочный коэффициент, равный 0,04;

K^{30}_{12} - коэффициент пересчета при влажности 30%, равный: 0,4 – для березы и лиственницы; 0,445 - для ели, пихты, граба, груши, ивы, ореха, осины и тополя; 0,45 - для сосны и бука; 0,475 - для клена; 0,535 - для вяза и ясеня; 0,55 - для дуба, липы и ольхи.

Определение предела прочности при сжатии:

$$R^w = N_{\max} / a \cdot b \quad (1.33)$$

где: R^w - прочность при данной влажности, МПа;

N_{\max} - максимальная нагрузка, кгс;

a и b - размеры поперечного сечения образца, см.

Предел прочности древесины данной влажности приводят (пересчитывают) к пределу прочности древесины при 12%-ной влажности.

Определение предела прочности при изгибе:

Прочность древесины на статистический изгиб определяют по схеме (рис. 1.2) балки свободно лежащей на двух опорах с пролетом 240 мм и нагруженной двумя сосредоточенными грузами на расстоянии 80 мм:

$$R_{\text{изг}(w)} = N / bh^2 \quad (1.34)$$

где: $R_{\text{изг}(w)}$ - предел прочности древесины данной влажности, МПа;

N - разрушающая нагрузка, кгс;

l - расстояние между опорами, см;

b и h - ширина и высота сечения образца, см.

2. ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА И ИХ ВИДЫ

2.1. Классификация и виды

Вяжущие вещества широко применяют в строительстве для изготовления искусственных каменных материалов (бетонных и железобетонных изделий и конструкций, дорожных и других покрытий, кладочных и штукатурных растворов, гидро- и теплоизоляционных материалов и т.д.). Их делят на две основные группы: органические и минеральные (неорганические). *Органические вяжущие вещества* представляют собой продукты перегонки нефти, каменного угля, древесины, торфа, обладающие способностью под влиянием физических или химических процессов переходить из пластичного состояния в твердое или малопластичное. К ним относятся: битумы, дегти, пеки, полимеры и эмульсии на их основе.

Минеральные вяжущие вещества представляют собой продукты, получаемые термической обработкой минерального сырья с последующим помолом в тонкий порошок. Поэтому минеральными вяжущими веществами называют тонкодисперсные (порошкообразные) материалы, способные при смешивании с жидкостью (водой, реже растворами солей) образовывать пластичное тесто, которое под влиянием физико-механических процессов, постепенно затвердевая, переходит в прочное камневидное состояние. При получении искусственных каменных материалов вяжущее тесто служит связкой "минеральным коллоидным клеем" для зерен или волокон заполнителей. При объединении жидкости с вяжущим и заполнителями получают следующие материалы:

Составляющие	До затвердевания	После затвердевания
Вяжущее + жидкость	Вяжущее тесто (коллоидный клей)	Камень вяжущего (цементный камень)
Вяжущее + вода + песок	Растворная смесь	Растворный камень (раствор)
Вяжущее + вода + мелкий заполнитель (песок) + крупный заполнитель (щебень или гравий)	Бетонная смесь	Бетонный камень (бетон)

В зависимости от способности твердеть и сохранять прочность, полученную после отвердевания в той или иной среде, минеральные вяжущие вещества разделяют на воздушные и гидравлические.

Воздушные вяжущие вещества после затворения водой или растворами солей способны переходить в камневидное состояние и сохранять его без потери прочности только на воздухе. К ним относятся воздушная известь, гипсовые вяжущие, магнезиальные вяжущие, растворимое стекло.

Гидравлические вяжущие вещества после затворения водой и предварительного затвердевания в среде влажного воздуха продолжают твердеть в воде, набирая прочность значительно большую, чем на воздухе. К гидравлическим вяжущим относятся: известь гидравлическая, романцемент, портландцемент и его разновидности, шлакопортландцемент, пуццолановый, тампонажный, глиноземистый, расширяющийся и другие цементы.

Воздушные вяжущие вещества применяют только в наземных, защищенных от увлажнения сооружениях. Гидравлические вяжущие вещества могут применяться как для наземных сооружений, работающих в условиях повышенной влажности, так и для подземных и подводных сооружений. Следовательно, для правильного выбора вяжущего для той или иной конструкции или детали нужно ясно представлять условия, в которых эта конструкция будет работать.

