

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет

Институт энергетики и природопользования

Кафедра природообустройства и водопользования

Зверева Л.А., Демина О.Н.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие для студентов направления подготовки:
20.03.02 Природообустройство и водопользование,
21.03.02 Землеустройство и кадастры



Брянск 2019

УДК 620.22 (07)

ББК 30.3

З 43

Зверева, Л. А. Материаловедение: учебное пособие для студентов направления подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование, 21.03.02 Землеустройство и кадастры / Л. А. Зверева, О. Н. Демина. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 50 с.

Учебное пособие «Материаловедение» предназначено для студентов направления подготовки: 20.03.02 Природообустройство и водопользование, 21.03.02 Землеустройство и кадастры.

Целью изучения данной дисциплины является подготовка высококвалифицированного специалиста, имеющего представление о принципах формирования материалов с заданной структурой, о технологических принципах производства современных строительных и конструкционных материалов. Способного использовать знания о взаимосвязи свойств материала с их составом и строением.

Рецензент: кандидат технических наук, доцент Широбокова О.Е.

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией факультета «Энергетики и природопользования» Брянской государственной сельскохозяйственной академии, протокол №1 от 01 октября 2019 года.

© Брянский ГАУ, 2019

© Зверева Л.А., 2019

Содержание

1. Введение	4
2. Темы для изучения дисциплины	6
3. Вопросы к экзамену.....	8
4. Задание 1. Природные каменные материалы	9
5. Задание 2. Искусственные обжиговые каменные материалы	14
6. Задание 3. Неорганические вяжущие материалы	18
7. Задание 4. Цементные бетоны	24
8. Задание 5. Строительные растворы	34
9. Задание 6. Органические вяжущие материалы	39
10. Задание 7. Бетоны на основе органических вяжущих материалов.....	41
11. Тесты	44
Литература.....	49

Введение

Строительство – одна из наиболее материалоемких областей народного хозяйства. Затраты на строительные материалы составляют более половины общей стоимости строительно-монтажных работ.

Долговечность и эффективность эксплуатации инженерных сооружений в основном зависит от того, насколько качество строительных материалов соответствует условиям работы этих сооружений.

Контроль качества материалов и изделий, а также технологических процессов на производстве выполняют строительные лаборатории и отделы технического контроля. Специалисты строительных предприятий должны уметь:

- организовать надежную систему контроля качества материалов и изделий;
- рассчитать составы бетонных или других смесей;
- проверить параметры технологического процесса производства или использования строительных материалов;
- определить основные показатели качества готовых изделий и конструкций.

Учебное пособие предназначено для оказания помощи студентам высших учебных заведений, изучающим технические дисциплины, в овладении методами определения качества материалов и соответствия их требованиям ГОСТов, умением рассчитывать состав бетона, устанавливать количество транспортных средств для перевозки необходимого объема материалов и другими практическими навыками.

Цель и задачи изучения дисциплины «Материаловедение»

Целью изучения дисциплины является приобретение студентами основных сведений и знаний об основных технических свойствах и технологии изготовления строительных материалов, изделий для их эффективного использования в области природообустройства.

Дисциплина является базовой для следующих дисциплин:

- строительное дело;
- эксплуатация гидротехнических сооружений;
- механика грунтов.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ОПК- 3 способностью обеспечивать требуемое качество выполняемых работ и рациональное использование ресурсов.

ПК-12 способностью использовать методы выбора структуры и параметров систем природообустройства и водопользования

При изучении дисциплины студенты должны усвоить и знать:

-роль и значение материалов в непрерывной связи с их работой и поведением в изделиях и конструкциях за длительный период эксплуатации инженерных сооружений в реальных условиях.

- основные свойства конструкционных строительных материалов;

-основные методы повышения качества и эффективности строительных материалов и конструкций;

-техничко-экономическое значение экономии материальных, трудовых и энергетических ресурсов при изготовлении и применении строительных материалов и изделий;

-взаимосвязь состава, строения и свойств материала, принципы оценки показателей его качества;

-определяющее влияние качества материала и изделия на долговечность и надежность строительной конструкции, методы защиты от коррозии;

Должны уметь:

-выбирать виды материалов по технико-экономическим показателям;

-установить качество материалов по номенклатуре показателей: назначению, технологичности, эксплуатационным свойствам, экологичности;

-выбрать оптимальный материал для заданных условий эксплуатации, используя вариантный способ.

Темы для изучения дисциплины

1. Понятие строительного материаловедения. Значение использования материалов в народном хозяйстве. Перспективы развития производства строительных материалов. Классификация строительных материалов. Понятие о стандартизации строительных материалов и изделий.

2. Строение и основные свойства строительных материалов. Классификация свойств строительных материалов. Совокупность свойств как функция структуры и состава материала. Физические свойства строительных материалов: параметры состояния, структурные характеристики, гидрофизические свойства, теплофизические свойства. Механические свойства строительных материалов: деформативные свойства, прочность, твердость, истираемость, износ. Химические свойства строительных материалов: коррозия, контракция, адгезия, когезия. Понятие технологических и эксплуатационных свойств.

3. Природные каменные материалы.

Понятия горных пород и минералов. Зависимость свойств породы от минералогического состава. Классификация горных пород по происхождению. Влияние условий формирования на строение и свойства горных пород

4. Искусственные Керамические материалы и изделия. Свойства глин. Стеновые керамические изделия: кирпич, пустотелый керамический камень, стеновые блоки. Стекло и плавные изделия.

5. Минеральные вяжущие.

Понятие минерального вяжущего. Классификация в зависимости от условий твердения. Гипсовые вяжущие: сырье, технологические принципы получения, теория твердения, строительно-технические свойства, области применения. Воздушная строительная известь: получение свойства, применение.

Цементы. Классификация цементов. Портландцемент: сырье, технологические принципы получения; химический и минералогический состав портландцементного клинкера; зависимость свойств цемента от минерального состава клинкера; теория твердения цемента; способы ускорения твердения. Строительно-технические свойства и показатели качества. Коррозия цементного камня и меры защиты от нее.

6. Бетоны на минеральных вяжущих. Определение и общая классификация бетонов. Характеристика лёгкого, тяжёлого, гидротехнического и специального бетона.

7. Строительные растворы. Классификация растворов. Свойства растворных смесей.

8. Битумные и дегтевые вяжущие и материалы на их основе.

Битумы: состав, структура, способы перевода в рабочее состояние. Стро-

ительно-технические свойства и марки битумов. Дегти: состав, структура, свойства, марки. Улучшение свойств битумов и дегтей, введение добавок.

9. Полимерные материалы и изделия. Значение полимерных материалов для строительства: достоинства, недостатки, перспектива использования. Классификация полимеров и их свойства. Ингредиенты полимерных материалов: наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, пигменты, красители. Характеристика важнейших конструкционных, отделочных, гидро- и теплоизоляционных пластмасс: стеклопластики, бумажно- и древеснослоистые пластики, текстолиты. Полимербетоны, полимер-цементобетоны.

10. Композиционные материалы. Общие сведения. Состав и строение композита. Оценка матрицы и структуры композита. Перспективы развития композиционных материалов.

11. Гидро- и теплоизоляционные материалы. Общий характер строения гидро- и теплоизоляционных материалов и основные требования к ним, классификация и свойства.

12. Древесные материалы и изделия.

Породы древесины, понятия о макро- и микроструктуре древесины. Пороки и причины гниения. Обработка древесины.

Вопросы к экзамену

1. Основные и специальные свойства строительных материалов.
2. Физические свойства строительных материалов.
3. Классификация строительных материалов.
4. Классификация свойств строительных материалов.
5. Свойства строительных материалов по отношению к действию воды и растворов.
6. Механические свойства строительных материалов.
7. Свойства строительных материалов по отношению к действию тепла.
8. Понятия горных пород и минералов.
9. Породообразующие минералы.
10. Осадочные горные породы.
11. Магматические глубинные и обломочные породы.
12. Органогенные породы.
13. Метаморфические породы.
14. Керамические материалы и изделия.
15. Состав и свойства глин.
16. Керамические изделия: стеновые, санитарно-технические, прочие.
17. Производство и применение кирпича.
18. Классификация вяжущих веществ.
19. Гипсовые вяжущие: сырье, свойства, области применения.
20. Воздушная строительная известь: получение, свойства, применение.
21. Цементы: Классификация цементов.
22. Портландцемент: зависимость свойств цемента от минерального состава клинкера.
23. Производство портландцемента.
24. Теория твердения цемента; способы ускорения твердения. Строительно-технические свойства и показатели качества.
25. Стойкость цементного камня. Коррозия цементного камня и меры защиты от нее.
26. Определение и общая классификация бетонов.
27. Характеристика лёгкого, тяжёлого, гидротехнического и специального бетона.
28. Основные свойства бетонной смеси и бетона.
26. Гидротехнический бетон.
27. Легкие бетоны: состав, свойства, назначение.
28. Классификация растворов. Свойства растворных смесей.
29. Битумы: состав, структура, способы перевода в рабочее состояние.
30. Строительно-технические свойства битумов.
31. Дегти: состав, структура, свойства.
32. Улучшение свойств битумов и дегтей, введение добавок.
33. Полимерные материалы для строительства: достоинства, недостатки, перспективы использования.
34. Классификация полимеров и их свойства. Ингредиенты полимерных материалов:
35. Характеристика важнейших конструкционных, отделочных, гидро- и теплоизоляционных пластмасс.
36. Полимербетоны, полимер-цементобетоны.
37. Композиционные материалы:
38. Фибропенобетон.
39. Физические и механические свойства древесины.

Задание №1

Природные каменные материалы

Природные каменные материалы – это материалы, получаемые путем механической переработки скальных горных пород или грохочения, промывки обломочных горных пород. При этом изменяются качество, физико-механические и технологические свойства горной породы, форма, размеры и состояние их поверхности.

В зависимости от назначения различают следующие основные виды природных каменных материалов, применяемых в дорожном строительстве.

Бутовый камень – обломки камня с размерами 150...500 мм, получаемые из пород со средней плотностью свыше 1800 кг/м³.

Шашка каменная для мощения – грубоколотые камни неправильной формы, приближающейся к призме или усеченной пирамиде. Лицевая поверхность имеет полигональные очертания и размеры 10... ..20 см, высота шашки 14...20 см.

Брусчатка – камни в форме прямоугольного параллелепипеда с размерами 250 X 125 мм и высотой 16, 13 и 10 см.

Бортовой камень – бруски в форме параллелепипеда длиной 70 см, высотой 30, 45 и 60 см и шириной 15...18 см.

Щебень – смесь угловатых обломков с размерами 5...70 мм, получаемая путем дробления скальных горных пород со средней плотностью свыше 2000 кг/м³. Щебень подразделяют на такие фракции: 70...40 мм (крупный), 40...20 мм (средний), 20...10 мм (мелкий), 10...5 мм (клинец).

Качество щебня характеризуют следующие показатели: зерновой состав; форма зерен; прочность; содержание зерен слабых пород; содержание пылеватых и глинистых частей; морозостойкость; петрографическая характеристика; плотность истинная (без пор), средняя (включая поры), насыпная (включая поры и межзерновые пустоты); пустотность; водопоглощение. По прочности щебень подразделяют на марки «200», «300», «400», «500», «800», «1000», «1200», «1400».

Гравий – рыхлые окатанные обломки исходных горных пород с размерами 70...5 (3) мм. Применяется в строительстве, как и щебень, – в бетонах и для устройства конструктивных слоев дорожной одежды.

