

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 № 2
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

Р47

*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 №2 для выполнения самостоятельной работы / С.Н. Кислицына; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова.. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 17 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

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Для получения многих искусственных строительных материалов или склеивания штучных материалов в изделия и конструкции широко используют неорганические вяжущие вещества (известь, гипсовые вяжущие, растворимое стекло, цементы и др.).

При изготовлении вяжущих веществ часто возникает необходимость в выполнении технологических расчетов по их производству (расчет необходимого количества сырья, количества воды для гашения извести, воды для затворения гипса и т.п.)

При использовании вяжущих для изготовления различных изделий необходимо уметь правильно определить их важнейшие строительные свойства (прочность, активность, водопотребность, сроки схватывания и др.).

Цель настоящего раздела – развить практические навыки в решении такого рода задач.

ЗАДАЧА 1. Сколько потребуется строительного гипса и воды для приготовления 8 кг гипсового теста нормальной густоты, если НГГТ = 56 %?

ЗАДАЧА 2. Определить, какое количество гипсового теста нормальной густоты получится при затворении водой 10 кг гипса, если НГГТ = 57 %.

ЗАДАЧА 3. Сколько строительного гипса получится из 5 т гипсового камня с влажностью 5 %? Атомные массы элементов приведены в приложении 1.

ЗАДАЧА 4. При просеивании строительного гипса массой 200 г остаток на сите № 02 составил 45 г. К какому виду гипсового вяжущего по тонкости помола относится данный гипс (см. приложение 5)?

ЗАДАЧА 5. Из гипсового теста, приготовленного из 1,1 кг строительного гипса с НГГТ=58%, отлиты 3 балочки размером 4×4×16 см. Рассчитайте пористость затвердевших образцов, если химически связанная вода составляет 18,6% от массы гипса (остальная вода испаряется, образуя поры). Увеличение объема образцов при твердении не учитывать.

ЗАДАЧА 6. Сколько квадратных метров сухой штукатурки толщиной 10 мм (без картона) можно получить из 3 т строительного гипса при затворении его 59% воды, если средняя плотность сырого затвердевшего гипса равна 2,1 г/см³?

ЗАДАЧА 7. Из гипсового теста плотностью 2,2 г/см³ изготовлена отливка объемом 0,3 м³. Соотношение между водой и гипсом (по массе) В:Г=3:5. Рассчитайте количество воды и гипса, необходимое для изготовления этой отливки. Чему равна пористость этой отливки, если химически связанная вода составляет 18,6% от массы израсходованного гипса?

ЗАДАЧА 8. При затворении строительного гипса разным количеством воды получено гипсовое тесто следующей консистенции:

Т а б л и ц а 1

№№ опытов	Расход компонентов, г		Диаметр расплыва лепешки, мм (по Сутгарду)
	гипса	воды	
1	300	150	170
2	300	165	181
3	300	175	189

Рассчитать нормальную густоту гипсового теста по ГОСТ 125-79.

ЗАДАЧА 9. При испытание на сжатие с помощью металлических накладок площадью 25см^2 шести половинок балочек из гипсового теста нормальной густоты спустя 2 часа после изготовления получены следующие результаты: образец №1 разрушился при показании манометра прессы – 20 кг/см^2 ; №2 – 22 кг/см^2 ; №3 – 19 кг/см^2 ; №4 – 21 кг/см^2 ; №5 – 20 кг/см^2 ; №6 – 23 кг/см^2 . Площадь поршня прессы равна 50 см^3 . Определить к какой марке по прочности относится строительный гипс (ГОСТ 125-79)?

ЗАДАЧА 10. Сколько активной MgO будет содержаться в продукте обжига 12 т чистого доломита при 600°C . Диссоциацией CaCO_3 при этой температуре можно пренебречь.

ЗАДАЧА 11. Сколько извести-пушонки получится при гашении 1 т извести-кипелки, если активность негашеной извести равна 85 %? Атомные веса элементов см. в приложении 1.

ЗАДАЧА 12. Сколько потребуется известняка для приготовления 1 т извести-кипелки, если влажность горной породы составляет 10 %?

