

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО СТРОИТЕЛЬНОМУ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЮ

Методические указания № 1
для выполнения самостоятельной работы

Под общей редакцией доктора технических наук,
профессора Ю.П. Скачкова

Пенза 2015

УДК 691 (075.8)

ББК 38.3 я 73

P47

*Методические указания подготовлены в рамках проекта
«ПГУАС – региональный центр повышения качества подготовки
высококвалифицированных кадров строительной отрасли»
(конкурс Министерства образования и науки Российской Федерации –
«Кадры для регионов»)*

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – доктор технических наук, профессор
В.И. Логанина (ПГУАС)

Решение задач по строительному материаловедению: методические указания № 1 для выполнения самостоятельной работы / С.Н. Кислицына; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова.. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 18 с.

Рассматриваются задачи, связанные с оценкой свойств, технологией и применением строительных материалов. Для решения задач даются методические указания, а также приводится необходимый справочный материал в виде таблиц, графиков и иллюстраций.

Методические указания подготовлены на кафедре «Управление качеством и технология строительного производства» и базовой кафедре ПГУАС при ООО «Стройцентр» и предназначены для использования обучающимися по программе переподготовки «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2015

© Кислицына С.Н., 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Одной из главнейших задач будущих строителей является четкое представление о правильном и рациональном использовании строительных материалов с учетом всех их специфических особенностей свойств.

Решение задач и упражнений является эффективным путем повышения знаний и практических навыков студентов по этим дисциплинам.

В методических указаниях даются задачи решение предложенных задач, а также приводится необходимый справочный материал в виде таблиц, графиков и иллюстраций.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Знания об общих свойствах строительных материалов дает возможность рационально использовать их в строительстве и при инженерно-технических расчетах.

Так, например, по значениям средней и истинной плотностей строительных материалов, можно рассчитать какой пористостью обладают эти материалы, что, в свою очередь, позволяет составить достаточно полное представление о прочности, теплопроводности, водопоглощении и других важных свойствах материалов и на этом основании решать вопрос об их применении в тех или иных конструкциях и сооружениях.

Величина средней плотности строительных материалов необходима для расчета нагрузок, определения веса сооружений, транспортных расчетов, выбора емкости складских помещений и т.п.

Расчеты прочности и устойчивости конструкций и сооружений невозможны без данных о прочности применяемых материалов. Невозможен прогноз их долговечности без знания таких свойств материалов, как отношение к влаге, смене температур, к воздействию окружающей среды и т.д.

ЗАДАЧА 1. Керамзитобетон (легкий бетон на пористых заполнителях) имеет пористость 38 % и истинную плотность, равную 2600 кг/м^3 . Чему равна средняя плотность керамзитобетона?

ЗАДАЧА 2. Сколько потребуется бетона со средней плотностью 2450 кг/м^3 для устройства сплошного пола толщиной 70 мм в производственном помещении размером $4 \times 6 \text{ м}$?

ЗАДАЧА 3. Какой высоты колонну сечением $40 \times 40 \text{ см}$ можно забетонировать из 3 т обычного тяжелого бетона, имеющего плотность $2,3 \text{ т/м}^3$?

ЗАДАЧА 4. Рассчитайте минимально необходимый объем цементной банки (емкости) для хранения 3000 т портландцемента с насыпной плотностью $1,1 \text{ г/см}^3$.

ЗАДАЧА 5. Образец полимерраствора с истинной плотностью 3900 кг/м^3 , размером $40 \times 40 \times 160 \text{ мм}$ имеет массу 870 г. Определите значение суммарной пористости этого материала.

ЗАДАЧА 6. Определите закрытую пористость образца из обычного тяжелого бетона со средней плотностью 2300 кг/м^3 , размером $100 \times 100 \times 100 \text{ мм}$, если известно, что значение истинной плотности этого материала составляет 2600 кг/м^3 , а водопоглощение по объему через 3 часа выдержки в воде – 5 %, через 6 часов – 7 %, через 12 часов – 7 %.

ЗАДАЧА 7. Наружная стеновая панель из газобетона имеет размеры $3,0 \times 1,2 \times 0,3$ м и массу 1,3 т. Рассчитайте пористость газобетона, приняв его истинную плотность равной 2600 кг/м^3 .

ЗАДАЧА 8. Сопоставить между собой пористость керамического кирпича и известняка-ракушечника, если известно, что истинная плотность кирпича равна 2600 кг/м^3 , а известняка-ракушечника – 2700 кг/м^3 . При этом средняя плотность кирпича на 20 % меньше средней плотности ракушечника, у которого водопоглощение по объему в 2 раза больше водопоглощения по массе.

ЗАДАЧА 9. Масса сухого образца известняка-ракушечника объемом 250 см^3 равна 400 г. После насыщения водой его масса увеличилась до 500 г. Найти водопоглощение образца по массе и объему.