Варианты и примеры решения задач

Задача 1.1

Максимальное давление при испытании гидравлическим прессом на сжатие образца-кубика осадочной горной породы со стороной $a = 5$ см составляет p . Диаметр поршня пресса $D = 38$ см. На преодоление сопротивлений ненагруженного поршня пресса затрачивается сила F_1 , а в процессе нагружения поршня расходуется $F_2 = 0,002p$.

Определить разрушающее усилие F_p , предел прочности при сжатии образца горной породы и её марку.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
p , МПа	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
F_1 , Н	4010	4020	4030	4040	4050	4060	4070	4080	4090	4100

$$P = 2 \text{ МПа}; F_1 = 4100 \text{ Н}$$

Решение

Разрушающее усилие

$$\begin{aligned}
 F_p &= \frac{p\pi D^2}{4} - F_1 - F_2 = p \cdot 3,14 \cdot (0,38)^2 / 4 - 4100 - 0,002 p = \\
 &= 0,1133 p - 4100 - 0,002 p = 0,1113 \cdot 2 \cdot 10^6 - 4100 = 281500 \text{ Н} \\
 F_p &= 218,5 \text{ кН}
 \end{aligned}$$

Предел прочности при сжатии

$$R_{сж} = \frac{F_p}{S} = 218500 / (0,05)^2 = 87 \cdot 10^6 \text{ Па} = 87 \text{ МПа}$$

где S - площадь грани кубика, $S = a^2$.

Следовательно марка горной породы «800».

Задача 1.2

Ширина проезжей части автодороги b , а толщина щебеночного основания t^{III} . Коэффициент уплотнения щебня $K_{\text{упл}} = 1,2$, коэффициент возможных потерь $K_{\text{пот}} = 1,04$. Щебня фракции $d_{40} \dots 20$ мм в дорожном покрытии 70%. Насыпная плотность его $\rho_{\text{нп}40}^{\text{III}}$. Щебнь фракции $d_{20} \dots 10$ мм имеет насыпную плотность $\rho_{\text{нп}20}^{\text{III}}$. Средняя плотность зерён гранитного щебня $\rho_{\text{ср}}^{\text{III}}$.

Сколько потребуется щебня каждой фракции по массе и объёму для строительства 1 км основания?

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
b, м	7	7,5	7	8	7,5	8	7,5	7,5	7,5	8
t ^ш , см	18	20	20	18	18	20	20	20	20	18
ρ ^ш _{нп40} , кг/м ³	1500	1510	1500	1500	1510	1510	1500	1500	1510	1520
ρ ^ш _{нп20} , кг/м ³	1550	1560	1550	1560	1550	1560	1550	1560	1550	1560
ρ ^ш _{ср} , кг/м ³	2600	2610	2620	2630	2640	2650	2660	2670	2680	2690

Решение

Определим объём щебеночного основания в рыхлонасыпанном состоянии

$$V_{\text{рыхл}} = 1000 \cdot b \cdot t \cdot K_{\text{упл}} = 1000 \cdot 7,5 \cdot 0,2 \cdot 1,2 = 1800 \text{ м}^3$$

Необходимый объём щебня с учетом потерь

$$V_{\text{ш}} = 1000 \cdot b \cdot t \cdot K_{\text{упл}} = 1000 \cdot 7,5 \cdot 0,2 \cdot 1,2 \cdot 1,04 = 1872 \text{ м}^3$$

Расход щебня фракции d 40...20 мм по массе

$$M_{\text{ш d 40}} = \rho_{\text{нп40}}^{\text{ш}} \cdot V_{\text{рыхл}} \cdot K_{\text{пот}} \cdot 70\%/100\% = 1872 \cdot 1500 \cdot 0,7 = 1965,6 \text{ т}$$

Расход по массе фракции d 20..10 мм

$$M_{\text{ш d 20}} = V_{\text{рыхл}} \cdot \rho_{\text{нп20}}^{\text{ш}} \cdot K_{\text{пот}} = 1872 \cdot 1550 \cdot 0,3 = 870,5 \text{ т}$$

Задача 1.3

Автодорожка имеет ширину проезжей части b, толщину щебеночного основания t^ш. Коэффициент уплотнения щебня K_{упл} = 1,2, коэффициент возможных потерь K_{пот} = 1,04. Имеется n вагонов массой m = 60 т. Средняя плотность зерён щебня (без пустот) щебня ρ^ш_{ср} кг/м³.

Сколько погонных метров основания можно построить?

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
b, м	7	7,5	7	8	7,5	8	7,5	7,5	7,5	8
t ^ш , см	18	20	20	18	18	20	20	20	20	18
n, шт	90	100	90	100	90	100	90	100	90	100
ρ ^ш _{ср} , кг/м ³	2600	2610	2620	2630	2640	2650	2660	2670	2680	2690

Решение: Из формулы для определения пустотности находим насыпную плотность щебня ρ^ш_н

$$V_{\text{упл}} = \left(1 - \frac{\rho_{\text{н}}^{\text{щ}}}{\rho_{\text{ср}}^{\text{щ}}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \rho_{\text{н}}^{\text{щ}} / 2670\right) 100 \text{ кг/м}^3, \text{ откуда}$$

$$\rho_{\text{н}}^{\text{щ}} = \frac{2670 \cdot 100 - 45 \cdot 2670}{100} = 1470 \text{ кг/м}^3$$

Объём щебня в вагоне

$$V_{\text{ваг}}^{\text{щ}} = 60000 / \rho_{\text{н}}^{\text{щ}} = 60000 / 1470 = 40,8 = 41 \text{ м}^3$$

Объём поставляемого щебня

$$V_{\text{пв}}^{\text{щ}} = n \cdot V_{\text{ваг}}^{\text{щ}} = 100 \cdot 41 = 4100 \text{ м}^3$$

Объём устраиваемого щебеночного основания

$$V_{\text{осн}} = \frac{V_{\text{пв}}^{\text{щ}}}{K_{\text{упл}} \cdot K_{\text{пот}}} = 4100 / 1,2 \cdot 1,04 = 3285 \text{ м}^3$$

Количество погонных метров щебеночного основания

$$L_{\text{осн}} = V_{\text{осн}} / b \cdot t = 3285 / 7,5 \cdot 0,2 = 2190 \text{ м.}$$

Задача 1.4

Требуется построить автомобильную дорогу длиной 1 км, шириной проезжей части $b = 7$ м, толщиной щебеночного основания $t^{\text{щ}} = 0,2$ м. Коэффициент уплотнения щебня $K_{\text{упл}} = 1,2$. Коэффициент возможных потерь $K_{\text{пот}} = 1,04$. Средняя плотность щебня $\rho_{\text{ср}}^{\text{щ}}$ и насыпная плотность $\rho_{\text{нп}}^{\text{щ}}$. Масса вагона $M_{\text{ваг}} = 60$ т.

Определить количество щебня и железнодорожных вагонов для его перевозки? Какова пустотность в щебне, отгружаемом в вагоны?

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
b, м	7	7,5	7	8	7,5	8	7	8	7,5	8
t ^щ , см	18	20	20	18	18	20	18	20	20	18
$\rho_{\text{нп}}^{\text{щ}}$, кг/м ³	1550	1560	1550	1560	1550	1560	1550	1560	1550	1560
$\rho_{\text{ср}}^{\text{щ}}$, кг/м ³	2600	2610	2620	2630	2640	2650	2660	2670	2680	2690

Решение: Определим объём щебеночного основания в рыхлонасыпанном состоянии

$$V_{\text{рыхл}} = 1000 \cdot b \cdot t \cdot K_{\text{упл}} = 1000 \cdot 7,5 \cdot 0,2 \cdot 1,2 = 1800 \text{ м}^3$$

Объём щебня с учетом потерь

$$V_{\text{щ}} = V_{\text{рыхл}} \cdot K_{\text{пот}} = 1800 \cdot 1,04 = 1872 \text{ м}^3$$

Расход щебня по массе

$$M_{щ} = V_{щ} \cdot \rho_{щ} = 1872 \cdot 1550 = 2901,6 \text{ т}$$

Необходимое количество 60 тонных железнодорожных вагонов

$$N = M_{щ} / M_{ваг} = 2902/60 = 49 \text{ вагонов.}$$

Пустотность щебня в вагоне

$$V_{пуст} = (1 - \frac{\rho_{щ}}{\rho_{щ\text{сп}}}) \cdot 100 = (1 - 1550 / 2670) 100 = 42\%$$

Задача 1.5

Имеется образец горной породы в сухом состоянии на воздухе с массой $m_{\text{сух}}^{\text{обр}}$. После покрытия его поверхности парафином масса образца в воде составила $m_{\text{вл}}^{\text{обр}}$. Расход парафина $m^{\text{пар}} = 0,6 \text{ г/см}^3$, а его истинная плотность $\rho_{\text{ист}}^{\text{пар}} = 0,9 \text{ г/см}^3$.

Определить среднюю плотность горной породы и её вид по плотности.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$m_{\text{сух}}^{\text{обр}}$, Г	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70
$m_{\text{вл}}^{\text{обр}}$, Г	18	24	30	36	40	19	25	29	37	41
$m^{\text{пар}}$, Г	0,35	0,45	0,55	0,59	0,65	0,34	0,44	0,54	0,6	0,64

$$m_{\text{сух}}^{\text{обр}} = 60 \text{ г}; m_{\text{вл}}^{\text{обр}} = 37 \text{ г}$$

Решение

Объём парафина

$$V_{\text{пар}} = m^{\text{пар}} / \rho_{\text{ист}}^{\text{пар}} = 0,6 / 0,9 = 0,66 \text{ см}^3$$

Объём образца равный вытесненному объёму воды

$$V_{\text{обр}} = \frac{m_{\text{сух}}^{\text{обр}} - m_{\text{вл}}^{\text{обр}}}{\rho_{\text{воды}}} - V_{\text{пар}} = \frac{60 - 37}{1} - 0,66 = 22,34 \text{ см}^3$$

Средняя плотность горной породы

$$\rho_m = m_{\text{сух}}^{\text{обр}} \cdot 1000 / V_{\text{обр}} = 2680 \text{ кг/м}^3$$

Эта порода относится к плотным, так как её средняя плотность приближается к истинной плотности основных породообразующих минералов.

Задание №2

Искусственные обжиговые каменные материалы

Металлургические шлаки – побочные продукты, образующиеся при выплавке металлов и представляющие собой сплав силикатов, алюмосиликатов и сульфидов. Для производства строительных материалов наибольшее применение находят доменные, мартеновские, конверторные и электросталеплавильные шлаки. Качество материалов из металлургических шлаков определяется стабильностью структуры, т. е. устойчивостью против силикатного, известкового и сульфидного распада.

В результате сложных физико-химических процессов (воздействия влаги и температуры) шлаки с неустойчивой структурой самопроизвольно распадаются, превращаясь в раздробленный материал или мучнистый порошок.

В зависимости от режима остывания расплава шлак приобретает кристаллическую или стекловидную структуру, плотную или пористую текстуру.

Наибольшее применение в дорожном строительстве находит щебень из доменных и сталеплавильных шлаков.

Качество шлакового щебня характеризуют следующие показатели: зерновой состав, прочность по износу в полочном барабане, устойчивость структуры против всех видов распада, морозостойкость, содержание слабых зерен и боя огнеупорного кирпича.

Искусственные каменные материалы, полученные в процессе обжига предварительно отформованных изделий из глинистого сырья с добавками называются *керамическими*. Керамические изделия по назначению подразделяют на стеновые, дорожные, фасадные. К стеновым керамическим материалам относят кирпич и керамические камни.