ЗАДАЧА 13. Сколько получится известкового теста, содержащего 50% воды (по массе), из 1 т извести-кипелки, имеющей активность 95 %?

ЗАДАЧА 14. Определите, сколько гидратной извести и воды содержится в известковом тесте массой 5 т со средней плотностью 1400 кг/м^3 . Истинную плотность порошкообразной гидратной извести принять равной 2100 кг/м^3 .

ЗАДАЧА 15. Для производства извести употребляется известняк, содержащий 2% песка, 3% глинистых веществ, 4% влаги. Определить к какому сорту по содержанию активной CaO будет относиться полученная известь .

ЗАДАЧА 16. На титрование 1,0 г извести-кипелки израсходовано 35,3мл 1Н соляной кислоты. К какому сорту по содержанию активных $\text{CaO} + \text{MgO}$ относится известь?

ЗАДАЧА 17. Сколько потребуется гидратной извести, чтобы приготовить 1 м^3 известкового теста со средней плотностью 1400 кг/м^3 . Истинная плотность гидратной извести $2,0\text{ г/см}^3$.

ЗАДАЧА 18. Сколько необходимо взять гидравлической добавки, чтобы полностью связать 1ч гашеной извести, имеющей активность 90%, если известно, что в составе гидравлической добавки имеется 60% активного кремнезема. Предполагается, что в результате твердения будет образовано соединение $CaO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$ (однокальциевый гидросиликат).

ЗАДАЧА 19. Сколько воды потребуется для приготовления цементного теста нормальной густоты, если водоцементное отношение составляет 0,55, масса цемента - 1 кг?

ЗАДАЧА 20. Из цементного теста нормальной густоты изготовлен образец массой 300 г. Сколько свободной (несвязанной) воды будет содержаться в затвердевшем цементном камне, если НГЦТ = 28 %, а химически связанная вода составляет 15 % от массы цемента?

ЗАДАЧА 21. Какое количество цемента и воды потребуется для приготовления 3 кг цементного теста с плотностью 1700 кг/м^3 , если истинная плотность вяжущего вещества равна $3,1 \text{ т/м}^3$?

ЗАДАЧА 22. Сколько свободной (химически несвязанной) воды будет содержаться в цементном камне, полученном из цементного теста нормальной густоты с НГГТ = 28 %, если химически связанная вода составляет 15 % от массы вяжущего? Расчет вести на 1 кг вяжущего вещества.

ЗАДАЧА 23. Нормальная густота цементного теста равна 28 %. Сколько воды и цемента потребуется для приготовления 8 кг цементного теста нормальной густоты?

ЗАДАЧА 24. Приготовлено 700 г цементного теста с В/Ц=0,5. Оказалось, что после твердения этого цемента в течение длительного времени степень гидратации цемента $\alpha=0,7$. Какое количество цемента, г, не вступит в реакцию с водой при этих условиях?

ЗАДАЧА 25. Какой пористостью будет обладать цементный камень, если при его изготовлении водоцементное соотношение В/Ц составило 0,55, а за время твердения химически связалось 18% всей воды, остальная испарилась? Истинная плотность цемента $3,1 \text{ г/см}^3$. Расчет вести на 1 кг цемента.

ЗАДАЧА 26. Сколько нужно добавить активной минеральной добавки к портландцементу М 600, чтобы получить пуццолановый портландцемент М 400. Предполагается, что добавка не участвует в реакции образования цементного камня до 28-суточного возраста.

ЗАДАЧА 27. Образцы балочек (из цементно-песчаного раствора стандартной консистенции) размером $4 \times 4 \times 16$ см испытаны на изгиб, а половинки балочек – на сжатие. При испытании на изгиб были получены следующие результаты: 56,8; 61,0 и 62 кгс/см². Разрушающая нагрузка при испытании на сжатие оказалась равной 10000, 10200, 11000, 10500, 10600, 10350 кгс. Установить марку портландцемента.

ЗАДАЧА 28. Установлено, что при производстве гидрофобного цемента при помоле необходимо вводить в мельницу 0,2% от массы клинкера гидрофобной добавки (мылонафта), 5% двуводного гипса и 10% активной минеральной добавки. Рассчитать какое количество мылонафта, гипса, активной минеральной добавки и клинкера потребуется для получения 15 т гидрофобного портландцемента.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

ЗАДАЧА 1.