ЗАДАЧА 10. Масса образца горной породы - известняка в сухом состоянии равна 0,7 кг. Определить массу образца после насыщения его водой если известно, что водопоглощение по объему равно 21 %, а средняя плотность известняка – 1900 кг/м^3 .

ЗАДАЧА 11. Масса сухого образца - ракушечника – 7 кг. После полного водонасыщения его масса стала равной 7,5 кг. Определить расчетным путем водопоглощение по объему и пористость ракушечника, если средняя плотность его равна 1400 кг/м^3 , а истинная плотность – 2600 кг/м^3 .

ЗАДАЧА 12. Плотность раствора $1,7 \text{ г/см}^3$. Какое количество раствора необходимо для оштукатуривания кирпичной стены размером 5×3 м при толщине слоя штукатурки 7 мм?

ЗАДАЧА 13. Образец известняка-ракушечника массой 52 г после парафинирования имел массу на воздухе 55 г, а в воде 15 г. Рассчитать среднюю плотность известняка ракушечника, плотность парафина принять равной $0,93 \text{ г/см}^3$.

ЗАДАЧА 14. Железобетонная плита $4 \times 4 \times 0,4$ м опирается по углам на четыре кирпичные столба сечением 50×50 см каждый. Высота столбов 6,5 м. На железобетонную плиту по ее центру поставили бункер объемом 2 м^3 , заполненный на $2/3$ объема бетонной смесью. Масса бункера без бетона – 98 кг. Рассчитать нагрузку на каждый кирпичный столб на уровне фундамента. При расчете принять среднюю плотность железобетона $2,5 \text{ т/м}^3$, кирпичной кладки – 1700 кг/м^3 , бетонной смеси – 2400 кг/м^3 .

ЗАДАЧА. 15. Из одного и того же вещества изготовлены два материала. У первого материала водопоглощение по объему составило 30%, а водопоглощение по массе – 15%; у второго материала соответственно 12% и 6%. Какой материал плотнее?

ЗАДАЧА 16. Дозировочный бункер для песка (дозатор) имеет форму цилиндра с диаметром 100 см и высотой 120 см и весит с песком 1590 кг, а пустой 85 кг. Рассчитать пустотность песка в бункере, принимая истинную плотность песка равную $2,64 \text{ г/см}^3$.

ЗАДАЧА 17. Кузов автомашины, имеющий размеры $2,8 \times 1,8 \times 0,6$ м заполнен на $\frac{2}{3}$ своей высоты щебнем. Масса автомашины без щебня равна 3 т, а с щебнем 5,86 т. Рассчитать насыпную плотность и пустотность щебня, если его истинная плотность равна $2,7 \text{ г/см}^3$.

ЗАДАЧА 18. Кубик из газобетона с размером ребра 20 см погружен в воду и плавает. При этом высота его над уровнем воды в первый момент составляет 6,5 см. Определить пористость газобетона, если его истинная плотность составляет $2,7 \text{ г/см}^3$. Поглощением воды при этом можно пренебречь.

ЗАДАЧА 19. Кубик из газосиликата с размером ребра 15 см в абсолютно сухом состоянии весил 2,7 кг, а после нахождения в воде – 2,95 кг. Определить степень заполнения пор образца водой, если истинная плотность газосиликата $2,68 \text{ г/см}^3$.

ЗАДАЧА 20. Определить гигроскопичность тонкоизмельченного мела, который в сухом состоянии весил 118 г, а после длительного нахождения на воздухе со 100% влажностью – 120,1 г.

ЗАДАЧА 21. Глиняный высокопористый кирпич после обжига в печи весил 2310 г, а после длительного хранения на складе его масса увеличилась до 2314 г. Рассчитать сорбционную (равновесную) влажность кирпича.

ЗАДАЧА 22. Керамический кирпич, который в абсолютно сухом состоянии весил 2710 г, поместили тычковой стороной в воду на глубину 1 см на срок 5 суток, после этого кирпич стал весить 2780 г. Рассчитать величину капиллярного (диффузионного) всасывания воды кирпичом за указанный срок.

ЗАДАЧА 23. Водопоглощение бетона по массе и объему соответственно 3,4% и 8,3%. Рассчитать пористость бетона, если его истинная плотность $2,64 \text{ г/см}^3$.

ЗАДАЧА 24. Через кубик из цементно-песчаного раствора с ребром, равным 7,07 см, при давлении 4 атм за 5 часов просочилось 24 г воды. Чему равен коэффициент водопроницаемости цементного раствора при данном давлении воды?