В зависимости от предела прочности при сжатии и изгибе керамический кирпич делят на марки «75», «100», «125», «150», «175», «200», «250», «300».

По морозостойкости кирпич и камни подразделяются на марки Мрз 15, Мрз 25, Мрз 35 и Мрз 50.

Керамические камни и кирпич оцениваются по степени обжига, правильности формы, отклонениям от требуемых размеров, наличием трещин, известковых включений и др.

Варианты и примеры решения задач

Задача 2.1

Необходимо изготовить $N = 1000$ шт. кирпича со средней плотностью $\rho_{\text{ср}} = 1800 \text{ кг/м}^3$ и 1000 шт. пустотелых керамических камней со средней плотностью $\rho_{\text{ср}}^{\text{к}} = 1460 \text{ кг/м}^3$. Средняя плотность глины $\rho_{\text{ср}}^{\text{г}} = 1700 \text{ кг/м}^3$, её влажность $B = 18\%$. Потери при прокаливании составляют $P = 10\%$ от массы сухой глины. Во время изготовления, выгрузки и погрузки кирпича и камней допускается брак камней $B = 2\%$.

Сколько потребуется глины по массе и объёму?

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
В, %	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Р, %	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10
Б, %	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Решение: С учетом брака нужно изготовить кирпича

$$n_{\text{кирп}} = N \left(1 + \frac{B}{100}\right) = 1000 \left(1 + \frac{2}{100}\right) = 1020 \text{ шт}$$

Пустотелых камней

$$n_{\text{камн}} = N \cdot 1,02 = 1020 \text{ шт}$$

Объём 1000 кирпичей

$$V_{\text{кирп}} = n_{\text{кирп}} \cdot a \cdot b \cdot h = 1020 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 0,065 = 2300 \text{ м}^3$$

Масса кирпичей

$$m_{\text{кирп}} = V_{\text{кирп}} \cdot \rho_{\text{ср}}^{\text{кир}} = 1,989 \cdot 1800 = 3580 \text{ кг}$$

Масса камней

$$m_{\text{кам}} = V_{\text{кам}} \cdot \rho_{\text{ср}}^{\text{кам}} = 2300 \cdot 1460 = \quad \text{м}^3$$

Общая масса кирпичей и камней

$$m_{\text{общ}} = m_{\text{кир}} + m_{\text{кам}} = 3580 + 6165 = 9745 \text{ кг}$$

Масса глины

$$m_{\text{гл}} = m_{\text{общ}} \left(1 + \frac{B}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right) = 9745 \left(1 + \frac{18}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right) =$$

$$9745 \cdot 1,18 \cdot 1,1 = 11499 \text{ кг}$$

Объём глины

$$V_{\text{гл}} = m_{\text{гл}} / \rho_{\text{ср}}^{\text{гл}} = 11499 / 1700 = 6,7 \text{ м}^3$$

Задача 2.2

Необходимо изготовить $N = 10$ тыс. шт. керамических камней размером $250 \times 250 \times 120$ мм с пустотностью $V^{\text{пуст}} = 56\%$. Средняя плотность керамических камней $\rho_{\text{ср}}^{\text{к}} = 1460 \text{ кг/м}^3$, средняя плотность глины $\rho_{\text{ср}}^{\text{г}} = 1700 \text{ кг/м}^3$, влажность глины $B = 11\%$. Потери при прокаливании составляют $P = 5\%$ от массы сухой глины, брак камней $B = 2\%$.

Сколько потребуется глины по массе $m_{\text{гл}}$ и объёму $V_{\text{гл}}$ для изготовления камней?

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
В, %	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Р, %	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10
Б, %	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Решение

С учетом брака нужно изготовить керамических кирпича

$$n_{\text{кирп}} = N \left(1 + \frac{B}{100}\right) = 1000 \left(1 + \frac{2}{100}\right) = 10200 \text{ шт}$$

Объём камней

$$V_{\text{камн}} = n_{\text{камн}} \cdot a \cdot b \cdot h = 10200 \cdot 0,25 \cdot 0,25 \cdot 0,12 = 76,5 \text{ м}^3$$

Общая масса

$$m_{\text{камн}} = V_{\text{камн}} \left(1 - \frac{V_{\text{пуст}}}{100}\right) \cdot \rho_{\text{сп}}^{\text{кам}} = 76,5 \cdot \left(1 - \frac{56}{100}\right) \cdot 1460 = 49144 \text{ кг}$$

Масса глины

$$m_{\text{гл}} = m_{\text{кам}} \left(1 + \frac{B}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right) = 49144 \cdot 1,11 \cdot 1,05 = 56760 \text{ кг}$$

Объём глины

$$V_{\text{гл}} = m_{\text{гл}} / \rho_{\text{сп}}^{\text{гл}} = 56760 / 1700 = 33,4 \text{ м}^3$$

Задача 2.3

Рассчитать количество железнодорожных вагонов вместимостью 100 м^3 для перевозки $m_{\text{щ}} = 144$ тонн щебня из шлаковой пемзы. Средняя плотность зёрн шлаковой пемзы $\rho_{\text{сп}}^{\text{щ}} = 650 \text{ кг/м}^3$, пустотность щебня $V_{\text{пуст}}^{\text{щ}}$.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$m_{\text{щ}}, \text{ Т}$	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
$V_{\text{пуст}}^{\text{щ}}, \%$	40	41	42	43	44	40	41	42	43	44

Решение

Из формулы для определения объема уплотненного щебня находим насыпную плотность щебня $\rho_{\text{н}}^{\text{щ}}$

$$V_{\text{упл}} = \left(1 - \frac{\rho_{\text{н}}^{\text{щ}}}{\rho_{\text{сп}}^{\text{щ}}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \rho_{\text{н}}^{\text{щ}} / 650\right) \cdot 100 \text{ кг/м}^3, \text{ откуда}$$

$$\rho_{\text{н}}^{\text{ш}} = \frac{\rho_{\text{ср}}^{\text{ш}} \cdot 100 - V_{\text{нуст}} \cdot \rho_{\text{ср}}^{\text{ш}}}{100} = \frac{650 \cdot 100 - 45 \cdot 650}{100} = 357,5 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м}^3$$

Объём щебня

$$V_{\text{ваг}}^{\text{ш}} = m_{\text{ш}} / \rho_{\text{н}}^{\text{ш}} = 144000 / 357,5 \cdot 10^6 = 402 \text{ м}^3$$

Количество железнодорожных вагонов

$$n = \frac{V_{\text{нуст}}^{\text{ш}}}{100} = 402 / 100 = 4 \text{ вагона}$$

Задача 2.4

Влажность глины В, %. Потери при прокаливании составляют Р, % от массы сухой глины. Средняя плотность кирпичей изготовленных из неё $\rho_{\text{ср}}^{\text{кк}} = 1700 \text{ кг/м}^3$. Размер кирпича $250 \times 120 \times 65 \text{ мм}$.

Какое количество рядового кирпича можно получить из $m_{\text{гл}}$ глины ?

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
В, %	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Р, %	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10
$m_{\text{гл}}$, т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Решение

Масса глины после обжига

$$m_{\text{гл}} = \left(\frac{m_{\text{гл}}}{1 + \frac{B}{100}} \right) / \left(1 + \frac{P}{100} \right) = \left(\frac{10000}{1 + \frac{12}{100}} \right) / \left(1 + \frac{10}{100} \right) = 8117 \text{ кг}$$

Объем кирпича

$$V_{\text{к}} = 1000 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 0,065 = 0,00195 \text{ м}^3$$

Масса кирпича

$$M_{\text{к}} = \rho_{\text{ср}}^{\text{кк}} \cdot V_{1000} = 1700 \cdot 0,00195 = 3,315 \text{ кг}$$

Количество кирпича из влажной глины

$$n = \frac{m_{\text{гл}}}{m_{1000}} = 8117 / 3,315 = 2450 \text{ шт.}$$

Задание №3

Неорганические вяжущие материалы

Вяжущее вещество, получаемое путем обжига до возможно более полного разложения чистых и доломитизированных известняков или мела, содержащих не более 8% глины называется *воздушной известью*. Она подразделяется на кальцевую, магнезиальную и доломитизированную. Кальцевая содержит до 5% оксида магния, магнезиальная от 5 до 20%, доломитизированная более 20%.

От содержания активных оксидов СаО и МО, скорости гашения, потерей при прокаливании зависит качество воздушной извести при этом она делится на три сорта.

Гипсовые вяжущие, получаемые путем В результате термической обработки природного двухводного гипса и ангидрита получают *гипсовые вяжущие*, которые подразделяют на низкообжиговые (быстротвердеющие) и высокообжиговые (медленнотвердеющие). К первым из них относят *строительный и высокопрочный гипс*.

К высокообжиговым вяжущим относят ангидритовый цемент и высокообжиговый гипс (эстрихгипс).

Тонкость помола, нормальная густота гипсового теста, сроки схватывания, предел прочности гипсового камня при изгибе и сжатии. Характеризуют качество строительного. По пределу прочности гипсового камня при сжатии и изгибе строительный гипс подразделяют на следующие марки: Г-2; Г-3; Г-4; Г-5; Г-6; Г-7; Г-10; Г-13; Г-16; Г-19; Г-22; Г-25.

Вяжущие, главной составной частью которых являются силикаты и алюминаты кальция, образующиеся при обжиге сырьевой смеси до спекания или до плавления представляют собой *цементы*. Наиболее важное значение имеет портландцемент.

Портландцемент представляет собой гидравлическое вяжущее, получаемое тонким помолом цементного клинкера и природного гипса (1,5...3,5 % в пересчете на SO₄).

Тонкость помола; нормальная густота цементного теста и сроки его схватывания; равномерность изменения объема цемента; предел прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек, изготовленных из цементного раствора характеризуют качество *портландцемента*.

По пределу прочности при сжатии и изгибе портландцемент подразделяют на марки «400», «500», «550», «600».

Варианты и примеры решения задач

Задача 3.1

Сколько комовой извести («кипелки») можно изготовить при обжиге чистого известняка И с влажностью В?

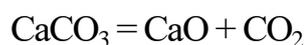
Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
В, %	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
И, т	20	30	40	50	60	20	30	40	50	60

Решение

После обжига масса сухого известняка

$$И_c = И \left(1 - \frac{B}{100}\right) = 50000 \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 45000 \text{ кг}$$

Реакция разложения известняка



Молекулярные массы веществ

$$100 = 56 + 44$$

Масса извести, изготовленной из 1 т известняка

$$И_1 = 1000 \cdot \frac{56}{100} = 560 \text{ кг}$$

Масса извести, полученной из 45 т

$$И_{45} = 560 \cdot 45 = 25200 \text{ кг} = 25 \text{ тонн}$$

Задача 3.2

При наличии массы известняка И, имеющего влажность В, содержание глинистых примесей Г, песчаных примесей П.

Сколько комовой извести и какого сорта можно получить при обжиге известняка?