Если необходимое количество гипса принять за x , то количество воды составит $0,56x$. В сумме должно быть 8 кг, т.е. $x + 0,56x = 8$, отсюда:

$$x = \frac{8}{1,56} = 5,13 \text{ кг}$$

Воды необходимо взять: $8 - 5,13 = 2,87 \text{ кг}$.

ЗАДАЧА 2.

Количество воды для приготовления гипсового теста: $m_g = 10 \cdot 0,57 = 5,7 \text{ кг}$

Количество гипсового теста: $m_{g,m} = 10 + 5,7 = 15,7 \text{ кг}$.

ЗАДАЧА 3.

При обжиге гипсового камня вначале должна испариться вода в количестве 5%, тогда сухого гипсового камня останется:
 $5000 - 5000 \cdot 0,05 = 4750 \text{ кг}$

Реакция низкотемпературного обжига гипса:



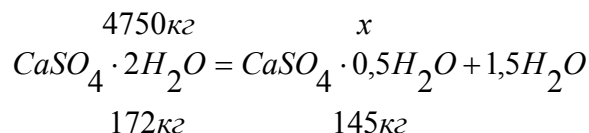
Рассчитываем молярные массы и массу 1кмоль соединений (см. приложение 1):

$$M(CaSO_4 \cdot 2H_2O) = 172 \text{ кг / кмоль},$$

$$m(CaSO_4 \cdot 2H_2O) = M(CaSO_4 \cdot 2H_2O) \cdot n(CaSO_4 \cdot 2H_2O) = 172 \text{ кг / кмоль} \cdot 1 \text{ кмоль} = 172 \text{ кг}$$

$$M(CaSO_4 \cdot 0,5H_2O) = 145 \text{ кг / кмоль}, \quad m(CaSO_4 \cdot 0,5H_2O) = M \cdot n = 145 \text{ кг}$$

Отсюда:



Составляем и решаем пропорцию:

$$\frac{4750}{172} = \frac{x}{145}, x = \frac{4750 \cdot 145}{172} = 4004 \text{ кг} - \text{масса строительного гипса}$$

При обжиге из 5000 кг гипсового камня с влажностью 5 % получается строительного гипса 4004 кг .

ЗАДАЧА 4.

Тонкость помола строительного гипса:

$$X = \frac{m_{\text{ост}}}{m_{\text{нав}}} \cdot 100 = \frac{45}{200} \cdot 100 = 22,5\%$$

Гипс грубого помола – I (см. приложение 5).

ЗАДАЧА 5.

Объем 3 балочек: $V_{\text{б}} = 4 \cdot 4 \cdot 16 \cdot 3 = 768 \text{ см}^3$

Объем воды, взятой для приготовления гипсового теста:

$$V_{\text{в}} = 1,1 \cdot 0,58 = 0,638 \text{ л} = 638 \text{ см}^3$$

Объем химически связанной воды: $V_{\text{в}}^{\text{х.св.}} = 1,1 \cdot 0,186 = 0,2046 \text{ л} = 204,6 \text{ см}^3$

Остальная вода испаряется, образуя в гипсовой отливке поры:

$$V_{\text{в}}^{\text{св}} = 638 - 204,6 = 433,4 \text{ см}^3$$

Пористость гипсовой отливки: $\Pi = \frac{V_{\text{в}}^{\text{св}}}{V_{\text{б}}} \cdot 100\% = \frac{433,4}{768} \cdot 100\% = 56,4\%$.

ЗАДАЧА 6.

Масса гипсового теста составит: $m_{\text{г.т}} = 3 + 0,59 \cdot 3 = 4,77 \text{ т}$

Объем этого количества гипсового теста: $V_{\text{г.т}} = \frac{m}{\rho_{\text{м}}} = \frac{4770}{2100} = 2,27 \text{ м}^3$

При толщине 10 мм площадь сухой штукатурки, получаемой из этого объема гипсового теста, составит: $S = \frac{V}{h} = \frac{2,27}{0,01} = 227 \text{ м}^2$.