ЗАДАЧА 25. Бетонная стена подвала насосной станции имеет размеры $4,5 \times 3,0 \times 0,4$ м и находится под односторонним напором столба воды. Сколько воды просочится в подвал насосной станции через стену за сутки, если коэффициент водопроницаемости бетона при этом давлении воды равен $0,00028 \text{ г/м}\cdot\text{с}$

ЗАДАЧА 26. Определить коэффициент паропроницаемости сборной железобетонной панели перекрытия с размерами $3,0 \times 2,5 \times 0,1$ м, через которую за 24 часа при разности парциальных давлений водяного пара в 3 мм.рт.ст. проходит 22 г пара.

ЗАДАЧА 27. Через наружную стену из газобетона площадью $8,4 \text{ м}^2$ проходит в сутки 5700 килокалорий тепла. Толщина стены – 0,25 м.

Температура холодной стороны стены $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, а теплой $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Рассчитайте коэффициент теплопроводности газобетона.

ЗАДАЧА 28. Образец камневидного материала в виде куба с ребром $0,07\text{ м}$ в воздушно-сухом состоянии имеет массу $0,55\text{ кг}$. Определить расчетным путем его коэффициент теплопроводности и назвать данный материал.

ЗАДАЧА 29. Образец легкого бетона в сухом состоянии имеет массу $0,30\text{ кг}$ и объем $0,00023\text{ м}^3$. Рассчитать коэффициент теплопроводности бетона.

ЗАДАЧА 30. Какими должны быть толщина и масса наружной стеновой панели размером $3,0 \times 1,2\text{ м}$, если использованный для изготовления этой панели легкий бетон имеет плотность 750 кг/м^3 , теплопроводность $0,31\text{ Вт/(м}\cdot^{\circ}\text{C)}$? Минимальное термическое сопротивление стены принять равным $3,05\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C/Вт}$. Влияние арматуры на теплопроводность не учитывать.

ЗАДАЧА 31. Какая толщина стены при кладке из рядового кирпича со средней плотностью 1650 кг/м^3 будет обеспечивать необходимое по СНиП II-3-79** нормативное термическое сопротивление $R = 3,05\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C/Вт}$?

ЗАДАЧА 32. Кубик из бетона размером $0,1 \times 0,1 \times 0,1\text{ м}$ до испытания на круге истирания весил $2,2\text{ кг}$, а после испытания – 2160 г . Чему равна истираемость бетона?

ЗАДАЧА 33. Какой из строительных материалов будет обладать более высокими конструктивными свойствами: бетон или сосна? Предел прочности при сжатии у бетона равен 45 МПа , средняя плотность 2400 кг/м^3 . У сосны – соответственно 50 МПа и $0,48\text{ г/см}^3$.

ЗАДАЧА 34. Цилиндр из гипсового камня с диаметром и высотой $0,03\text{ м}$ при испытании на лабораторном копре разрушился после удара с высоты $0,1\text{ м}$. Масса падающего груза копра равна 2 кг . Рассчитайте прочность гипсового камня при ударе.

ЗАДАЧА 35. Какой из строительных материалов предпочтительнее использовать в качестве конструкционного: тяжелый бетон с пределом прочности при сжатии 25 МПа и плотностью 2600 кг/м^3 или газобетон с пределом прочности при сжатии $8,5\text{ МПа}$ и средней плотностью $0,7\text{ г/см}^3$?

ЗАДАЧА 36. Рассчитайте значение предела прочности при сжатии куба из бетона с ребром 150 мм , если показание манометра пресса составляет 12 МПа . Площадь поперечного сечения поршня пресса принять равной 500 см^2 .

ЗАДАЧА 37. Определите значение предела прочности при изгибе рядового керамического кирпича размером $250 \times 120 \times 65\text{ мм}$, если при стандартном испытании значение разрушающей нагрузки составило 380 кгс , а расстояние между опорами равно 200 мм .

ЗАДАЧА 38. Определите коэффициент размягчения бетона, если после испытания образца в сухом состоянии значение предела прочности при сжатии составило 35 МПа, а после испытания такого же образца во влажном состоянии – 300 кгс/см². Сделать вывод о водостойкости этого материала.

ЗАДАЧА 39. Определите коэффициент размягчения известнякового камня, если предел прочности при сжатии сухого образца составляет 390 кгс/см², а водонасыщенного - 24 МПа. Сделайте вывод о водостойкости этого материала.

ЗАДАЧА 40. Можно ли применять для устройства фундаментов во влажных грунтах бутовый камень из известняка, имеющего в сухом состоянии предел прочности при сжатии 90 МПа, а в водонасыщенном состоянии – 60 МПа?

ЗАДАЧА 41. Рассчитать, на сколько МПа (кгс/см²) снизится прочность гипсового блока после полного насыщения его водой, если прочность при сжатии в сухом состоянии составляла 12 МПа, а коэффициент размягчения гипсового камня равен 0,41.

ЗАДАЧА 42. Дать заключение о степени водостойкости каменного материала, если при испытании образца в сухом состоянии предел прочности при сжатии оказался равным 48 МПа, а в водонасыщенном состоянии – 410 кгс/см².