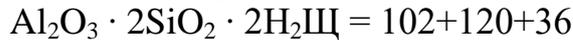
Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
В, %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
И, т	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Г, %	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
П, %	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10

Решение:

При обжиге известняк теряет воду, при этом масса его будет

$$I_{\text{сух}} = I \left(1 - \frac{B}{100\%}\right) = 100000 \cdot (1 - 0,05) = 95000 \text{ кг}$$

Определяем долю удаленной химически связанной воды ($\Delta B_{\text{ХС}}$), при составе известняка из следующих глинистых примесей:



$$\Delta B_{\text{ХС}} = \frac{36}{102 + 120 + 36} = 0,14$$

Масса в известии глинистых примесей после испарения воды

$$Г = \frac{Г}{100\%} I (1 - \Delta B_{\text{ХС}}) = \frac{10}{100\%} 95000 (1 - 0,14) = 8170 \text{ кг}$$

Содержание песчаных примесей в известии

$$П = \frac{П}{100\%} I = \frac{10}{100\%} 95000 = 9500 \text{ кг}$$

Масса чистого известняка CaCO_3

$$I_{\text{ч}} = I - (Г + П) 95000 - (8170 + 9500) = 77330 \text{ кг}$$

По нормативу из 1 тонны известняка выход комовой извести составляет 560 кг, следовательно масса чистой комовой извести составит

$$КИ_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{ч}}}{1000} \cdot 560 = 77,33 \cdot 560 = 43304 \text{ кг}$$

Выход комовой извести с учетом примесей

$$КИ_{\text{п}} = КИ_{\text{ч}} + Г + П = 43304 + 8170 + 9500 = 60974 \text{ кг}$$

Активность извести (содержание CaO)

$$A_{\text{И}} = КИ_{\text{ч}} / КИ_{\text{п}} = 43304 / 60974 = 0,71 \text{ или } 71 \%$$

Задача 3.3

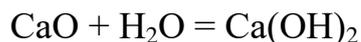
Сколько можно получить сухого гидроксида кальция («пушонки») $I_{\text{пуш}}$, при гашении негашёной извести $I_{\text{НЕГ}}$ с активностью $A_{\text{из}}$?

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$A_{из}, \%$	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
$I_{нег}, т$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

Дано: $A_{из} = 90\%$; $I_{нег} = 15 т$

РЕШЕНИЕ

При гашении извести происходит реакция



Соответственно молекулярные массы веществ следующие

$$56 + 18 = 74$$

Из 15 т негашенной извести можно получить массу «пушонки»

$$I_{пуш} = I_{нег} \left[\left(\frac{A_{из}}{100\%} \cdot \frac{Ca(OH)_2}{CaO} \right) + \left(1 - \frac{A_{из}}{100\%} \right) \right]$$

$$I_{пуш} = 15000 \left(\frac{90}{100\%} \cdot \frac{74}{56} \right) + \left(1 - \frac{90}{100\%} \right) = 19335 \text{ кг}$$

Задача 3.4

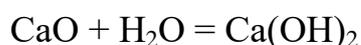
Имеется масса не гашёной извести I . При активности извести (содержание CaO) $A_{и} = 80\%$, содержания воды в тесте B и средней плотности известкового теста $\rho_{ср}^{ит} = 1400 \text{ кг/м}^3$. Какой объём известкового теста будет получен при гашении извести I ?

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$B, \%$	20	30	40	50	60	20	30	40	50	60
$I, т$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Дано: $B = 50\%$; $I_{нег} = 15 т$

РЕШЕНИЕ

Реакция гашения извести



Молекулярные массы веществ следующие

$$56 + 18 = 74$$

Масса гашеной извести (гидроксида кальция) будет

$$\text{Ca(OH)}_2 = \text{И} \cdot \left(\frac{\text{Ca(OH)}_2}{\text{CaO}} \cdot \frac{A_{\text{И}}}{100\%} + \left(1 - \frac{A_{\text{И}}}{100\%}\right) \right)$$

$$\text{Ca(OH)}_2 = 10000 \left[\left(\frac{74}{56} \cdot \frac{80}{100\%} + \left(1 - \frac{80}{100\%}\right) \right) \right] = 12560 \text{ кг}$$

Содержание воды в известковом тесте известь составляет по 50% массы.

Тогда масса теста будет

$$M_{\text{ИТ}} = \text{Ca(OH)}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \cdot 50/100\% = 12560 \cdot (1+0,5) = 25120 \text{ кг}$$

Объем

$$O_{\text{ИТ}} = \frac{M_{\text{ИТ}}}{\rho_{\text{ср}}^{\text{ИТ}}} = \frac{25120}{1400} = 17,9 \text{ м}^3$$

Задача 3.5

Установить пористость $V_{\text{п.кам}}$ затвердевшего цементного камня, если содержание воды при за творении шлакопортландцемента было B , а масса химически связанной воды равна $B_{\text{св}} = 20\%$ от массы цемента. Плотность шлакопортландцемента $\rho^{\text{ц}}$.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$B, \%$	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
$\rho^{\text{ц}}, \text{кг/м}^3$	2610	2620	2630	2640	2650	2660	2670	2680	2690	3000

Дано: $B=32\%$; $\rho^{\text{ц}} = 3100 \text{ кг/м}^3$

РЕШЕНИЕ

Доли цемента и воды в цементном тесте (по массе) составляют

$$\text{Ц} : \text{В} = 1 : 0,32$$

При этом абсолютный объем, занимаемый цементным тестом

$$V_{\text{ц.т.}} = \frac{1\text{м}^3}{\rho^{\text{ц}}} + \frac{B}{100\%} = \frac{1000}{3100} + 0,32 = 0,64 \text{ м}^3$$

Объем (абсолютный), занимаемый цементным камнем

$$V_{ц.к.} = \frac{1M^3}{\rho^y} + \frac{B_{св}}{100\%} = \frac{1000}{3100} + 0,2 = 0,52 \text{ м}^3$$

Относительная плотность цементного камня

$$\rho_{отн}^{ц} = \frac{V_{ц.к.}}{V_{ц.т.}} = \frac{0,52}{0,64} = 0,81$$

Пористость цементного камня

$$V_{ц.к.} = (1 - \rho_{отн}^{ц}) 100\% = (1 - 0,81) 100\% = 19\%$$

Задача 3.6

Сколько полуводного (строительного) гипса $\Gamma_{стр}$ можно получить после термической обработки гипсового камня $K_{гипс}$ ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) ?

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$K_{гипс}, \text{т}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Дано: $K_{гипс} = 50 \text{ т}$

РЕШЕНИЕ

Реакция при термической обработки гипсового камня



Молекулярные массы этих соединений

$$172,13 = 145,13 + 27$$

Масса полуводного гипса

$$mK_{гипс}^{пол} = \frac{mK_{гип} \cdot m CaSO_4 \cdot 0,5H_2O}{m CaSO_4 \cdot 2H_2O} = \frac{50000 \cdot 145,13}{172,13} = 42155 \text{ кг}$$

Задание №4 Цементные бетоны

Бетон - один из основных строительных материалов. Он ценен тем, что ему можно придавать самые разнообразные свойства, изменяя в широких пределах прочность, плотность, теплопроводность, и изготавливать из него сборные конструкции, изделия и монолитные сооружения различной формы и назначения. Бетон широко используют в гражданском, промышленном, гидротехническом, теплоэнергетическом, дорожном и других видах строительства.

Бетон - это искусственный каменный материал, полученный из смеси щебня (или гравия), песка, цемента, воды и добавок.

Бетон получают в результате формования и твердения рационально рассчитанной смеси перечисленных компонентов.

То затвердения эту смесь называют *бетонной смесью*.

Для оценки прочности цементного бетона используют показатель - предел прочности на растяжение при изгибе, который является основанием для установления марки бетона: по пределу прочности на растяжение при изгибе – «55», «50», «45», «40», «35», «30», «25», «20» и «15»; по пределу прочности при сжатии – «500», «400», «350», «300», «250», «200», «150», «100» и «75».

При производстве цементного бетона используют портландцемент, пластифицированный портландцемент и гидрофобный портландцемент без минеральных добавок. Содержание трехкальциевого алюмината в цементе допускается не более 10%. Начало схватывания цемента должно наступать не ранее 2 ч после его затворения.

В районах местности с низкими температурами применяется морозостойкий бетон.

Морозостойкость - способность материала в водонасыщенном состоянии не разрушаться при многократном попеременном замораживании и оттаивании.

Разрушение происходит из-за того, что объем воды при переходе в лед увеличивается на 9%. Давление льда на стенки пор вызывает растягивающие усилия в материале.

Показателем морозостойкости бетон установлены такие марки: Мрз 100 – для районов со среднемесячной температурой воздуха наиболее холодного месяца от 0 до – 5°С; Мрз 150 – для районов со среднемесячной температурой воздуха наиболее холодного месяца от – 5 до – 15 °С; Мрз 200 – для районов со среднемесячной температурой воздуха наиболее холодного месяца ниже – 15 °С.

Для повышения прочности и удобоукладываемости бетонной смеси, вводят такие *поверхностно-активные добавки*: гидрофильные – концентраты сульфитно-дрожжевой бражки (СДБ) – в количестве 0,15...0,3 % от массы цемента; гидрофобные – смола нейтрализованная воздухововлекающая (СНВ), мылонафт и асидол – от 0,01...0,03 % (СНВ) до 0,06...0,2 % (мылонафт, асидол).

Бетонные смеси подразделяются на подвижные и жесткие. Удобоукладываемость подвижных смесей характеризуют показателем подвижности, представляющим собой осадку конуса (ОК) в сантиметрах. Удобоукладываемость жестких смесей выражают показателем жесткости (Ж) – временем вибрации (в

секундах), необходимым для выравнивания и уплотнения предварительно отформованного конуса бетонной смеси в приборе для определения жесткости.

Свойства бетона (физические - пористость, подпоглощение, водонасыщение и морозостойкость и механические – предел прочности при сжатии и изгибе) зависят от качества компонентов, состава и технологии производства, определяющих его структуру.

При производстве бетона применяют песок крупно-и среднезернистый.

Марка щебня для бетона однослойных покрытий и верхнего слоя двухслойных должна быть не ниже-«1200» в случае использования изверженных горных пород и «800» при осадочных.

Состав бетона выражается в виде расхода компонентов на 1 м³ бетона или в виде отношения масс составляющих к единице массы цемента.

Исходные данные для расчета – заданная марка бетона R_б и требуемая подвижность бетонной смеси ОК или жесткость Ж.

Расход копонентов бетонной смеси рассчитывают по методу абсолютных объемов (разработан проф. Б. Г. Скрамтаевым), который сводится к решению четырех уравнений с четырьмя неизвестными – расходом воды В (л), цемента Ц (кг), песка П (кг) и щебня Щ (кг).

Марку бетона при сжатии характеризуют пределом прочности при сжатии куба с размером ребра 20 см в возрасте 28 сут. при твердении в нормальных условиях.

Марку бетона при изгибе выражают через предел прочности при изгибе образцов-балок размером 15 × 15 × 60 см.

Варианты и примеры решения задач

Задача 4.1

Определить доли песка и щебня в бетоне для получения плотной смеси заполнителей, если насыпная плотность песка $\rho_{\text{п}}^{\text{н}}$, насыпная плотность щебня $\rho_{\text{ш}}^{\text{н}}$, средняя плотность его зёрен $\rho_{\text{ш}}^{\text{сп}}$.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\rho_{\text{п}}^{\text{н}}, \text{кг/м}^3$	1500	1510	1500	1500	1510	1510	1500	1500	1510	1520
$\rho_{\text{ш}}^{\text{н}}, \text{кг/м}^3$	1550	1560	1550	1560	1550	1560	1550	1560	1550	1560
$\rho_{\text{ш}}^{\text{сп}}, \text{кг/м}^3$	2600	2610	2620	2630	2640	2650	2660	2670	2680	2690

Дано: $\rho_{\text{п}}^{\text{н}} = 1500 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{ш}}^{\text{н}} = 1550 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{ш}}^{\text{сп}} = 2650 \text{ кг/м}^3$

РЕШЕНИЕ

Для получения плотной смеси необходимо условие когда объем песка равен объему пустот в щебне с учетом раздвижки зерен щебня

$$V_{\text{ц.т.}} = V_{\text{пуст.}}^{\text{ш}} \cdot V_{\text{щ}} \cdot \alpha$$

где $V_{\text{пуст.}}^{\text{ш}}$ – относительная пустотность щебня;

α – коэффициент раздвижки зерен щебня.