ЗАДАЧА 7.

Масса гипсовой отливки: $m_{\text{отл}} = \rho_{\text{м}} \cdot V = 2200 \cdot 0,3 = 660 \text{ кг}$

Масса гипса: $m_{\text{г}} = \frac{660 \cdot 5}{3 + 5} = 412,5 \text{ кг}$

Масса воды: $m_{\text{в}} = \frac{660 \cdot 3}{3 + 5} = 247,5 \text{ кг}$

Объем химически связанной воды: $V_{\text{в}}^{\text{х.св.}} = 412,5 \cdot 0,186 = 76,7 \text{ л} = 0,077 \text{ м}^3$

Остальная вода испаряется, образуя в гипсовой отливке поры:

$$V_{\text{в}}^{\text{св}} = 0,3 - 0,077 = 0,223 \text{ м}^3$$

Пористость гипсовой отливки: $\Pi = \frac{V_{\text{в}}^{\text{св}}}{V_{\text{отл}}} \cdot 100\% = \frac{0,223}{0,3} \cdot 100\% = 74,3\%$.

ЗАДАЧА 8.

Расплав гипсовой лепешки по Суттарду должен быть 180 ± 5 мм, это соответствует результату во втором опыте – 181 мм, следовательно, гипсовое тесто имеет нормальную густоту при соотношении воды и гипса:

$$\text{НГГТ} = \frac{B}{\Gamma} \cdot 100\% = \frac{165}{300} \cdot 100\% = 55\%$$

ЗАДАЧА 9.

Среднее значение показания манометра:

$$\frac{20 + 22 + 19 + 21 + 20 + 23}{6} = 20,8 \text{ кгс} / \text{см}^2$$

Разрушающая нагрузка: $F = P \cdot S = 20,8 \cdot 50 = 1040 \text{ кгс}$

Предел прочности при сжатии: $R_{сж} = \frac{F}{S} = \frac{1040}{25} = 41,6 \text{ кгс} / \text{см}^2 = 4,16 \text{ МПа}$

Строительный гипс по прочности относится к марке Г-4 (см. приложение 6).

ЗАДАЧА 10.

Химический состав доломита выражается формулой $MgCO_3 \cdot CaCO_3$.

Рассчитываем молярные массы и массу 1 кмоль соединений (см. приложение 1)

$$M(MgCO_3) = 84,3 \text{ кг} / \text{кмоль},$$

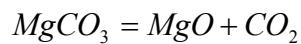
$$m(MgCO_3) = M(MgCO_3) \cdot n(MgCO_3) = 84,3 \text{ кг} / \text{кмоль} \cdot 1 \text{ кмоль} = 84,3 \text{ кг}$$

$$M(MgCO_3 \cdot CaCO_3) = 184,3 \text{ кг} / \text{кмоль}, \quad m(MgCO_3 \cdot CaCO_3) = M \cdot n = 184,3 \text{ кг}$$

Находим, сколько $MgCO_3$ содержится в 12 т (12000 кг) доломита, для этого составляем и решаем пропорцию:

$$\frac{184,3}{12000} = \frac{84,3}{x}, \quad x = \frac{84,3 \cdot 12000}{184,3} = 5489 \text{ кг} - \text{масса магнезита}$$

При диссоциации магнезита образуется MgO :



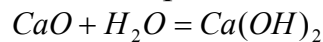
$$M(MgO) = 40,3 \text{ кг} / \text{кмоль}, \quad m(MgO) = M \cdot n = 40,3 \text{ кг}$$

Составляем и решаем пропорцию:

$$\frac{84,3}{5489} = \frac{40,3}{x}, \quad x = \frac{5489 \cdot 40,3}{84,3} = 2624 \text{ кг} - \text{масса } MgO.$$

ЗАДАЧА 11.