ЗАДАЧА 43. Рассчитать, на сколько МПа (кгс/см²) снизится после насыщения водой прочность при сжатии керамического кирпича, если его прочность в сухом состоянии составляет 14,4 МПа. Коэффициент размягчения кирпича принять равным 0,87.

ЗАДАЧА 44. Предел прочности при сжатии бетона имеющего среднюю плотность 2,4 т/м³, равен 200 кгс/см². Какую прочность будет иметь бетон из тех же материалов, имеющий среднюю плотность 1900 кг/м³, если установлено, что при снижении плотности бетона на каждые 10% прочность его снижается в среднем на 26 кгс/см². Истинную плотность бетона принять равной 2,7 г/см³.

ЗАДАЧА 45. Строительный материал характеризуется следующим химическим составом, масс. %: СаО – 37, MgO – 9, SiO₂ – 28. Рассчитать модуль основности материала и определить, в какой химической среде он будет более стоек.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ЗАДАЧА 1.

Пористость образца рассчитывают по формуле $\Pi = 1 - \frac{\rho_m}{\rho}$, отсюда находим среднюю плотность:

$$\rho_m = (1 - \Pi) \cdot \rho = (1 - 0.38) \cdot 2600 = 1612 \text{ кг/м}^3.$$

ЗАДАЧА 2. Определяем объём покрытия пола:

$$V = a \cdot b \cdot c = 4 \cdot 6 \cdot 0,07 = 1,68 \text{ м}^3$$

Масса бетона составит $m = \rho_m \cdot V = 2450 \cdot 1,68 = 4116 \text{ кг} = 4,116 \text{ т}$.

ЗАДАЧА 3. Определяем объём колонны: $V = \frac{m}{\rho_m} = \frac{3}{2,3} = 1,3 \text{ м}^3$

Высота колонны составит $h = \frac{V}{ab} = \frac{1,3}{0,4 \cdot 0,4} = 8,125 \text{ м}$.

ЗАДАЧА 4. Насыпная плотность: $\rho_{нас} = \frac{m}{V}$

Отсюда объём ёмкости: $V = \frac{m}{\rho_{нас}} = \frac{3000}{1,1} = 2727 \text{ м}^3$.

ЗАДАЧА 5. Объём образца полимерраствора:

$$V = a \cdot b \cdot c = 4 \cdot 4 \cdot 16 = 256 \text{ см}^3$$

Средняя плотность: $\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{870}{256} = 3,42 \text{ г/см}^3$

Суммарная пористость:

$$\Pi = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{3,4}{3,9}\right) \cdot 100\% = 13\%.$$

ЗАДАЧА 6. Объём образца: $V = a^3 = 10^3 = 1000 \text{ см}^3$

Максимальное водопоглощение по объёму $W_o = 7\%$

Суммарная пористость $\Pi = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{2300}{2600}\right) \cdot 100 = 12\%$

Считаем, что открытая пористость $\Pi_o \approx W_o$

Закрывая пористость $\Pi_з = \Pi - \Pi_o = 12 - 7 = 5\%$.

ЗАДАЧА 7. Объём панели: $V = a \cdot b \cdot h = 3 \cdot 1,2 \cdot 0,3 = 1,08 \text{ м}^3$

Средняя плотность газобетона $\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{1300}{1,08} = 1204 \text{ кг} / \text{м}^3$

Пористость газобетона: $\Pi = (1 - \frac{\rho_m}{\rho}) \cdot 100 = (1 - \frac{1204}{2600}) \cdot 100 = 54\%$

ЗАДАЧА 8. Исходя из формул $W_o = W_m \cdot d$ и $d = \frac{\rho_m}{\rho_{H_2O}}$ средняя

плотность ракушечника составит

$$\rho_m = \frac{W_o}{W_m} = \frac{2W}{W_m} = 2 \text{ г} / \text{см}^3 = 2000 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Средняя плотность керамического кирпича:

$$\rho_m = 2 - (2 \cdot 0,2) = 1,6 \text{ г} / \text{см}^3 = 1600 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Пористость керамического кирпича:

$$\Pi^k = (1 - \frac{\rho_m}{\rho}) \cdot 100 = (1 - \frac{1600}{2600}) \cdot 100 = 38,6\%$$

Пористость известняка-ракушечника:

$$\Pi^p = (1 - \frac{\rho_m}{\rho}) \cdot 100 = (1 - \frac{2}{2,7}) \cdot 100 = 26\%$$

$$\Delta \Pi = \Pi^k - \Pi^p = 38,6 - 26 = 12,5\%$$

Пористость керамического кирпича больше пористости известняка-ракушечника на 12,5%.