Выражая в приведенной формуле объем щебня и песка через массу, имеем

$$\frac{P}{\rho_{\text{п}}^{\text{н}}} = V_{\text{пуст.}}^{\text{ш}} \cdot \frac{Ш}{\rho_{\text{ш}}^{\text{сп}}}, \text{ отсюда } \frac{P}{Ш} = V_{\text{пуст.}}^{\text{ш}} \cdot \frac{\rho_{\text{п}}^{\text{н}}}{\rho_{\text{ш}}^{\text{сп}}}$$

где P и $Ш$ – массы песка и щебня

Пустотность щебня

$$V_{\text{пуст.}}^{\text{ш}} = \left(1 - \frac{\rho_{\text{ш}}^{\text{н}}}{\rho_{\text{ш}}^{\text{сп}}} \right) = \left(1 - \frac{1550}{2650} \right) = 0,42 = 42\%$$

$$\frac{P}{Ш} = V_{\text{пуст.}}^{\text{ш}} \cdot \frac{\rho_{\text{п}}^{\text{н}}}{\rho_{\text{ш}}^{\text{сп}}} = 0,42 \cdot \frac{1500}{1550} = 0,52$$

Соотношение показывает, что бетонная смесь плотная, т.е. песок заполняет пустоты в щебне.

Задача 4.2

Определить объём массы M_{Π} песка и его изменение при увлажнении до $B_{5\%} = 5\%$ и $B_{28\%} = 28\%$? Насыпная плотность сухого песка составляет ρ_{Π}^{Π} . Плотность песка при влажности 5% составляет $\rho_{\Pi 5\%}^{\Pi} = 1200 \text{ кг/м}^3$ и при влажности 28% плотность $\rho_{\Pi 28\%}^{\Pi} = 2180 \text{ кг/м}^3$.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\rho_{\Pi}^{\Pi}, \text{ кг/м}^3$	1400	1410	1420	1430	1440	1450	1460	1470	1480	1490
$M_{\Pi}, \text{ т}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Дано: $\rho_{\Pi}^{\Pi} = 1450 \text{ кг/м}^3$, $M_{\Pi} = 50 \text{ т}$

РЕШЕНИЕ

Объём сухого песка

$$V_{\Pi}^c = \frac{V_{\Pi}}{\rho_{\Pi}^{n.c}} = \frac{50000}{1450} = 34,5 \text{ м}^3$$

Определяем массу песка при увлажнении 5%

$$m_{\Pi}^{5\%} = M_{\Pi} \cdot \left(1 + \frac{B^{5\%}}{100\%}\right) = 50000 \cdot \left(1 + \frac{5}{100}\right) = 52500 \text{ кг}$$

Объём влажного песка

$$V_{\Pi}^B = \frac{m_{\Pi}}{\rho_{\Pi 5\%}^{n.B}} = \frac{52500}{1200} = 43,7 \text{ м}^3$$

Увеличение объёма

$$\Delta V = V_{\Pi}^B - V_{\Pi}^c = 43,7 - 34,5 = 9,2 \text{ м}^3$$

$$\Delta V_{\%} = \frac{\Delta V}{V_{\Pi}^c} \cdot 100\% = \frac{9,2}{34,5} \cdot 100\% = 26,7\%$$

Масса песка при увлажнении 28%

$$M_{\Pi}^{28\%} = M_{\Pi} \cdot \left(1 + \frac{B^{28\%}}{100\%}\right) = 50000 \cdot \left(1 + \frac{28}{100}\right) = 64000 \text{ кг}$$

Объём увлажненного до 28% песка

$$V_{\Pi}^c = \frac{M_{\Pi}^{28\%}}{\rho_{\Pi}^{n.c}} = \frac{64000}{2180} = 29,36 \text{ м}^3$$

Уменьшение объема

$$\Delta V = V_{\Pi}^B - V_{\Pi}^C = 29,36 - 34,5 = -5,14 \text{ м}^3$$
$$\Delta V_{\%} = \frac{\Delta V}{V_{\Pi}^C} \cdot 100\% = \frac{5,14}{34,5} \cdot 100\% = -14,8\%$$

При увеличении влажности до 5% объем песка увеличивается, а при увеличении влажности до 28% уменьшается.

Задача 4.3

Номинальный состав бетона по объёму Ц+П+Щ (1: 2,2: 4,4) при В/Ц = 0,5. Средняя плотность бетона $\rho_{\text{ср}}^6$. Насыпная плотность песка $\rho_{\text{н}}^{\text{п}}$, насыпная плотность щебня $\rho_{\text{н}}^{\text{щ}}$, цемента $\rho_{\text{н}}^{\text{ц}}$. найти номинальный состав бетона по объёму и расход материалов на 1 м³ бетона.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\rho_{\text{н}}^{\text{п}}$, кг/м ³	1410	1420	1430	1440	1450	1460	1470	1480	1490	1500
$\rho_{\text{н}}^{\text{щ}}$, кг/м ³	1550	1560	1550	1560	1550	1560	1550	1560	1550	1560
$\rho_{\text{н}}^{\text{ц}}$, кг/м ³	1310	1320	1330	1340	1350	1360	1370	1380	1390	1400
$\rho_{\text{ср}}^6$, кг/м ³	2600	2610	2620	2630	2640	2650	2660	2670	2680	2690

Дано: $\rho_{\text{н}}^{\text{п}} = 1400 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{н}}^{\text{щ}} = 1550 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{ср}}^6 = 2450 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\text{н}}^{\text{ц}} = 1550 \text{ кг/м}^3$

РЕШЕНИЕ

Расход цемента

$$\text{Ц} = \rho_{\text{ср}}^6 / (\text{Ц} + \text{П} + \text{Щ} + \frac{\text{В}}{\text{Ц}}) = 2450 / (1 + 2,2 + 4,4 + 0,5) = 302 \text{ кг}$$

Расход песка и щебня

$$\text{П} = \text{Ц} \cdot 2,2 = 302 \cdot 2,2 = 664 \text{ кг}$$

$$\text{Щ} = \text{Ц} \cdot 4,4 = 302 \cdot 4,4 = 1329 \text{ кг}$$

Объем цемента, песка и щебня

$$V_{\text{ц}} = \frac{\text{Ц}}{\rho_{\text{н}}^{\text{ц}}} = \frac{302 \cdot 1000}{1300} = 232 \text{ л}$$

$$V_{\Pi} = \frac{\Pi}{\rho_n^n} = \frac{664}{1,4} = 474 \text{ л}$$

$$V_{\text{Щ}} = \frac{\text{Щ}}{\rho_n^{\text{щ}}} = \frac{1329}{1,55} = 857 \text{ л}$$

Номинальный состав по объему

$$\frac{232}{232} : \frac{474}{232} : \frac{875}{232} = 1 : 2,04 : 3,69$$

Задача 4.4

На 1 м³ бетона расходуется 320 кг цемента, при номинальном составе бетона по объёму Ц+П+Щ (1: 2,5: 4,5) и В/Ц = 0,48.

Насыпная плотность цемента $\rho_n^{\text{ц}}$. Влажность песка и щебня в момент приготовления бетонной смеси соответственно равна $B_{\Pi} = 5\%$ и $B_{\text{Щ}} = 3\%$. Найти расход материалов на $V_{\text{б}}$ бетона.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V_{\text{б}}, \text{м}^3$	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
$\rho_n^{\text{ц}}, \text{кг/м}^3$	1310	1320	1330	1340	1350	1360	1370	1380	1390	1400

Дано: $V_{\text{б}} = 100 \text{ м}^3$; $\rho_n^{\text{ц}} = 1300 \text{ кг/м}^3$

РЕШЕНИЕ

Расход цемента по объему

$$V_{\text{ц}} = \frac{\text{Ц}}{\rho_n^{\text{ц}}} = \frac{320 \cdot 1000}{1300} = 246 \text{ л}$$

Расход песка, щебня и щебня номинальный

$$V_{\Pi} = V_{\text{ц}} \cdot 2,5 \cdot V_{\text{б}} = 246 \cdot 2,5 \cdot 100 = 61,5 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{Щ}} = V_{\text{ц}} \cdot 4,5 \cdot V_{\text{б}} = 246 \cdot 4,5 \cdot 100 = 110,7 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{В}} = V_{\text{ц}} \cdot \text{В/Ц} \cdot V_{\text{б}} = 246 \cdot 0,48 \cdot 100 = 11,8 \text{ м}^3$$

Расход песка, щебня и щебня производственный

$$V_{\text{п}}^{\text{п}} = V_{\text{п}} + V_{\text{п}} \cdot B_{\text{п}}/100\% = 61,5 + 61,5 \cdot 5\%/100 = 64,6 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ш}}^{\text{п}} = V_{\text{ш}} + V_{\text{ш}} \cdot B_{\text{ш}}/100\% = 110,7 + 110,7 \cdot 3\%/100 = 113,8 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{в}}^{\text{п}} = V_{\text{в}} - (W_{\text{п}} + W_{\text{ш}}) = V_{\text{в}} - (V_{\text{п}} \cdot B_{\text{п}}/100\% + V_{\text{ш}} \cdot B_{\text{ш}}/100\%) = 11,8 - (3,1 + 3,3) = 5,4 \text{ м}^3$$

Задача 4.5

Определить количество замесов бетоносмесителя вместимостью $V_{\text{БСУ}} = 2400$ л для приготовления $V_{\text{б}}, \text{ м}^3$ бетона, если коэффициент выхода бетона равен $\beta_{\text{б}}$?

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V_{\text{б}}, \text{ м}^3$	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
$\beta_{\text{б}}$	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69

Дано: $V_{\text{б}} = 50 \text{ м}^3$; $\beta_{\text{б}} = 0,6 \text{ кг/м}^3$

РЕШЕНИЕ

Объем бетона за один замес

$$V_{\text{б1зам}} = V_{\text{БСУ}} \cdot \beta_{\text{б}} = 2400 \cdot 0,6 = 1440 \text{ л} = 1,44 \text{ м}^3$$

Количество замесов

$$n = V_{\text{б}} / V_{\text{б1зам}} = 50 / 1,44 = 35 \text{ замесов}$$

Задача 4.6 (из задачи 4.3)

Расчитать состав бетона (расход материалов по массе) на один замес вместимостью 8 л, если на 1 м^3 бетона расходуется цемента 302 кг, песка 664 кг, щебня 1329 кг, воды 151 кг при $B/C = 0,5$.

РЕШЕНИЕ

Расход цемента, песка и щебня

$$C = C_{\text{лм}}^3 \cdot 0,008 = 302 \cdot 0,008 = 2,416 \text{ кг}$$

$$\Pi = \Pi_{1M}^3 \cdot 0,008 = 664 \cdot 0,008 = 5,312 \text{ кг}$$

$$\Psi = \Psi_{1M}^3 \cdot 0,008 = 1329 \cdot 0,008 = 10,63 \text{ кг}$$

$$B = B_{1M}^3 \cdot 0,008 = 151 \cdot 0,008 = 1,208 \text{ кг} = 1,2 \text{ л}$$

Задача 4.7

Для получения бетона объемом $V_6 = 450 \text{ м}^3$ израсходовано: цемента - $\Psi = 136 \text{ т}$, песка - $\Pi = 225 \text{ м}^3$, щебня - $\Psi = 415 \text{ м}^3$, при насыпной плотности цемента $\rho_{\text{н}}^{\text{ц}}$, песка $\rho_{\text{н}}^{\text{п}}$, щебня $\rho_{\text{н}}^{\text{ш}}$.