Гашение извести-кипелки идет по реакции:



Активность негашеной извести - 85%, следовательно в реакции гашения будет участвовать: $m_{CaO} = 1 \cdot 0,85 = 0,85 \text{ т} = 850 \text{ кг}$

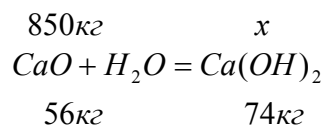
Рассчитываем молярные массы и массу 1 кмоль соединений (см. приложение 1):

$$M(CaO) = 56 \text{ кг} / \text{кмоль},$$

$$m(CaO) = M(CaO) \cdot n(CaO) = 56 \text{ кг} / \text{кмоль} \cdot 1 \text{ кмоль} = 56 \text{ кг}$$

$$M(Ca(OH)_2) = 74 \text{ кг} / \text{кмоль}, \quad m(CaO) = M \cdot n = 74 \text{ кг}$$

Отсюда:



Составляем и решаем пропорцию:

$$\frac{850}{56} = \frac{x}{74}, x = \frac{850 \cdot 74}{56} = 1123 \text{ кг}$$

Из 1 т негашеной извести получим извести-пушонки: $1123 + 150 = 1273 \text{ кг}$, где 150 кг содержание примесей ($1000 - 850 = 150 \text{ кг}$).

ЗАДАЧА 12.

Обжиг известняка идет по реакции: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$

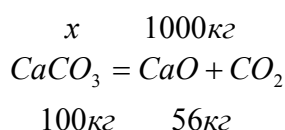
Рассчитываем молярные массы и массу 1 кмоль соединений (см. приложение 1):

$$M(\text{CaO}) = 56 \text{ кг/кмоль},$$

$$m(\text{CaO}) = M(\text{CaO}) \cdot n(\text{CaO}) = 56 \text{ кг/кмоль} \cdot 1 \text{ кмоль} = 56 \text{ кг}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ кг/кмоль}, \quad m(\text{CaCO}_3) = M \cdot n = 100 \text{ кг}$$

Отсюда:



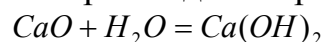
Составляем и решаем пропорцию:

$$\frac{x}{100} = \frac{1000}{56}, x = \frac{100 \cdot 1000}{56} = 1786 \text{ кг} - \text{масса известняка}$$

Для получения 1 т негашеной извести необходимо обжечь сухого известняка 1786 кг, но у нас по условию задачи известняк имеет влажность 10%, следовательно, влажного известняка потребуется: $1786 + (1786 \cdot 0,1) = 1964,6 \text{ кг}$.

ЗАДАЧА 13.

Процесс гашения извести сопровождается реакцией:



Активность извести-кипелки 95 %, следовательно, в реакции гашения будет участвовать: $m_{\text{CaO}} = 1 \cdot 0,95 = 0,95 \text{ т} = 950 \text{ кг}$

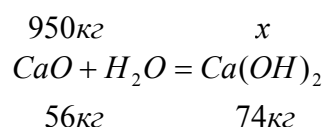
Рассчитываем молярные массы и массу 1 кмоль соединений (см. приложение 1):

$$M(\text{CaO}) = 56 \text{ кг/кмоль},$$

$$m(\text{CaO}) = M(\text{CaO}) \cdot n(\text{CaO}) = 56 \text{ кг/кмоль} \cdot 1 \text{ кмоль} = 56 \text{ кг}$$

$$M(\text{Ca(OH)}_2) = 74 \text{ кг/кмоль}, \quad m(\text{Ca(OH)}_2) = M \cdot n = 74 \text{ кг}$$

Отсюда:



Составляем и решаем пропорцию:

$$\frac{950}{56} = \frac{x}{74}, x = \frac{950 \cdot 74}{56} = 1255 \text{ кг}$$

Из 1 т негашеной извести получим извести-пушонки: $1255 + 50 = 1305 \text{ кг}$, где 50 кг содержание примесей ($1000 - 950 = 50 \text{ кг}$).

В составе теста вода составляет 50% (по массе), следовательно, на 1305кг гидратной извести необходимо взять 1305л воды, тогда известкового теста получится $m_{u.m} = 1305 + 1305 = 2610\text{кг}$.

ЗАДАЧА 14.

Содержание извести в 1 м³ известкового теста обозначим через x , тогда содержание воды будет: $1400 - x$.