При решении задач по разделу "Вяжущая известь" необходимо изучить основы производства, процессы, происходящие при обжиге и гашении извести, виды извести, свойства извести.

Строительной воздушной известью называют вяжущее вещество, получаемое умеренным обжигом (не до спекания) кальциево-магниевых карбонатных горных пород (известняка, мела, доломитов и пр.), содержащих на более 6% глинистых примесей.

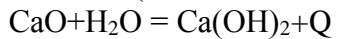
Технологический процесс получения извести состоит из добычи известняка в карьере, его подготовки (дробления, сортировки) и обжига (в шахтных, вращающихся и других печах). При обжиге (при температуре 1000-1200 °С) известняк декарбонизируется и превращается в известь по реакции:



В результате обжига получают продукт в виде кусков белого цвета, называемый негашеной комовой известью (кипелкой) - CaO. Из нее путем помола или гашения получают:

- известь негашеную молотую - CaO;
- гашеную гидратную известь - пушонку - Ca(OH)₂, содержащую 32% воды;
- известковое тесто - Ca(OH)₂, содержащее 50% воды;
- известковое молоко - Ca(OH)₂, содержащее в 3-4 раза больше воды, чем тесто.

При взаимодействии комовой негашеной извести с водой происходит гидратация оксида кальция (гашение извести) с выделением значительного количества тепла



По времени гашения строительную известь подразделяют на быстрогасящуюся (не более 8 мин), среднегасящуюся (не более 25 мин) и медленногасящуюся (более 25 мин).

3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 1

Вариант № 1

Вопросы:

1. Механические свойства материалов. Методы их определения.
2. Какие строительные материалы и изделия получают из горных пород?
3. В каких разрезах изучают свойства древесины и почему?

Задачи:

1. Масса образца при влажности 12 % составляет 200 г. Определите пористость материала, если истинная плотность 4000 кг/м^3 , а водопоглощение по объему 6 % при содержании воды в образце 5,21г.
2. Масса 1 м^3 сосны при влажности 12 % составляет 529 кг. Определить коэффициент конструктивного качества сосны, если при сжатии вдоль волокон образца стандартного размера с влажностью 20 % разрушающая нагрузка оказалась равной 18 кН.

Вариант № 2

Вопросы:

1. Деформативные свойства (упругость, пластичность, хрупкость).
2. Строение и состав древесины. Основные виды древесных пород.
3. Красочные материалы. Основные компоненты красочных составов.

Задачи:

1. Во сколько раз пористость камня А отличается от пористости камня В, если известно, что плотность твердого вещества камня В $2,76 \text{ г/см}^3$, а плотность камня А на 20 % больше, чем камня В. Водопоглощение по объему камней в 1,8 раз больше водопоглощения по массе.
2. Определить какое количество глины необходимо для получения 3000 шт. кирпича плотности 1780 кг/м^3 . Средняя плотность сырой глины 1600 кг/м^3 , влажность ее 13 %, а потери при прокаливании составляют 9 % от массы сухой глины.

Вариант № 3

Вопросы:

1. Керамические материалы для наружной отделки зданий. Требования к ним.
2. Основные сырьевые материалы для производства стекол.
3. Красочные материалы. Основные компоненты красочных составов.

Задачи:

1. Определить истинную плотность куба, если его масса 2200 г, водопоглощение по объему 15 %, масса после насыщения водой 1,9 кг, пористость 33 %.
2. Определить среднюю плотность древесины (сосны) при влажности 24 %, если при влажности 10 % она равна 490 кг/м^3 . Коэффициент объемной усушки равен 0,5. Подсчитать коэффициент конструктивного качества сосны, если предел прочности при сжатии при влажности 17 % составляет 58 МПа.

Вариант № 4

Вопросы:

1. Свойства, характеризующие отношение материалов к действию тепла (теплофизические свойства). Методы их оценки.
2. Основные физико-механические свойства гранита, мрамора, лабрадорита, габбро.
3. Меры защиты древесины от гниения.

Задачи:

1. Выберите материал для работы в условиях влажной среды, образцы – кубы размером $6 \times 6 \times 6 \text{ см}$:

а) $N_{сж}^{сух} = 3200$ кгс;
 $N_{вл}^{сух} = 2600$ кгс;

б) $N_{сж}^{сух} = 4100$ кгс;
 $N_{вл}^{сух} = 3050$ кгс.