ЗАДАЧА 9. Водопоглощение по массе:

$$W_m = \frac{m_{вл} - m_{сух}}{m_{сух}} \cdot 100\% = \frac{500 - 400}{400} \cdot 100 = 25\%$$

Водопоглощение по объёму:

$$W_o = \frac{m_{вл} - m_{сух}}{V} \cdot 100\% = \frac{500 - 400}{250} \cdot 100 = 40\%.$$

ЗАДАЧА 10. Определяем объём образца $V = \frac{m}{\rho_m} = \frac{700}{1,9} = 368 \text{ см}^3$

Из формулы водопоглощения по объёму $W_o = \frac{m_{вл} - m_{сух}}{V}$ находим массу влажного образца

$$m_{вл} = W_o \cdot V + m_{сух} = 0,21 \cdot 368 + 700 = 777,28 \text{ г}$$

ЗАДАЧА 11. Определяем объем образца известняка-ракушечника

$$V = \frac{m}{\rho_m} = \frac{7000}{1,4} = 5000 \text{ см}^3$$

Водопоглощение по объёму:

$$W_o = \frac{m_{\text{вл}} - m_{\text{суу}}}{V} \cdot 100\% = \frac{7500 - 7000}{5000} \cdot 100 = 10\%$$

Пористость ракушечника:

$$П = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{1400}{2600}\right) \cdot 100 = 46\% .$$

ЗАДАЧА 12.

Объем слоя штукатурки: $V = a \cdot b \cdot h = 5 \cdot 4 \cdot 0,007 = 0,14 \text{ м}^3$

Масса раствора: $m = \rho_m \cdot V = 1700 \cdot 0,14 = 238 \text{ кг}$

ЗАДАЧА 13.

Объем известняка-ракушечника с парафином равен (по закону Архимеда) потере его массы при взвешивания в воде: $V = 55 - 15 = 40 \text{ см}^3$

Масса парафина: $m_n = 55 - 52 = 3 \text{ г}$

Объем парафина: $V_n = \frac{m}{\rho_n} = \frac{3}{0,93} = 3,23 \text{ см}^3$

Объем известняка-ракушечника без парафина: $V = 40 - 3,23 = 36,77 \text{ см}^3$

Средняя плотность известняка-ракушечника:

$$\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{52}{36,77} = 1,41 \text{ г/см}^3 = 1410 \text{ кг/м}^3 .$$

ЗАДАЧА 14. Рассчитываем массу конструкций и величину нагрузок.

Масса железобетонной плиты: $m_{\text{жб/б}} = \rho_m \cdot V = 2,5 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 0,4 = 16 \text{ т}$

Объем бетонной смеси: $V_{\text{б.см}} = V_{\text{б}} \cdot 2/3 = 1,33 \text{ м}^3$

Масса бетонной смеси: $m_{\text{б.см}} = 2,4 \cdot 1,33 = 3,19 \text{ т}$

Масса плиты с грузом: $m = m_{\text{жб/б}} + m_{\text{б.см}} + m_{\text{б}} = 16 + 3,19 + 0,098 = 19,29 \text{ т}$

Нагрузка на каждый кирпичный столб: $F = \frac{19,29}{4} = 4,8 \text{ тс}$

Масса кирпичного столба: $m_{\text{см}} = 1,7 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 6,5 = 2,76 \text{ т}$

Нагрузка на фундамент каждого столба: $F = 4,8 + 2,76 = 7,56 \text{ тс} .$

ЗАДАЧА 15.

Относительная плотность первого материала: $d = \frac{W_o}{W_m} = \frac{30}{15} = 2$, а его средняя плотность: $\rho_m = \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot d = 1 \cdot 2 = 2 \text{ г/см}^3 = 2000 \text{ кг/м}^3$

Относительная плотность второго материала: $d = \frac{W_o}{W_m} = \frac{12}{6} = 2$, а его средняя плотность: $\rho_m = \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot d = 1 \cdot 2 = 2 \text{ г/см}^3 = 2000 \text{ кг/м}^3$

Плотность первого и второго материала одинаковая.

ЗАДАЧА 16.

$$\text{Объем дозатора: } V = \frac{\pi D^2 h}{4} = \frac{3,14 \cdot 1^2 \cdot 1,2}{4} = 0,94 \text{ м}^2$$

Масса песка в дозаторе: $1590 - 85 = 1505$ кг

$$\text{Насыпная плотность песка: } \rho_{нас} = \frac{m}{V} = \frac{1505}{0,94} = 1601 \text{ кг} / \text{ м}^3$$

$$\text{Пустотность песка: } \Pi = \left(1 - \frac{\rho_{нас}}{\rho}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{1601}{2640}\right) \cdot 100\% = 39\% .$$

ЗАДАЧА 17.