Определить коэффициент выхода β_6 и среднюю плотность бетона $\rho_{\text{ср}}^6$.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\rho_{\text{н}}^{\text{п}}, \text{кг/м}^3$	1410	1420	1430	1440	1450	1460	1470	1480	1490	1500
$\rho_{\text{н}}^{\text{ш}}, \text{кг/м}^3$	1550	1560	1550	1560	1550	1560	1550	1560	1550	1560
$\rho_{\text{н}}^{\text{ц}}, \text{кг/м}^3$	1310	1320	1330	1340	1350	1360	1370	1380	1390	1400

$$\text{Дано: } \rho_{\text{н}}^{\text{п}} = 1400 \text{ кг/м}^3, \rho_{\text{н}}^{\text{ш}} = 1550 \text{ кг/м}^3, \rho_{\text{ср}}^6 = 2450 \text{ кг/м}^3; \rho_{\text{н}}^{\text{ц}} = 1300 \text{ кг/м}^3$$

РЕШЕНИЕ

Коэффициент выхода β_6

$$\beta_6 = \frac{V_{6\text{изз}}}{V_{\text{ц}} + V_{\text{п}} + V_{\text{ш}}}$$

Расход цемента

$$\Psi_{1M}^3 = \frac{\Psi}{V_6} = \frac{136}{450} = 302 \text{ кг}$$

Объем цемента, песка и щебня

$$V_{\text{ц}1M}^3 = \frac{\Psi}{V_6 \cdot \rho_{\text{н}}^{\text{ц}}} = \frac{136}{450 \cdot 1,300} = 0,23 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{п}1M}^3 = \frac{\Psi}{V_6} = \frac{136}{450} = 0,3 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ш}1M}^3 = \frac{\Pi}{V_6} = \frac{225}{450} = 0,5 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ц1м}}^3 = \frac{\text{Щ}}{V_6} = \frac{415}{450} = 0,92\text{м}^3$$

Коэффициент выхода

$$\beta_6 = \frac{1}{0,23 + 0,5 + 0,92} = \frac{1}{1,65} = 0,61 = 61\%$$

$$\frac{\text{П}}{\text{Ц}} = \frac{0,5}{0,23} = 2,2; \quad \frac{\text{Щ}}{\text{Ц}} = \frac{0,92}{0,23} = 4$$

$$\beta_{\text{ср}}^6 = \text{Ц}_{1\text{м}}^3 (\text{Ц} + \text{П} + \text{Щ}) = 302 \cdot (1 + 2,2 + 4) = 2174 \text{ кг/м}^3$$

Задача 4.8

Определить классификацию бетона по плотности, при условии, что они делятся на:

- особо тяжелые с плотностью (более 2500 кг/куб. м);
- тяжёлые (1800-2500 кг/куб. м);
- облегченные (1800...2000 кг/ куб.м)
- лёгкие (500-1700 кг/куб. м);
- особо лёгкие (менее 500 кг/куб. м)

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\rho_{\text{ср}}^6$, кг/м ³	3000	2600	2000	1900	1850	1700	1000	600	500	400

$$\rho_{\text{ср}}^6 = 1700 \text{ кг/м}^3 - \text{Бетон легкий}$$

Задача 4.9

Установить марку бетона по показателю морозостойкости, если испытуемый образец выдерживает следующее количество замерзаний и оттаиваний (По морозостойкости гидротехнический бетон делится на пять марок – Мрз 50, Мрз 100, Мрз 150, Мрз 200 и Мрз 300)

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N, шт	49	60	90	120	110	150	160	210	250	310

N = 110 шт – Морозостойкость Мрз 100.

Задача 4.10

Установить марку бетона «М» по показателю предела прочности при сжатии стандартных образцов кубов 15×15×15см, если испытуемый образец имеет следующую прочность МПа.

(По пределу прочности при сжатии гидротехнический бетон подразделяется на 8 марок – от 75 до 500 (цифры соответствуют прочностям на сжатие 7,5 МПа и т.д.)),. Марку гидротехнического бетона определяют в **180-суточном возрасте**.

R _{сж} , МПа	7,5	10	15	20	25	30	40	50
М	75	100	150	200	250	300	400	500

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R _{сж} , МПа	8	9	10	12	16	22	26	30	42	51

$$R_{сж} = 22\text{МПа} - M = 200$$

Задание №5

Строительные растворы

Строительным раствором называют рационально подобранную смесь, твердеющую после укладки и состоящую из неорганического вяжущего вещества, мелкого заполнителя (песка), воды и добавок. По виду вяжущего растворы бывают: *известковые, глиняные, гипсовые, цементные, известково-цементные, известково-гипсовые, цементно-глиняные* и др.

По назначению строительные растворы различают: *кладочные* - для каменной кладки фундаментов, стен, столбов, сводов и пр.;

штукатурные - для оштукатуривания стен, потолков, фасадов зданий, для декоративных и специальных штукатурок, крепления облицовочных материалов, для устройства мозаичных полов;

монтажные - для заполнения и заделки швов между крупными элементами при монтаже зданий и сооружений из готовых сборных конструкций и деталей.

Показатели характеризующие качество строительных растворов: для свежеприготовленных растворов - подвижность и средняя плотность; для затвердевших растворов - предел прочности на сжатие, средняя плотность, влажность, водо-поглощение и морозостойкость. Применяются марки прочности в 28-суточном возрасте: по пределу прочности при сжатии (в МПа) – «0,4»; «Б»; «2,5»; «5»; «7,5»; «10»; «15»; «20»; «30»; по морозостойкости (в циклах попеременного замораживания и оттаивания) – «10», «15», «25», «35», «50», «100», «150», «200» и «300».

Варианты и примеры решения задач

Задача 5.1

Определить оптимальное количество материалов на 1 м^3 цементного раствора состава 1:5 по объёму при условии, что в готовом растворе нет пустот, пустотность песка $V_{\text{пуст}}^{\text{п}}$, цемента $V_{\text{пуст}}^{\text{ц}}$, $B/C=0,65$.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V_{\text{пуст}}^{\text{п}}, \%$	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
$V_{\text{пуст}}^{\text{ц}}, \%$	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54

Дано: $V_{\text{пуст}}^{\text{п}} = 45 \%$; $V_{\text{пуст}}^{\text{ц}} = 43\%$; $\rho_{\text{ср}}^{\text{п}} = 1300 \text{ кг/м}^3$

РЕШЕНИЕ

Объем раствора

$$V_{\text{раств}} = \frac{П \cdot Ц}{100} + \frac{П_{\text{п}} \cdot Ц}{100} + \frac{B}{Ц} = \frac{45 \cdot 1}{100} + \frac{35 \cdot 1}{100} + 0,65 = 2,85 \text{ м}^3$$

Коэффициент выхода раствора

$$B = \frac{V_{\text{раств}}}{1 + 5 + 0,65} = \frac{2,85}{1 + 5 + 0,65} = 0,43$$

Объем цемента

$$V_{\text{ц}} = \frac{Ц}{\beta \cdot (Ц + П)} = \frac{1}{0,43 \cdot (1 + 5)} = 0,39 \text{ м}^3$$

Расход цемента и песка

$$Ц = V_{\text{ц}} \cdot \rho_{\text{ср}}^{\text{п}} = 0,39 \cdot 1300 = 507 \text{ кг}$$

$$П = П' \cdot V_{\text{ц}} = 0,39 \cdot 5 = 1,95 \text{ м}^3$$

Задача 5.2

Установить расход материалов для приготовления 1 м^3 цементно-известкового раствора состава 1:0,6:4 по объёму, при условии что раствор без пустот. Пустотность песка $V_{\text{пуст}}^{\text{п}}$ и цемента $V_{\text{пуст}}^{\text{ц}}$. Истинная плотность цемента $\rho_{\text{ист}}^{\text{п}} = 3100 \text{ кг/м}^3$, средняя плотность известкового теста. Водовязущее отношение $B/C=0,6$.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V_{II}^{пуст}, \%$	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
$V_{II}^{пуст}, \%$	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
$\rho_{II}^{II}, \text{кг/м}^3$	1310	1320	1330	1340	1350	1360	1370	1380	1390	1400
$\rho_{II}^{II}, \text{кг/м}^3$	1410	1420	1430	1440	1450	1460	1470	1480	1490	1500

Дано: $V_{II}^{пуст} = 45 \%$; $V_{II}^{пуст} = 43\%$; $\rho_{II}^{II} = 1300 \text{ кг/м}^3$

РЕШЕНИЕ

Объем раствора

$$V_{\text{раств}} = 1 \cdot \left(1 - \frac{II}{100}\right) + 0,6 + 4 \left(1 - \frac{II}{100}\right) + 0,6 = 4,28 \text{ м}^3$$

Коэффициент выхода раствора

$$B = \frac{V_{\text{раств}}}{1 + 0,6 + 4} = \frac{4,28}{5,6} = 0,76$$

Объем цемента

$$V_{II} = \frac{II}{B \cdot (II + II + II)} = \frac{1}{0,76 \cdot (1 + 5 + 4)} = 0,235 \text{ м}^3$$

Расход цемента

$$II = V_{II} \cdot \rho_{II}^{II} = 0,235 \cdot 1300 = 305 \text{ кг}$$

Расход известкового теста

$$V_{\text{раств}} = V_{II} \cdot 0,6 = 0,141 \text{ м}^3$$

$$M_{II} = V_{II} \cdot \rho_{II}^{II} = 0,141 \cdot 1400 = 197 \text{ кг}$$

Расход песка

$$II = V_{II} \cdot 4 = 0,141 \text{ м}^3 = 0,235 \cdot 4 = 0,94 \text{ м}^3$$

Расход воды

$$B = 0,6 (II + M_{II}) = 0,6(305 + 197) = 301 \text{ кг}$$

Задача 5.3

При наземной кладки стен зданий (влажности воздуха нормальная) используется раствор марки $R_{\text{раст}} = \langle 150 \rangle$ с вяжущим в качестве шлакопортландцемента $R_{\text{ц}} = \langle 400 \rangle$. Насыпная плотность цемента $\rho_{\text{н}}^{\text{ц}}$. Применяется пластифицирующая добавка – известковое тесто со средней плотностью $\rho_{\text{сп}}^{\text{ит}}$. Заполнитель - песок природный с насыпной плотностью $\rho_{\text{н}}^{\text{п}}$ при влажности B . Найти состав раствора.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$B, \%$	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
$\rho_{\text{н}}^{\text{ц}}, \text{кг/м}^3$	1210	1220	13\230	1240	1250	1260	1270	1280	1290	1300
$\rho_{\text{сп}}^{\text{ит}}, \text{кг/м}^3$	1410	1420	1430	1440	1450	1460	1470	1480	1490	1500
$\rho_{\text{н}}^{\text{п}}, \text{кг/м}^3$	1400	1410	1420	1430	1440	1450	1460	1470	1480	1490

Дано: $\rho_{\text{н}}^{\text{п}} = 1400 \text{ кг/м}^3$; $B=2\%$; $\rho_{\text{сп}}^{\text{ит}}=1400 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\text{н}}^{\text{ц}} = 1200 \text{ кг/м}^3$; $K_{\text{ц}} = 0,88$

РЕШЕНИЕ

Определяем расход цемента на 1 м^3 песка

$$M_{\text{ц}} = \frac{R \cdot 1000}{K \cdot R_{\text{ц}}} = \frac{150 \cdot 1000}{0,88 \cdot 400} = 426 \text{ кг}$$

$$V_{\text{ц}} = M_{\text{ц}} / \rho_{\text{н}}^{\text{ц}} = 426 / 1200 = 0,355 \text{ м}^3$$

Расход известкового теста на 1 м^3 песка определяем по имперической формуле $V_{\text{ит}} = 0,17(1 - 0,002 M_{\text{ц}})$

$$V_{\text{ит}} = 0,17(1 - 0,002 \cdot 426) = 0,025 \text{ м}^3$$

$$M_{\text{ит}} = V_{\text{ит}} \cdot \rho_{\text{сп}}^{\text{ит}} = 0,025 \cdot 1400 = 35 \text{ кг}$$

Расход песка

$$V_{\text{п}} = 1 \cdot \rho_{\text{н}}^{\text{п}} = 1 \cdot 1400 = 1400 \text{ м}^3$$

Содержание воды в песке

$$B_{\text{п}} = \Pi \cdot \frac{B}{100} = 1400 \cdot 0,02 = 28 \text{ кг}$$

Расход сухого песка

$$\Pi_{\text{с}} = \Pi - B_{\text{п}} = 1400 - 28 = 1372 \text{ кг}$$

Состав раствора на 1 м³ песка по массе цемента Ц =426 кг, ИТ=35 кг, песка с водой 1400 кг.