2. Сколько потребуется глины для изготовления 1400 шт. плиток для пола размером 150x150x13 мм, если известно, что пористость плиток 3 %, плотность спекшейся массы равна 2,54 г/см³, а потери при сушке и обжиге глины составили 18 % от массы глины.

Вариант № 5

Вопросы:

1. Понятие долговечности и надежности строительных конструкций и изделий.
2. Меры защиты древесины от возгорания.
3. Пластмассы. Сырьевые материалы и их назначение. Положительные и отрицательные свойства пластмасс.

Задачи:

1. Образец в виде куба имеет закрытую пористость 28 %, истинную плотность 2,4 г/см³, массу 1,3 кг, водопоглощение по объему 12 %. Определить предел прочности на сжатие, если разрушающая нагрузка 210 кН.
2. Масса 3 м³ сосны при влажности 12 % составляет 730 кг. Определить коэффициент конструктивного качества сосны, если при сжатии вдоль волокон образца стандартного размера с влажностью 20 % разрушающая нагрузка оказалась равной 18 кН.

Вариант № 6

Вопросы:

1. Как изменяются свойства материалов при их увлажнении? Привести примеры.
2. Пластмассы. Достоинства и недостатки.
3. Композиционные материалы на основе древесины. Свойства. Применение.

Задачи:

1. Масса образца камня в сухом состоянии равна 3,5 кг. Определить массу образца после насыщения водой, а также истинную плотность, если средняя плотность составляет 1900 кг/м³, пористость 24 %, а водопоглощение по объему 19 %.
2. Определить, марку кирпича керамического стандартных размеров, если при испытании на изгиб (из 5 образцов) средняя разрушающая нагрузка составила 405,6 кгс, а на сжатие половинок – кирпичей – 26352 кгс. Минимальный предел прочности при сжатии отдельных образцов 13 МПа, а при изгибе – 2,3 МПа.

Вариант № 7

Вопросы:

1. Морозостойкость. Определение. Марка по морозостойкости.
2. Керамические материалы для наружной отделки зданий. Требования к ним.
3. Основы производства стекла.

Задачи:

1. Определить предел прочности при изгибе призмы с квадратным сечением, если разрушающая нагрузка 210 кгс, пролет между опорами 10 см, длина призмы 16 см.
2. Образец древесины размером 2x2x3 см имеет влажность 10 %. После высушивания образца до влажности 0 % его размеры сократились и стали 1,97x1,97x2,95 см. Определить объемную усушку и коэффициент объемной усушки.

Вариант № 8

Вопросы:

1. Морозостойкость. Определение. Марка по морозостойкости.
2. Материалы и изделия из природного камня, применяемые для фундаментов, кровель, стен зданий.

3. Керамические материалы для внутренней отделки стен. Требования к ним.

Задачи:

1. Определить коэффициент конструктивного качества материала в форме куба размером 5x5x5 см, массой 250 г, если при испытании на сжатие разрушающая нагрузка составила 2600 кгс.

2. Сколько получится керамического кирпича из 2 м³ глины, если средняя плотность кирпича 1750 кг/м³, а плотность сырой глины (при влажности 12 %) 1650 кг/м³. При обжиге сырца потери при прокаливании составляют 9 % от массы сухой глины.

Вариант № 9

Вопросы:

1. Декоративные изделия на основе горных пород.
2. Плитки керамические для полов. Требования к ним.
3. Перечислите основные виды полимерных конструкций, применяемых в строительстве.

Задачи:

1. Масса сухого образца из ракушечника, равна 320 г, после насыщения водой масса образца увеличилась до 380 г. Найти пористость, объемное и массовое водопоглощение ракушечника, если истинная плотность его равна 2,55 г/см³, а объем составляет 250 см³.

2. Выберите материал для работы в условиях влажной среды, образцы – кубы размером 6x6x6 см:

а) $N_{сж}^{сух} = 4200$ кгс;

б) $N_{сж}^{сух} = 5100$ кгс;

$N_{вл}^{сух} = 3600$ кгс;

$N_{вл}^{сух} = 4050$ кгс.

Вариант № 10

Вопросы:

1. Материалы и изделия из каменных расплавов. Области применения.
2. Стекло. Сырье. Разновидности стекла и стеклянных изделий.
3. Виды деревянных конструкций, применяемых в современном строительстве.