Высота слоя щебня в кузове автомашины равна $60 \cdot 2/3 = 40$ см = 0,4 м

$$\text{Объем щебня: } V = 2,8 \cdot 1,8 \cdot 0,4 = 2,0 \text{ м}^3 .$$

Масса щебня: $m = 5,86 - 3,0 = 2,86 \text{ т} = 2860 \text{ кг}$

$$\text{Насыпная плотность щебня: } \rho_{нас} = \frac{m}{V} = \frac{2860}{2} = 1430 \text{ кг} / \text{ м}^3$$

$$\text{Пустотность щебня: } \Pi = \left(1 - \frac{\rho_{нас}}{\rho}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{1430}{2700}\right) \cdot 100\% = 47\% .$$

ЗАДАЧА 18. Объем вытесненной кубиком воды равен массе кубика. Если высота кубика над уровнем воды 6,5 см, это означает, что кубик погрузился на $20 - 6,5 = 13,5$ см и вытеснил при этом $20 \cdot 20 \cdot 13,5 = 5400$ см³ воды, следовательно, масса кубика составит 5400 г.

Объем кубика из газобетона: $V = a^3 = 20^3 = 8000 \text{ см}^3$

Средняя плотность газобетона:

$$\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{5400}{8000} = 0,68 \text{ г} / \text{ см}^3 = 680 \text{ кг} / \text{ м}^3$$

$$\text{Пористость газобетона: } \Pi = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{680}{2700}\right) \cdot 100\% = 75\% .$$

ЗАДАЧА 19.

Объем кубика из газосиликата: $V = a^3 = 15^3 = 3375 \text{ см}^3$

Средняя плотность газосиликата в абсолютно сухом состоянии:

$$\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{2700}{3375} = 0,8 \text{ г} / \text{ см}^3 = 800 \text{ кг} / \text{ м}^3$$

Пористость газосиликата:

$$\Pi = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{0,8}{2,68}\right) \cdot 100\% = 70,2\%$$

Открытая пористость (водопоглощение по объему):

$$W_o = \frac{m_{вл} - m_{сух}}{V} \cdot 100\% = \frac{2950 - 2700}{3375} \cdot 100 = 7,4\%$$

Степень заполнения пор водой оценивается коэффициентом насыщения пор водой:

$$k_n = \frac{W_o}{\Pi} = \frac{7,4}{70,2} = 0,105$$

т.е. поры заполнены водой на 10,5%.

ЗАДАЧА 20. Гигроскопичность пористых тел оценивается отношением массы влаги, поглощенной материалом из воздуха со 100% влажностью, к массе материала в сухом состоянии:

$$W_z = \frac{m_{вл} - m_{сух}}{m_{сух}} \cdot 100\% = \frac{120,1 - 118}{118} \cdot 100 = 1,8\%.$$

ЗАДАЧА 21. Сорбционная влажность материала оценивается отношением массы влаги, поглощенной материалом из воздуха к массе материала в сухом состоянии:

$$W_{сорб} = \frac{m_{вл} - m_{сух}}{m_{сух}} \cdot 100\% = \frac{2314 - 2310}{2310} \cdot 100 = 0,17\%$$

ЗАДАЧА 22. Величина капиллярного всасывания воды характеризуется количеством поглощенной воды:

$$W_{всас} = \frac{m_{вл} - m_{сух}}{m_{сух}} \cdot 100\% = \frac{2780 - 2710}{2710} \cdot 100 = 2,58\%.$$

ЗАДАЧА 23.

Относительная плотность бетона: $d = \frac{W_o}{W_m} = \frac{8,3}{3,4} = 2,44$

Средняя плотность: $\rho_m = d \cdot \rho_{H_2O} = 2,44 \cdot 1000 = 2440 \text{ кг/м}^3$

Пористость бетона: $\Pi = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{2440}{2640}\right) \cdot 100 = 8\%.$

ЗАДАЧА 24.

Характеристикой водопроницаемости служит коэффициент водопроницаемости, который характеризуется количеством воды, прошедшим в течение 1 с через 1 м² поверхности материала при заданном давлении воды.

Расчет ведем по формуле:

$$\mu = \frac{Q \cdot a}{S \cdot \tau} = \frac{24 \cdot 0,07}{0,0049 \cdot 18000} = 0,0192 \text{ л/м} \cdot \text{с}.$$

ЗАДАЧА 25.

Расчет ведем по формуле:

$$Q = \mu \frac{S \cdot \tau}{a} = \frac{0,00028 \cdot 4,5 \cdot 3,0 \cdot 86400}{0,4} = 816,48 \text{ л}.$$

ЗАДАЧА 26.

Паропроницаемость характеризуется коэффициентом паропроницаемости, численно равным количеству водяного пара, проникающего через слой материала толщиной 1 м, площадью 1 м² в течение 1 с, и разностью парциальных давлений пара в 133,3 Па.