Сумма абсолютных объёмов извести ($V_u = \frac{m_u}{\rho_u}$) и воды ($V_e = \frac{m_e}{\rho_e}$) равна 1 м³, следовательно:

$$\frac{m_u}{\rho_u} + \frac{m_e}{\rho_e} = \frac{x}{2100} + \frac{1400 - x}{1000} = 1,$$

решая уравнение получим $m_u = 760\text{кг}$, $m_e = 640\text{кг}$

Объём известкового теста: $V_m = \frac{m}{\rho_m} = \frac{5000}{1400} = 3,571\text{м}^3$

Содержание извести и воды в 3,571 м³ известкового теста:

$$m_u = 760 \cdot 3,571 = 2713,96\text{кг}$$

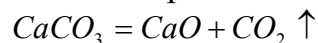
$$m_e = 640 \cdot 3,571 = 2285,44\text{кг}.$$

ЗАДАЧА 15.

Содержание влаги в известняке 4%, значит, сухого известняка будет $100 - 4 = 96\%$. Общее содержание примесей составляет $2 + 3 = 5\%$, следовательно, чистого известняка будет $96 - 5 = 91\%$.

Расчет ведем на 1т известняка, в котором будет содержаться $100 \cdot 0,05 = 50\text{кг}$ примесей и $100 \cdot 0,91 = 910\text{кг}$ CaCO_3 .

Получение извести происходит по реакции:



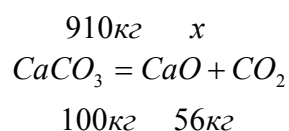
Рассчитываем молярные массы и массу 1 кмоль соединений (см. приложение 1):

$$M(\text{CaO}) = 56\text{кг} / \text{кмоль},$$

$$m(\text{CaO}) = M(\text{CaO}) \cdot n(\text{CaO}) = 56\text{кг} / \text{кмоль} \cdot 1\text{кмоль} = 56\text{кг}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100\text{кг} / \text{кмоль}, \quad m(\text{CaCO}_3) = M \cdot n - 100\text{кг}$$

Отсюда:



Составляем и решаем пропорцию:

$$\frac{910}{100} = \frac{x}{56}, x = \frac{910 \cdot 56}{100} = 509,6\text{кг} - \text{масса извести-кипелки без примесей}$$

Так как примеси войдут в общую массу продукта, то количество полученной извести-кипелки (с примесями) будет $509,6 + 50 = 559,6\text{кг}$.

Содержание активной CaO в смеси:

$$559,6 - 100\%$$

$$509,6 - x \quad x = \frac{509,6 \cdot 100}{559,6} = 91\%$$

Согласно ГОСТ 9179-77 по содержанию активной CaO известь относится к I сорту (см. приложение 7).

ЗАДАЧА 16.

Расчет ведем по формуле:

$$\%(CaO + MgO) = \frac{V_k \cdot 2,804 \cdot K}{G} = \frac{35,3 \cdot 2,804 \cdot 1}{1} = 99\%$$

Согласно ГОСТ 9179-77 по содержанию активной $(CaO + MgO)$ известь относится к I сорту (см. приложение 7).

ЗАДАЧА 17.

Содержание гидратной извести в 1 м^3 известкового теста обозначим через x , тогда содержание воды будет: $1400 - x$.

Сумма абсолютных объёмов извести ($V_u = \frac{m_u}{\rho_u}$) и воды ($V_g = \frac{m_g}{\rho_g}$) равна 1 м^3 , следовательно:

$$\frac{m_u}{\rho_u} + \frac{m_g}{\rho_g} = \frac{x}{2000} + \frac{1400 - x}{1000} = 1$$

Решая уравнение получим $m_u = 800 \text{ кг}$, $m_g = 600 \text{ кг}$.

ЗАДАЧА 18.