Задачи:

1. Образец в виде куба показал предел прочности при сжатии 20 МПа, при разрушающей нагрузке 200 кН. Определить водопоглощение по объему, если масса куба насыщенного водой 2,1 кг, а средняя плотность 2 г/см³.

2. Масса 1 м³ сосны при влажности 12 % составляет 494 кг. Определить коэффициент конструктивного качества сосны, если при сжатии вдоль волокон образца стандартного размера с влажностью 23 % разрушающая нагрузка оказалась равной 1900 кгс.

Вариант № 11

Вопросы:

1. Лицевой керамический кирпич. Основные характеристики и область применения.
2. Какие отделочные материалы изготавливают на основе полимеров и области их применения.
3. Лакокрасочные материалы. Разновидности. Назначение.

Задачи:

1. Образец в виде куба показал предел прочности при сжатии 40 МПа, при разрушающей нагрузке 400 кН. Определить водопоглощение по объему, если масса куба насыщенного водой 4,1 кг, а средняя плотность 2 г/см³.

2. Сколько потребуется глины для изготовления 2500 шт. плиток для пола размером 200x200x78 мм, если известно, что пористость плиток 7 %, плотность спекшейся массы равна 2,24 г/см³, а потери при сушке и обжиге глины составили 16 % от массы глины.

Вариант № 12**Вопросы:**

1. Плотность строительных материалов. Приведите значения плотности распространенных материалов.
2. Лицевой керамический кирпич. Основные характеристики и область применения.
3. Битумы и их основные свойства.

Задачи:

1. Определить коэффициент размягчения и дать заключение о водостойкости ракушечника, если известна разрушающая нагрузка при испытании образца в сухом состоянии на гидравлическом прессе – 2380 кгс, площадь – 400 см². После насыщения водой прочность камня уменьшилась на 25 %.
2. Определить среднюю плотность древесины (сосны) при влажности 24 %, если при влажности 10 % она равна 490 кг/м³. Коэффициент объемной усушки равен 0,5. Подсчитать коэффициент конструктивного качества сосны, если предел прочности при сжатии при влажности 17 % составляет 58 МПа.

Вариант № 13**Вопросы:**

1. Факторы, влияющие на долговечность материала.
2. Что называют пластмассами? Основные компоненты пластмасс и их назначение.
3. Битумные вяжущие вещества. Состав и строение битумов.

Задачи:

1. Деревянный брус длиной 30 см лежит на опорах, расстояние между которыми 24 см. Ширина сечения бруса 2 см, масса 55,2 г, средняя плотность древесины 0,46 г/см³. Определить разрушающую силу при двух сосредоточенных нагрузках, если предел прочности при изгибе 43 МПа.
2. Масса образца стандартных размеров, вырезанного из древесины (дуба), равна 10,40 г. При сжатии вдоль волокон предел прочности его оказался равным 35 МПа. Определить влажность, плотность и предел прочности дуба при влажности 15 2%, если масса высушенного такого же образца составляет 7,7 г.

Вариант № 14**Вопросы:**

1. На какие группы делятся строительные материалы по огнестойкости и горючести?
2. Материалы и изделия на основе древесины.
3. Пенополистирол и пенополиуретан. Назначение материалов и их свойства.

Задачи:

1. Установить марку бетона по морозостойкости (F), если результаты испытания следующие:

Количество циклов	0	100	150	200	250	300	350
Масса, г	1689	1687	1668	1660	1646	1640	1510
Прочность, МПа	21,9	21,7	21,4	21	19,9	19,6	18

2. Сколько получится керамического кирпича из 2 м³ глины, если средняя плотность кирпича 1750 кг/м³, а плотность сырой глины (при влажности 12 %) 1650 кг/м³. При обжиге сырца потери при прокаливании составляют 9 % от массы сухой глины.

Вариант № 15**Вопросы:**

1. Где применяют известняк-ракушечник, мел, ангидрит, мрамор, доломит?
2. Сопласты и мипора, особенности строения и свойства.

3. Какие материалы называют керамическими и как их разделяют по основным классификационным признакам.

Задачи:

1. Масса образца камня в сухом состоянии равна 0,05 кг. Определить массу образца после насыщения водой, а также истинную плотность, если известно, что водопоглощение по объему составляет 18 %, пористость 25 %, средняя плотность 1800 кг/м³.