Расчет ведем по формуле:

$$\mu = \frac{Q \cdot a}{S \cdot \tau \cdot \Delta h} = \frac{22 \cdot 0,1}{3 \cdot 2,5 \cdot 3600 \cdot 3} = 0,000027 \text{ г/м} \cdot \text{с} \cdot \text{Па}$$

1 мм.рт.ст.=133,3 Па.

ЗАДАЧА 27. Тепловой поток за τ часов через ограждение площадью A и толщиной δ при разности температур по обе стороны ограждения $(t_1 - t_2)$ и коэффициенте теплопроводности материала ограждения λ можно рассчитать по формуле:

$$Q = \frac{(t_1 - t_2) A \tau}{\delta} \cdot \lambda, \text{ отсюда}$$

$$\lambda = \frac{Q \delta}{(t_1 - t_2) A \tau} = \frac{5700 \cdot 0,25}{33 \cdot 8,4 \cdot 24} = 0,214 \text{ ккал/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град)} = 0,249 \text{ (Вт/м} \cdot \text{град)}$$

1 ккал/(м · ч · град) = 1,163 Вт/(м · град).

ЗАДАЧА 28.

Объем образца материала: $V = a^3 = 7^3 = 343 \text{ см}^3$

Средняя плотность материала: $\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{550}{343} = 1,6 \text{ г/см}^3$

Относительная плотность материала: $d = \frac{\rho_m}{\rho_{H_2O}} = \frac{1,6}{1} = 1,6$

По формуле В.П. Некрасова вычисляем коэффициент теплопроводности материала:

$$\lambda = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22 d^2} - 0,16 = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22 \cdot 1,6^2} - 0,16 = 0,73 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$$

Значение коэффициента теплопроводности предположительно соответствует легкому бетону.

ЗАДАЧА 29.

Средняя плотность бетона: $\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{0,3}{0,00023} = 1304 \text{ кг/м}^3$

Относительная плотность материала: $d = \frac{\rho_m}{\rho_{H_2O}} = \frac{1304}{1000} = 1,304$

Коэффициент теплопроводности по формуле Некрасова:

$$\lambda = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22 d^2} - 0,16 = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22 \cdot 1,304^2} - 0,16 = 0,57 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}.$$

ЗАДАЧА 30.

Термическое сопротивление рассчитывают по формуле: $R = \frac{\delta}{\lambda}$

Отсюда находим толщину стены: $\delta = R \cdot \lambda = 3,05 \cdot 0,31 = 0,95 м$

Объем панели: $V = a \cdot b \cdot h = 3 \cdot 1,2 \cdot 0,95 = 3,42 м^3$

Из формулы средней плотности определяем массу панели:

$$m = \rho_m \cdot V = 750 \cdot 3,42 = 2565 кг = 2,565 т.$$

ЗАДАЧА 31.

Относительная плотность кирпича: $d = \frac{\rho_m}{\rho_{H_2O}} = \frac{1650}{1000} = 1,65$

Коэффициент теплопроводности по формуле Некрасова:

$$\lambda = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22d^2} - 0,16 = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22 \cdot 1,65^2} - 0,16 = 0,75 Вт/(м \cdot ^\circ C)$$

Толщина стены: $\delta = R \cdot \lambda = 3,05 \cdot 0,75 = 2,28 м$

ЗАДАЧА 32. Предел прочности бетона на истирание равен:

$$R_{ист} = \frac{m - m_1}{S} = \frac{2200 - 2160}{10 \cdot 10} = 0,4 г / см^2.$$

ЗАДАЧА 33. Коэффициент конструктивного качества рассчитывают по формуле: $К.К.К. = \frac{R(МПа)}{d}$, а относительную плотность - $d = \frac{\rho_m}{\rho_{H_2O}}$

Для бетона: $d = \frac{2400}{1000} = 2,4$; $К.К.К. = \frac{45}{2,4} = 18,75 МПа$

Для сосны: $d = \frac{0,48}{1} = 0,48$; $К.К.К. = \frac{50}{0,48} = 104,2 МПа$

К.К.К. сосны больше К.К.К. бетона, следовательно, сосна обладает более высокими конструктивными свойствами.

ЗАДАЧА 34. Прочность материала при ударе оценивается работой разрушения, отнесенной к $1 см^3$ объема образца.

Объем образца: $V = \frac{\pi D^2 h}{4} = \frac{3,14 \cdot 3^2 \cdot 3}{4} = 21,2 см^3$

Предел прочности гипсового камня при ударе:

$$R_{уд} = \frac{P \cdot [1 + 2 + 3 + \dots + (n - 1)]}{V} = \frac{2(1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9)}{21,2} = 4,25 кг \cdot см / см^3 = 0,425 Дж / см^3$$

Образец разрушился на 10 ударе, следовательно, количество ударов до разрушения 9.

ЗАДАЧА 35.

