

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  $2600 \text{ кг/м}^3$ . Чему равна средняя плотность керамзитобетона?

**ЗАДАЧА 2.** Сколько потребуется бетона со средней плотностью  $2450 \text{ кг/м}^3$  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  $3900 \text{ кг/м}^3$ , 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  $2300 \text{ кг/м}^3$ , размером  $100 \times 100 \times 100 \text{ мм}$ , если известно, что значение истинной плотности этого материала составляет  $2600 \text{ кг/м}^3$ , 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  $2600 \text{ кг/м}^3$ .

**ЗАДАЧА 8.** Сопоставить между собой пористость керамического кирпича и известняка-ракушечника, если известно, что истинная плотность кирпича равна  $2600 \text{ кг/м}^3$ , а известняка-ракушечника –  $2700 \text{ кг/м}^3$ . 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  $250 \text{ см}^3$  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 –  $1900 \text{ кг/м}^3$ .

**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  $1400 \text{ кг/м}^3$ , а истинная плотность –  $2600 \text{ кг/м}^3$ .

**ЗАДАЧА 12.** Плотность раствора  $1,7 \text{ г/см}^3$ . Какое количество раствора необходимо для оштукатуривания кирпичной стены размером  $5 \times 3$  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  $50 \times 50$  см каждый. Высота столбов 6,5 м. На железобетонную плиту по ее центру поставили бункер объемом  $2 \text{ м}^3$ , 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 –  $1700 \text{ кг/м}^3$ , бетонной смеси –  $2400 \text{ кг/м}^3$ .

**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  $750\text{ кг/м}^3$ , 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  $1650\text{ кг/м}^3$  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 –  $2160\text{ г}$ . 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  $45\text{ МПа}$ , средняя плотность  $2400\text{ кг/м}^3$ . У сосны – соответственно  $50\text{ МПа}$  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  $2\text{ кг}$ . Рассчитайте прочность гипсового камня при ударе.

**ЗАДАЧА 35.** Какой из строительных материалов предпочтительнее использовать в качестве конструкционного: тяжелый бетон с пределом прочности при сжатии  $25\text{ МПа}$  и плотностью  $2600\text{ кг/м}^3$  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  $150\text{ мм}$ , если показание манометра пресса составляет  $12\text{ МПа}$ . Площадь поперечного сечения поршня пресса принять равной  $500\text{ см}^2$ .

**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  $380\text{ кгс}$ , а расстояние между опорами равно  $200\text{ мм}$ .

**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/см<sup>2</sup>. Сделать вывод о водостойкости этого материала.

**ЗАДАЧА 39.** Определите коэффициент размягчения известнякового камня, если предел прочности при сжатии сухого образца составляет 390 кгс/см<sup>2</sup>, 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/см<sup>2</sup>) 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/см<sup>2</sup>.

**ЗАДАЧА 43.** Рассчитать, на сколько МПа (кгс/см<sup>2</sup>) 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/м<sup>3</sup>, равен 200 кгс/см<sup>2</sup>. Какую прочность будет иметь бетон из тех же материалов, имеющий среднюю плотность 1900 кг/м<sup>3</sup>, если установлено, что при снижении плотности бетона на каждые 10% прочность его снижается в среднем на 26 кгс/см<sup>2</sup>. Истинную плотность бетона принять равной 2,7 г/см<sup>3</sup>.

**ЗАДАЧА 45.** Строительный материал характеризуется следующим химическим составом, масс. %: СаО – 37, MgO – 9, SiO<sub>2</sub> – 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

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

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

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

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

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

**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  $20 \cdot 20 \cdot 13,5 = 5400$  см<sup>3</sup> воды, следовательно, масса кубика составит 5400 г.

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

Средняя плотность газобетона:

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

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

**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:

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

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 м<sup>2</sup> 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 м<sup>2</sup> 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  $\tau$  часов через ограждение площадью  $A$  и толщиной  $\delta$  при разности температур по обе стороны ограждения  $(t_1 - t_2)$  и коэффициенте теплопроводности материала ограждения  $\lambda$  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:  $K_p = \frac{R^{gl}}{R^{cyx}} = \frac{410}{480} = 0,85$

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

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

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

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

Прочность кирпича снизится на 1,9 МПа.

**ЗАДАЧА 44.**

Коэффициент плотности бетона при средней плотности 2,4 т/м<sup>3</sup> составляет  $k_{пл} = \frac{\rho_m}{\rho} \cdot 100\% = \frac{2,4}{2,7} \cdot 100 = 89\%$ , а при средней плотности 1900

кг/м<sup>3</sup> —  $k_{пл} = \frac{\rho_m}{\rho} \cdot 100\% = \frac{1900}{2700} \cdot 100 = 70\%$

Снижение плотности:  $89 - 70 = 19\%$

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

Прочность бетона при средней плотности 1900 кг/м<sup>3</sup> :

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

**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 щёлочной 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