2. Масса образца стандартных размеров, вырезанного из древесины (дуба), равна 8,32 г. При сжатии вдоль волокон предел прочности его оказался равным 35 МПа. Определить влажность, плотность и предел прочности дуба при влажности 12%, если масса высушенного такого же образца составляет 6,7 г.

4. ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ к теме «Воздушные вяжущие вещества»

Задача 4.1.

Сколько комовой извести и какой активности можно получить при обжиге 10 т известняка, имеющего влажность 5% и содержащего 8% примесей.

Решение:

1. Количество известняка после испарения 5% воды в процессе обжига

$$10000 \text{ кг} \times 0,95 = 9500 \text{ кг}$$

2. Содержание примесей в известняке

$$9500 \times 0,08 = 760 \text{ кг}$$

3. Количество чистого известняка

$$9500 - 760 = 8740 \text{ кг}$$

4. При обжиге ($t = 1000-1200 \text{ }^\circ\text{C}$) идет реакция диссоциации (разложения) известняка по реакции



Молекулярные массы веществ

$$100 = 56 + 44$$

$$8740 = x$$

5. Выход активной извести $X_{\text{CaO}} = (8740 \times 56) / 100 = 4894,4 \text{ кг}$

6. Выход комовой извести-кипелки с учетом примесей

$$4894,4 + 760 = 5654,4 \text{ кг}$$

7. Активность извести (содержание активной CaO)

$$(4894,4 / 5654,4) \times 100\% = 86,5\%$$

Задача 4.2.

Сколько извести-пушонки можно получить из 8 т извести негашеной комовой, имеющей активность 90%

Решение:

Гашение извести идет по реакции $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$

Молекулярные массы веществ $56 + 18 = 74$

В реакции гашения участвует только активная CaO

1. Количество активной негашеной извести-кипелки

$$8000 \times 0,9 = 7200 \text{ кг}$$

2. Выход извести-пушонки

$$7200 \times 74 / 56 = 9514 \text{ кг}$$

3. Учитывая, что при активности 90% примеси составляют 10%, из 8000 кг негашеной извести-кипелки получим извести-пушонки

$$9514 + 800 = 10314 \text{ кг}$$

Задача 4.3.

Сколько содержится в 1 м^3 известкового теста гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и воды, если средняя плотность известкового теста равна 1400 кг/м^3 ?

Истинная плотность гидроксида кальция 2050 кг/м^3 .

Решение:

Тесто состоит из абсолютного объема гидроксида кальция и абсолютного объема воды

$$V_{\text{Ca}(\text{OH})_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$$

Содержание гидратной извести в кг обозначим через X, тогда содержание воды в 1 м^3 известкового теста $V = 1400 - X$

Сумма абсолютных объемов извести и воды

$$X / 2,05 + (1400 - X) / 1 = 1000$$

$$\text{откуда } X = 781 \text{ кг или } 781 \times 100 / 1400 = 55\%$$

содержание воды

$$V = 1400 - 781 = 619 \text{ л, или } 100\% - 55\% = 45\%$$

Задача 4.4.

Определить среднюю плотность известкового теста, если оно содержит 50% воды. Истинная плотность извести-пушонки составляет 2,05 г/л.

Решение:

1. В 1 кг известкового теста содержится 500 г извести и 500 г воды.

2. Абсолютный объем известкового теста состоит из абсолютного объема извести и абсолютного объема воды

$$500/2,05 + 500/1 = 744 \text{ см}^3$$

3. Средняя плотность известкового теста

$$1000 / 744 = 1,34 \text{ г/см}^3 \text{ или } 1340 \text{ кг/м}^3$$

5. ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ к теме: " Гидравлические вяжущие вещества "

Цемент - это гидравлическое вяжущее, главной составной частью которого являются силикаты и алюминаты кальция, образующие при обжиге сырьевой смеси до спекания или до плавления. Из числа цементов различных видов наиболее важное значение имеет портландцемент. Его получают тонким помолом цементного клинкера и природного гипса (1,5 - 3,5 % в пересчете на SO_3), допускается введение в смесь активных минеральных и других добавок. Клинкер - продукт обжига до спекания сырьевой смеси известняка и глины, обеспечивающей преобладание в нем силикатов кальция. Качество портландцемента характеризуют следующие показатели: минералогический состав, тонкость помола, нормальная густота цементного теста и сроки его схватывания, равномерность изменения объема, предел прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек, изготовленных из цементного раствора. По пределу прочности при сжатии и изгибе портландцемент подразделяют на марки "400", "500", "550", "600". Твердение и рост прочности портландцемента обусловлены взаимодействием основных клинкерных минералов с водой.