Рассчитываем молярные массы и массу 1 кмоль соединений (см. приложение 1):

$$M(CaO) = 56 \text{ кг / кмоль},$$

$$m(CaO) = M(CaO) \cdot n(CaO) = 56 \text{ кг / кмоль} \cdot 1 \text{ кмоль} = 56 \text{ кг}$$

$$M(SiO_2) = 60 \text{ кг / кмоль}, \quad m(SiO_2) = M \cdot n = 60 \text{ кг}$$

Активность извести 90%, следовательно в реакции образования гидросиликата кальция будет участвовать: $56 \cdot 0,9 = 50,4 \text{ кг}$

Составляем и решаем пропорцию:

$$\frac{50,4}{1} = \frac{60}{x}, \quad x = \frac{60 \cdot 1}{50,4} = 1,19 \text{ части}$$

Но в гидравлической добавке активный кремнезем составляет 60%, тогда количество добавки на 1 часть извести:

$$x = \frac{1,19}{0,6} = 1,98 \approx 2 \text{ части}.$$

ЗАДАЧА 19.

Водоцементное отношение $\frac{B}{Ц} = 0,5$, следовательно, нормальная густота цементного теста Н.Г.Ц.Т. = 50%

Расход воды: $B = Ц \cdot 0,5 = 1 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ кг} = 500 \text{ г}$.

ЗАДАЧА 20.

Содержание цемента в образце, г, обозначим через x , тогда содержание воды будет $0,28x$ (т.к. нормальная густота цементного теста 28%).

Составляем уравнение: $x + 0,28x = 300$, отсюда количество цемента:
 $x(Ц) = 234,4г$

Количество воды: $B = 0,28 \cdot 234,4 = 65,6г$

Количество химически связанной воды: $B_{x.св.} = 0,15 \cdot 234,4 = 35,16г$

Количество свободной (несвязанной) воды:

$$B_{св.} = B - B_{x.св.} = 65,6 - 35,16 = 30,44г .$$

ЗАДАЧА 21.

Содержание цемента в $1 м^3$ теста обозначим через x , тогда содержание воды будет: $1600 - x$.

Сумма абсолютных объёмов цемента ($V_ц = \frac{m_ц}{\rho_ц}$) и воды ($V_в = \frac{m_в}{\rho_в}$) равна $1 м^3$, следовательно:

$$\frac{m_ц}{\rho_ц} + \frac{m_в}{\rho_в} = \frac{x}{3100} + \frac{1600 - x}{1000} = 1$$

Решая уравнение получим: $m_ц = 1033,3кг, m_в = 566,7кг$

Объем 3 кг цементного теста: $V_m = \frac{m_m}{\rho_m} = \frac{3}{1600} = 0,00188 м^3$

Расход компонентов для приготовления 3 кг цементного теста:

$$Ц = 1033,3 \cdot 0,00187 = 1,94кг \quad B = 566,7 \cdot 0,00187 = 1,06кг .$$

ЗАДАЧА 22.

Общее количество воды в цементном камне: $m_в = 1000 \cdot 0,28 = 280г$

Количество химически связанной воды: $m_{x.св.} = 1000 \cdot 0,15 = 150г$

Количество свободной воды: $m_{св} = m_в - m_{x.св.} = 280 - 150 = 130г$.

ЗАДАЧА 23.

Количество цемента принимаем за x , тогда количество воды для цементного теста будет равно $0,28x$.

Количество цементного теста равно 8 кг, следовательно, можно составить уравнение: $x + 0,28x = 8$

Решая уравнение получим: $m_ц = 6,25кг, m_в = 1,75кг$.

ЗАДАЧА 24.

Количество цемента принимаем за x , тогда количество воды для цементного теста будет равно $0,5x$.

Количество цементного теста равно 700 г, следовательно, можно составить уравнение: $x + 0,5x = 700$

Решая уравнение получим: $m_ц = 466,7г$

Количество цемента, вступившего в реакцию с водой:

$$m_{ц}^{x.св.} = \alpha \cdot m_{ц} = 0,7 \cdot 466,7 = 326,7г$$

Количество цемента, не вступившего в реакцию с водой:

$$m_{св.} = m_{ц} - m_{ц}^{x.св.} = 466,7 - 326,7 = 140г$$

ЗАДАЧА 25.