Коэффициент конструктивного качества рассчитывают по формуле: $K.K.K. = \frac{R^{6l}}{R^{сyx}}$, а относительную плотность - $d = \frac{\rho_m}{\rho_{H_2O}}$

Для тяжелого бетона: $d = \frac{2600}{1000} = 2,6$; $K.K.K. = \frac{25}{2,6} = 9,6 \text{ МПа}$

Для газобетона: $d = \frac{700}{1000} = 0,7$; $K.K.K. = \frac{8,5}{0,7} = 12,1 \text{ МПа}$

В качестве конструкционного материала предпочтительнее использовать газобетон.

ЗАДАЧА 36.

Разрушающая нагрузка: $F = P \cdot S' = 120 \cdot 500 = 60000 \text{ кгс}$

Предел прочности при сжатии куба из бетона:

$$R_{сж} = \frac{F}{S} = \frac{60000}{15 \cdot 15} = 266,7 \text{ кгс} / \text{см}^2 = 26,7 \text{ МПа}$$

ЗАДАЧА 37.

Предел прочности при изгибе:

$$R_{изг} = \frac{3Fl}{2bh^2} = \frac{3 \cdot 380 \cdot 20}{2 \cdot 12 \cdot 6,5^2} = 22,5 \text{ кгс} / \text{см}^2 = 2,25 \text{ МПа}$$

ЗАДАЧА 38.

Коэффициент размягчения: $K_p = \frac{R^{6l}}{R^{сyx}} = \frac{300}{350} = 0,86$

т.к. $K_p > 0,8$ материал считают водостойким.

ЗАДАЧА 39.

Коэффициент размягчения: $K_p = \frac{R^{6l}}{R^{сyx}} = \frac{24}{39} = 0,62$

Материал не водостойкий, т.к. $K_p < 0,8$.

ЗАДАЧА 40.

Коэффициент размягчения известняка: $K_p = \frac{R^{6l}}{R^{сyx}} = \frac{60}{90} = 0,67$

т.к. $K_p < 0,8$, то данный материал для устройства фундаментов во влажных грунтах применять нельзя.

ЗАДАЧА 41.

Коэффициент размягчения: $K_p = \frac{R^{6l}}{R^{сyx}}$,

отсюда $R^{6l} = K_p R^{сyx} = 0,41 \cdot 12 = 4,92 \text{ МПа}$

$\Delta R_{сж} = R^{сyx} - R^{6l} = 12 - 4,92 = 7,08 \text{ МПа}$

Прочность гипсового блока снизится на 7,08 МПа.

ЗАДАЧА 42.

Коэффициент размягчения: $K_p = \frac{R^{el}}{R^{cyx}} = \frac{410}{480} = 0,85$

Материал водостойкий, т.к. $K_p > 0,8$.

ЗАДАЧА 43. Коэффициент размягчения: $K_p = \frac{R^{el}}{R^{cyx}}$,

отсюда $R^{el} = K_p \cdot R^{cyx} = 0,87 \cdot 14,4 = 12,5 \text{ МПа}$

$\Delta R_{сж} = R_{сж}^{cyx} - R_{сж}^{el} = 14,4 - 12,5 = 1,9 \text{ МПа}$

Прочность кирпича снизится на 1,9 МПа.

ЗАДАЧА 44.

Коэффициент плотности бетона при средней плотности 2,4 т/м³ составляет $k_{пл} = \frac{\rho_m}{\rho} \cdot 100\% = \frac{2,4}{2,7} \cdot 100 = 89\%$, а при средней плотности 1900

кг/м³ — $k_{пл} = \frac{\rho_m}{\rho} \cdot 100\% = \frac{1900}{2700} \cdot 100 = 70\%$

Снижение плотности: $89 - 70 = 19\%$

Снижение прочности: $26 \cdot 1,9 = 49,4 \text{ кгс/см}^2$

Прочность бетона при средней плотности 1900 кг/м³:

$$200 - 49,4 = 150,6 \text{ кгс/см}^2.$$

ЗАДАЧА 45.

Модуль основности: $M_o = \frac{\%CaO + \%MgO + \%Na_2O(K_2O)}{\%SiO_2 + \%Al_2O_3}$

Получим: $M_o = \frac{\%CaO + \%MgO}{\%SiO_2} = \frac{37 + 9}{28} = 1,64$,

т.к. $M_o > 1$, материал будет стоек в щелочной среде.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	4
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ.....	9

Учебное издание

Кислицына Светлана Николаевна

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО СТРОИТЕЛЬНОМУ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЮ

Методические указания №1
по выполнению самостоятельной работы

Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова

В авторской редакции
Верстка Т.Ю. Симутина

Подписано в печать 22.06.15. Формат 60x84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 1,04. Уч.-изд.л. 1,12. Тираж 80 экз.
Заказ № 240.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28