Номинальный состав раствора по массе

$$\frac{Ц}{Ц} : \frac{ИТ}{Ц} : \frac{П}{Ц} = \frac{426}{426} : \frac{35}{426} : \frac{1372}{426} = 1 : 0,08 : 3,2$$

Задача 5.4

Найти расход материалов на один замес растворосмесителя вместимостью V_{рс} = 250 л, если номинальный состав раствора 1:0,6:5 (цемент : известковое тесто : песок). Насыпная плотность этих материалов: ρ_н^ц; ρ_н^{ит}; ρ_н^п, кг/м³.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ρ _н ^ц , кг/м ³	1210	1220	13230	1240	1250	1260	1270	1280	1290	1300
ρ _н ^{ит} , кг/м ³	1350	1360	1370	1380	1390	1350	1360	1370	1380	1390
ρ _н ^п , кг/м ³	1410	1420	1430	1440	1450	1410	1420	1430	1440	1450

Дано: ρ_н^п = 1450 кг/м³, В=2%, ρ_{сп}^{ит} = 1400 кг/м³; ρ_н^ц = 1300 кг/м³; К_ц = 0,88

РЕШЕНИЕ

Сумма составных частей

$$8 = 1 + 0,6 + 5 = 6,6$$

Расход цемента на 1 м³ песка

$$V_{ц} = (V_{рс} / S) \cdot 1 = 250 \cdot 1 / 6,6 = 37,8 \text{ л}$$

$$Ц = V_{ц} \cdot \rho_{н}^{ц} = 37,8 \cdot 1,3 = 49,14 \text{ кг}$$

Расход известкового теста

$$V_{ИТ} = (V_{рс} / S) \cdot 0,6 = 250 \cdot 0,6 / 6,6 = 22,6 \text{ л}$$

$$M_{ИТ} = V_{ИТ} \cdot \rho_{н}^{ит} = 22,6 \cdot 1,4 = 31,6 \text{ кг}$$

Расход песка

$$V_{п} = (V_{рс} / S) \cdot 5 = 250 \cdot 5 / 6,6 = 189 \text{ л}$$

$$П = V_{п} \cdot \rho_{н}^{п} = 189 \cdot 1,45 = 274 \text{ кг}$$

Содержание воды устанавливаем ориентировочно и проверяем на пробном замесе

$$B_{п} = 0,65 \cdot (Ц + ИТ) = 0,65 \cdot (49,14 + 31,6) = 52,48 \text{ кг}$$

Задание №6

Органические вяжущие материалы

Органические вяжущие материалы- это сложные смеси высокомолекулярных соединений на основе углерода, изменяющими свойства с изменением температуры.

В зависимости от химического состава, вида сырья и технологии производства органические вяжущие вещества разделяют на битумы и дёгти. На основе битумов и дёгтей изготавливают другие вяжущие вещества (битумно-дёгтевые) и материалы в виде эмульсий и паст (при температуре не ниже 2° С эмульсии имеют жидкую консистенцию, пасты до состояния, текучести разбавляются водой), асфальтовых лаков, асфальтовых растворов и бетонов. Битумы и дегти применяют также для изготовления рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов.

Битумы - органические вяжущие вещества черного цвета, состоящие из высокомолекулярных углеводородов, главным образом метанового (C_nH_{2n+2}) и нафтенового (C_nH_{2n}) рядов и их кислородных и сернистых производных, полностью растворимых в сероуглероде.

Дёгти - органические вяжущие вещества черного и темно-бурого цвета полутвердой и жидкой консистенции; в их состав входят в основном смеси углеводородов ароматического ряда и их неметаллических производных - кислорода, азота и серы. Дегти бывают каменноугольные, торфяные и древесные; их получают путем деструктивной перегонки (без доступа воздуха) каменного угля, торфа и древесины.

Дегтями называют продукт сухой (без доступа воздуха) перегонки твердых топлив - каменного угля, древесины, торфа, горючих сланцев и других органических веществ. В зависимости от исходного сырья может быть получен каменноугольный, древесный, торфяной или сланцевый деготь. Для строительных целей наибольшее применение получили каменноугольные дегти.

Варианты и примеры решения задач

Задача 6.1

Необходимо разогреть битум в количестве B в битумоплавильном котле с $t_1 = 80$ до $t_2 = 140$ °С, если удельная теплоёмкость битума C_6 .
Сколько требуется затратить теплоты Q для нагрева (без учёта потерь)?

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$B, \text{т}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_6, \text{кДж/(кг}\cdot\text{°C)}$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Дано: $B = 10\text{т}$, $t_1 = 90$ до $t_2 = 150$ °С

РЕШЕНИЕ

Требуется затратить теплоты

$$Q = B \cdot C_6 (t_2 - t_1) = 10000(150-90) = 540000 \text{ кДж} = 540 \text{ МДж}$$

Задача 6.2

Для определения содержания в эмульсии битума с эмульгатором используется выпарительная чашка со стеклянной палочкой массой $m_{ст}$.

Масса чашки с палочкой и эмульсией (до выпаривания) $m_{эм}$, масса чашки с палочкой и остатком после выпаривания воды из эмульсии $m_{ост}$ Г.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$m_{ст}, \text{Г}$	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
$m_{эм}, \text{Г}$	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190
$m_{ост}, \text{Г}$	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180

Дано: $m_{ст} = 151$ Г; $m_{эм} = 181\text{Г}$, $m_{ост} = 171$ Г

РЕШЕНИЕ

$$M = \frac{m_{ост} - m_{ст}}{m_{эм} - m_{ст}} 100\% = \frac{171 - 151}{181 - 151} 100 = 6,6\%$$

Задание №7

Бетоны на основе органических вяжущих материалов

Асфальтобетон получают в асфальтосмесителе при нагревании щебня (гравия), песка, минерального порошка и нефтяного дорожного битума, взятых в определенном соотношении согласно расчету.

Дегтебетон аналогичен асфальтобетону, однако вместо битума в нем используется дорожный деготь.

Свойства асфальте- и дегтебетонов обусловлены качеством компонентов, составом и технологией производства.

В соответствии с классификацией асфальтобетонные смеси разделяются на укатываемые и литые. Укатываемые асфальтобетоны характеризуются остаточной пористостью 2,5-5% по объему и требуют обязательного уплотнения катком. Литые смеси образуют плотные асфальтобетоны и благодаря большому содержанию битума и большой температуре нагрева распределяются и создают плотность слоя после разравнивания брусом укладчика.

Оптимальный состав бетона обеспечивает требуемую плотность минерального остова и остаточную пористость асфальтобетона.

По крупности минерального материала асфальтобетонные смеси подразделяются на: крупнозернистые (до 40 мм); среднезернистые (до 20 мм); мелкозернистые (до 15 мм); песчаные (до 5 мм).

Варианты и примеры решения задач

Задача 7.1

Найти массы минеральных составляющих и вязкого нефтяного дорожного битума для приготовления горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона типа Б марки I, $m_{пл}^{асф}$. Истинная плотность битума $\rho_{ист}^{бит} = 980 \text{ кг/м}^3$, средняя плотность минерального остова асфальтобетона $\rho_{ср}^{мин}$, пористость минерального остова $V_{пор}^{мин}$, остаточная пористость асфальтобетона по объёму $V_{пор}^{аб}$.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$m_{пл}^{асф}$, Т	260	270	280	290	300	260	270	280	290	300
$V_{пор}^{мин}$ %	18	20	17	18	18	20	18	20	17	18
$V_{пор}^{аб}$ %	3	4	5	3	4	5	3	4	5	4
$\rho_{ср}^{мин}$ кг/м ³	2200	2210	2220	2230	2240	2200	2210	2220	2230	2240

Дано: $m_{пл}^{асф} = 300 \text{ т}$; $\rho_{ср}^{мин} = 2240 \text{ кг/м}^3$, $V_{пор}^{мин} = 17 \%$, $V_{пор}^{аб} = 4\%$

РЕШЕНИЕ

Содержание битума в асфальтобетоне

$$B_{\%} = \frac{(V_{пор}^{мин} - V_{пор}^{аб}) \rho_{пл}^{бит}}{\rho_{ср}^{мин}} = \frac{(17 - 4) \cdot 980}{2240} = 5,7\%$$

Масса минеральных составляющих

$$M^{мин} = m_{пл}^{асф} \cdot M / (M + B) = 300 \cdot 100\% / (100\% + 5,7\%) = 283,8 \text{ т}$$

Масса битума в асфальтобетоне

$$B = m_{пл}^{асф} \cdot B_{\%} / (M + B_{\%}) = 300 \cdot 5,7\% / (100 + 5,7\%) = 16,2 \text{ т}$$

Или

$$B = m_{пл}^{асф} - M^{мин} = 300 - 283,8 = 16,2 \text{ т}$$

Задача 7.2

Определить состав и расход материалов на 1 км верхнего слоя дорожного покрытия толщиной $t = 4 \text{ см}$ при ширине проезжей части b , если в смеси содержится: щебня $\text{Щ}_{\%} = 25\%$; искусственного песка $\text{ИП}_{\%} = 35\%$; природного песка

$P_{\%} = 30\%$; минерального порошка 10% ; битума $V^{\text{бит}}_{\%}$ (сверх 100% минеральной части).