Задача 5.1.

Определить пористость цементного камня, если содержание воды при затворении портландцемента было 32%, а количество химически связанной воды равно 20% от массы цемента. Истинная плотность цемента равна 3100 кг/м³.

Решение:

Состав цементного теста по массе Ц : В = 1 : 0,32

1. Абсолютный объем, занимаемый цементным тестом

$$V_{\text{ц.т.}} = V_{\text{ц.}} + V_{\text{в.}} = 1000/3100 + 0,32 = 0,64 \text{ м}^3$$

2. Абсолютный объем, занимаемый цементным камнем

$$V_{\text{ц.к.}} = 1000 / 3100 + 0,20 = 0,32 + 0,20 = 0,52 \text{ м}^3$$

3. Относительная плотность цементного камня

$$V_{\text{ц.к.}}/V_{\text{ц.т.}} = 0,52 / 0,64 = 0,81$$

4. Пористость цементного камня

$$V_{\text{пор}} = (1 - V_{\text{ц.к.}}/V_{\text{ц.т.}}) \times 100\% = (1 - 0,81) \times 100 = 19\%$$

Поры в цементном камне образуются за счет разности между общим количеством воды затворения, определяемым водоцементным отношением, и количеством воды химически связанной (гидратной), использованной на образование цементного камня.

Задача 5.2.

Сколько потребуется пластифицирующей добавки для получения 50 т пластифицированного портландцемента. Добавка СДБ содержит 50% твердого вещества и 50% воды. Оптимальное содержание добавки СДБ составляет 0,2% от массы цемента (на сухое вещество СДБ).

Решение:

1. Для приготовления 50 т пластифицированного портландцемента необходимо ввести 0,2% СДБ от массы цемента (на сухое вещество)
 $50000 \times 0,002 = 100$ кг сухого вещества
2. Количество водного раствора СДБ 50% - ной концентрации
 $100/50 = 200$ кг

Задача 5.3.

Образцы балочек (из цементного раствора пластичной консистенции) размером 4х4х16 см испытаны на изгиб и половинки балочек на сжатие. При испытании на изгиб были получены следующие результаты: 4,7; 5,1; 5,2 МПа. Разрушающая нагрузка при испытании на сжатие оказалась равной 8000, 7880, 8200, 8100, 8000 и 7900 кгс. Установить марку портландцемента.

Решение:

1. Марку портландцемента устанавливается по результатам испытания образцов-балочек на изгиб и половинок балочек на сжатие в соответствии с ГОСТ 30515-97.
2. При расчете предела прочности на изгиб берется среднее из двух наибольших результатов при испытании
 $(5,1+5,2)/2 = 5,15$ МПа
3. При испытании на сжатие половинок балочек нагрузку передают через металлические прокладки размером 4х6,5 см, что соответствует площади в 25 см².

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература.

1. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение. Учеб. пос. – М.: Высш.шк., 2003.-701 с.: ил.
2. Воробьев В.А., Комор А.Г. Строительные материалы. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Стройиздат. – 1976. – 475 с.
3. Строительные материалы (Под общей редакцией В.Г. Микульского - М.: Изд-во.

Дополнительная литература.

1. Строительные материалы и изделия: Учеб./ К.Н. Попов, М.Б. Каддо. – М.: Высш. шк., 2002.-367 с.: ил.
2. Попов К.Н. Оценка качества строительных материалов. Уч. пос. Изд-во АВС, 2001.-240 с.
3. Журнал «Строительные материалы» XXI века.
4. Журнал «Строительные материалы».
5. Журнал «Строительный вестник».
6. Материалы «Интернет» по новым технологиям.

Зразок титульного аркуша

**Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА
Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки**

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1
з дисципліни «Будівельне матеріалознавство»

Варіант № ____

Виконав студ. гр.: _____

ПІБ

Перевірив: доц. Хозяйкіна Н.В.

**Дніпропетровськ
2015**