Требуемая средняя плотность асфальтобетона $\rho^{\text{аб}}_{\text{ср}}$.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
b, м	7	7,5	7	8	7,5	8	7,5	7,5	7,5	8
$V^{\text{бит}}_{\%}$, %	6	4	5	6	4	5	6	4	5	4
$\rho^{\text{аб}}_{\text{ср}}$, кг/м ³	2300	2310	2320	2340	2350	2300	2310	2320	2340	2350

Дано: $V^{\text{бит}}_{\%} = 6,5\%$; $\rho^{\text{аб}}_{\text{ср}} = 2343$ кг/м³, $b = 7$ м

РЕШЕНИЕ

Объем асфальтобетона на 1 км дорожного покрытия

$$V_{\text{аб}} = 1000 \cdot b \cdot t = 1000 \cdot 7 \cdot 4 = 280 \text{ м}^3$$

Масса асфальтобетона

$$A = \rho^{\text{аб}}_{\text{ср}} \cdot V_{\text{аб}} = 2343 \cdot 280 = 656040 \text{ кг} = 656 \text{ т}$$

Расход щебня

$$\text{Щ} = A \cdot \text{Щ}_{\%} / (100\% + V^{\text{бит}}_{\%}) = 656 \cdot 25\% / (100\% + 6,5\%) = 154 \text{ т}$$

Расход искусственного песка

$$\text{ИП} = A \cdot \text{ИП}_{\%} / (100\% + V^{\text{бит}}_{\%}) = 656 \cdot 35\% / (100\% + 6,5\%) = 216 \text{ т}$$

Расход песка

$$П = A \cdot P_{\%} / (100\% + V^{\text{бит}}_{\%}) = 656 \cdot 30\% / (100\% + 6,5\%) = 184 \text{ т}$$

Расход битума

$$П = A \cdot V^{\text{бит}}_{\%} / 100\% = 656 \cdot 6,5\% / 100\% = 42,64 \text{ т}$$

Тесты
по дисциплине «Материаловедение»

1. Объёмный вес строительного материала:

1. Вес единицы объёма материала в естественном состоянии.
2. Отношение веса тела G к объёму V , занимаемому материалом (без пор и пустот).
3. Масса единицы объёма вещества.

2. Коэффициент размягчения материала:

1. Отношение водопоглощения по массе к объёму материала в естественном состоянии.
2. Отношение прочности насыщенного водой материала к прочности его в сухом состоянии.
3. Отношение прочности сухого материала к прочности его в насыщенном в насыщенном состоянии.

3. Скорость высыхания материалов -

1. количество воды, теряемое в сутки при относительной влажности окружающего воздуха 100% и температуре 0° С.
2. количество воды, теряемое в сутки при относительной влажности окружающего воздуха 60% и температуре 20° С.
3. масса гигроскопической влаги, теряемая за сутки в естественных условиях.

4. Теплопроводность материала зависит от:

1. Плотности и водопоглощения.
2. Характера пор и вида материала
3. Прочности и морозостойкости.
4. Пористости и объёмного веса.

5. Объёмный вес большинства материалов удельного(му)

1. *меньше* 2. *больше* 3. *равен*

6. Для определения предела прочности образца нагружают испытываемый образец материала до его разрушения на прессе. Признаками разрушения являются:

1. Появление деформации и трещин на образце.
2. Отслаивание.
3. Уменьшение в массе и объёме.

7. Практическое значение объёмного веса строительного материала

1. Используется при расчётах прочности строительных конструкций.
2. Используется для определения плотности и пористости материала.
3. Используется для подсчетов при перевозках материалов.

8. Природные камни, бетоны и кирпич в соответствии со своими прочностными свойствами следует применять главным образом в строительных конструкциях, работающих на:

1. Растяжение.
2. Сжатие.
3. Изгиб.

9. Интрузивные породы образовались:

1. В результате разрушения изверженных и других пород под влиянием температурных колебаний, действия воды и ветра.

2. В результате остывания магмы на большой глубине от поверхности земли в условиях высокой температуры и высокого давления.

3. В результате остывания магмы, излившейся в виде лавы, на поверхность земли или близко к поверхности в виде жил при давлениях и температурах, мало отличавшихся от существующих на поверхности земли.

10. Наиболее распространенный в земной коре минерал:

1. Кварц.
2. Полевой шпат
3. Каолинит
4. Ангидрит

11. Какой минерал имеет цвет белый, розовый, серый, желтоватый и др., хорошо выраженную спайность, удельный вес 2,55-2,76 г/см³, твердость по шкале твердости - 6, прочность на сжатие от 1200 до 1700 кгс/см², стойкость против механического и химического выветривания незначительна;

1. Кварц.
2. Полевой шпат
3. Каолинит
4. Кальцит

12. Непрозрачный минерал имеет цвет чаще белой, молочного цвета. Спайность отсутствует, излом раковистый, он имеет жирный блеск; со щелочами при обычной температуре не соединяется и под действием кислот (кроме плавиковой) не разрушается. Удельный вес 2,65 г/см³, твердость 7 по шкале твердости. Имеет высокую прочность при сжатии и хорошо сопротивляется действию истираний.

1. Кварц.
2. Полевой шпат
3. Каолинит
4. Ангидрит

13. Этот минерал легко раскалывается по плоскостям спайности по трем направлениям, имеет удельный вес 2,7 г/см³ и твердость 3, слабо растворим в чистой воде, но растворимость его резко возрастает при содержании в воде агрессивной двуокиси углерода.

1. Кварц.
2. Полевой шпат
3. Каолинит
4. Кальцит

14. Какой минерал имеет белый цвет, иногда бывает прозрачен или окрашен примесями в различные цвета. Удельный вес его 2,3 г/см³, твердость 2. В воде растворяется сравнительно легко при температуре 32-41° С.

1. Гипс
2. Полевой шпат
3. Каолинит
4. Кальцит

15. Горная порода - гранит включает:

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. Кварц | 3. Ортоклаз |
| 2. Ангидрит | 4. Тальк |

16. Главной составной частью изверженных пород является:

- | | |
|----------|-----------|
| 1. Кварц | 3. Биотит |
| 2. Гипс | 4. Гнейс |

17. Основным сырьем для производства керамических изделий являются

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| 1. Глины | 3. Известняк |
| 2. Кварцевый песок | 4. Калиевый полевой шпат |

18. Глины образовались в результате:

1. Остывания магмы на большой глубине от поверхности земли в условиях высокой температуры и высокого давления.
2. Выветривания изверженных горных пород.
3. В результате остывания магмы, излившейся в виде лавы, на поверхность земли в виде жил.

19. Какие глины используют при производстве канализационных труб:

1. Огнеупорные глины.
2. Тугоплавкие глины.
3. Легкоплавкие.

20. Основным (по количеству) окислом, образующим глины, является:

- | | |
|--------------|------------------|
| 1. Глинозём | 3. Окись железа |
| 2. Кремнезём | 4. Окись кальция |

21. Какие глины используют при производстве кирпича:

1. Огнеупорные глины 2. Тугоплавкие глины 3. Легкоплавкие.

22. Санитарно-технические изделия из санитарного фарфора имеют черепок:

- | | | |
|-------------|--------------|------------------|
| 1. Пористый | 2. Спёкшийся | 3. Полуспёкшийся |
|-------------|--------------|------------------|

23. Каким способом получают кирпич?

- | | |
|--------------|-----------------|
| 1. Сухим | 3. Мокрым |
| 2. Полусухим | 4. Пластическим |

24. Сырьем для производства гипсовых вяжущих являются:

1. Природный гипсовый камень $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$
2. Природный гипсовый камень $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
3. Ангидрит CaSO_4
4. Доломит $\text{MgO} \cdot \text{CaSO}_3$

25. Воздушной известью называется продукт, получаемый:

1. Путём обжига известково-кремнеземистых пород, содержащих менее 6% глины.
2. Путём обжига доломитизированных известняков.
3. Путём обжига кальцево-магниевого карбонатных пород, содержащих не более 6% глины.

26. Водопотребность и водоудерживающая способность строительной извести зависит от:

1. Дисперсности частиц.
2. Вида извести.
3. От содержания активных CaO и MgO.
4. От содержания добавок.

27. С уменьшением воды затворения:

1. Плотность гипса увеличивается
2. Плотность гипса уменьшается
3. Прочность гипса уменьшается
4. Прочность гипса увеличивается

28. Гидравлическая известь – продукт умеренного обжига:

1. Доломитизированных известняков
2. Мергелистых известняков
3. Магнезита
4. Ангидрита

29. Для регулирования сроков схватывания цемента к клинкеру при помоле добавляют:

1. Доломит
2. Гипс
3. Магнезит
4. Ангидрит

30. Какие окислы содержит глина, используемая для производства портландцемента:

1. SiO₂,
2. MgO
3. Al₂O₃,
4. Fe₂O₃.

31. Основные минералы портландцемента, составляющие вместе 70-80% от массы:

1. C₃A(целит)
2. C₄AF(четырёхкальциевый алюмоферрит)
3. C₃S (алит)
4. C₂S(белит)

32. Основные минералы портландцемента, составляющие вместе 60-65% от массы в клинкере быстротвердеющего портландцемента:

1. C₃A(целит)
2. C₄AF(четырёхкальциевый алюмоферрит)
3. C₃S (алит)
4. C₂S(белит)

33. Основной минерал сульфатостойкого портландцемента (50% по массе):

- | | |
|--|-------------------|
| 1. C_3A (целит) | 3. C_3S (алит) |
| 2. C_4AF (четырёхкальциевый алюмоферрит) | 4. C_2S (белит) |

34. Наиболее существенными показателями свойств бетонных смесей считают с позиций технологии:

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. Водопроницаемость. | 4. Прочность. |
| 2. Тепловыделение. | 3. Удобоукладываемость. |

35. Количественными показателями свойств гидротехнических бетонов задаются марками по:

- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| 1. Водопроницаемости. | 3. Морозостойкости. |
| 2. Удобоукладываемости. | 4. По прочности на растяжение. |

36. Характеристики воды, используемой для приготовления гидротехнических бетонов:

- | | |
|--|-------------|
| 1. Не содержать механических примесей. | 3. $pH > 4$ |
| 2. Не содержать сульфатов. | 4. $pH > 7$ |

37. Крупность песка, применяемого для гидротехнического бетона:

- | | | |
|------------|----------------|------------|
| 1. 5-10 мм | 2. Более 10 мм | 3. До 5 мм |
|------------|----------------|------------|

38. При значении ОК(осадка стандартного конуса) равном более 6 см, бетонную смесь относят к:

- | | |
|---------------|-------------|
| 1. Пластичным | 4. Мягким. |
| 2. Литым. | 3. Жёстким. |

39. Марку гидротехнического бетона определяют в:

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 1. 7- суточном возрасте | 3. 120- суточном возрасте |
| 2. 28- суточном возрасте | 4. 180-суточном возрасте |

40. Прочность бетона можно повысить путём:

1. Уменьшения водоцементного отношения.
2. Увеличения водоцементного отношения
3. Уменьшением активности цемента.
4. Применение заполнителей с прочностью, ниже требуемой марки бетона.

41. Прочность бетона изменяется во времени по закону:

- | | |
|----------------------|---------------|
| 1. Экспоненциальному | 3. Линейному |
| 2. Логарифмическому | 4. Степенному |

42. Нормальными условиями твердения бетона считаются:

1. Влажность воздуха - 80-90%, температура - 15°C.
2. Влажность воздуха -90-100%, температура -20°C.
3. Влажность воздуха -75-100%, температура -15°C.

Рекомендуемая литература

1. Бондаренко Г.Г., Кабанова Т.А. Материаловедение. М.: Изд-во Юрайт, 2013. 359 с.
2. Демина О.Н. Сборник задач для самостоятельной и контрольной работы по дисциплине "Технология строительных материалов". Брянск: Брянская ГСХА, 2011. 32 с.

Учебное издание

Зверева Людмила Алексеевна
Демина Ольга Николаевна

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие для студентов направления подготовки:
20.03.02 Природообустройство и водопользование,
21.03.02 Землеустройство и кадастры

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 11.10.2019 г. Формат 60x84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,90. Тираж 25 экз. Изд. № 6493.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