Абсолютный объем цемента: $V_{ц} = \frac{m_{ц}}{\rho_{ц}} = \frac{1000}{3,1} = 322,6см^3$

Общее количество воды затворения: $V_{в} = m_{ц} \cdot \frac{B}{Ц} = 1000 \cdot 0,55 = 550г(см^3)$

Объем цементного теста: $V_{т} = V_{ц} + V_{в} = 322,6 + 550 = 872,6см^3$

Количество химически связанной воды: $V_{х.св.} = 550 \cdot 0,18 = 99г$

Испарилось воды за время твердения: $V_{св} = 550 - 99 = 451г$

Пористость цементного камня: $П = \frac{V_{св.}}{V_{т}} \cdot 100\% = \frac{451}{872,7} \cdot 100\% = 51,7\%$.

ЗАДАЧА 26.

Для получения пуццоланового портландцемента М 400 из портландцемента М 600 необходимо взять:

Портландцемента М 600: $m_{ц} = \frac{400}{600} \cdot 100\% = 66,7\%$

Активной минеральной добавки: $m_{д} = 100 - 66,7 = 33,3\%$.

ЗАДАЧА 27.

Марку портландцемента определяют по ГОСТ 10178 - 85 (см. приложение 8).

При испытании на изгиб получены следующие значения предела прочности при изгибе: 56,8; 61,0 и 62 кгс/см² или в среднем из двух наибольших $R_{изг} = \frac{61+62}{2} = 61,5кгс/см^2$.

Полученные после испытания на изгиб половинки балочек испытывают на сжатие. Нагрузку передают через металлические пластинки с площадью поперечного сечения в 25 см². При испытание на сжатие берем среднее арифметическое из четырех наибольших результатов:

$$F_{ср} = \frac{11000 + 10500 + 10600 + 10350}{4} = 10612,5кгс$$

$$R_{сж} = \frac{F}{S} = \frac{10612,5}{25} = 424,5кгс/см^2$$

Полученные результаты соответствуют портландцементу М 400.

ЗАДАЧА 28.

Принимаем необходимое количество клинкера за x , тогда можно составить уравнение:

$$x + 0,002x + 0,05x + 0,1x = 15,$$

Решая это уравнение, получим, что для приготовления 15 т гидрофобного цемента потребуется:

клинкера - $m_{\kappa} = 13\text{т}(13000)\text{кг}$

мылонафта - $m_{\text{м}} = 13000 \cdot 0,002 = 26\text{кг}$

двуводного гипса - $m_{\text{г}} = 13000 \cdot 0,05 = 650\text{кг}$

активной минеральной добавки - $m_{\text{д}} = 13000 \cdot 0,1 = 1300\text{кг}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Т а б л и ц а П 1

Технические требования к строительному гипсу по степени помола

Вид гипсового вяжущего	Индекс степени помола	Максимальный остаток на сите, %, не более
Грубого помола	I	23
Среднего помола	II	14
Тонкого помола	III	2

Т а б л и ц а П 2

Технические требования к строительному гипсу по прочности

Марки вяжущего	Предел прочности образцов - балочек размером 40x40x160мм в возрасте двух часов, МПа (кгс/см ²), не менее	
	при сжатии	при изгибе
1	2	3
Г-2	2(20)	1,2(12)
Г-3	3(30)	1,8(18)
Г-4	4(40)	2,0(20)
Г-5	5(50)	2,5(25)
Г-6	6(60)	3,0(30)
Г-7	7(70)	3,5(35)
Г-10	10(100)	4,5(45)
Г-13	13(130)	5,5(55)
Г-16	16(160)	6,0(60)
Г-19	19(190)	6,5(65)
Г-22	22(220)	7,0(70)
Г-25	25(250)	8,0(80)

Таблица П3

Технические требования к строительной воздушной извести

Наименование показателя	Норма для извести, %, по массе, разных сортов							
	негашеной						гидратной	
	кальциевой			магнезиальной и доломитовой				
	с о р т							
	1	2	3	1	2	3	1	2
Активные (CaO + MgO), не менее:								
без добавок	90	80	70	85	75	65	67	60
с добавками	65	55	—	60	50	—	50	40
Активный MgO, не более	5	5	5	20(40)	20(40)	20(40)	—	—
CO ₂ , не более:								
без добавок	3	5	7	5	8	11	3	5
с добавками	4	6	—	6	9	—	2	4
Непогасившиеся зерна, не более	7	11	14	10	15	20	—	—

Таблица П4

Прочностные показатели портландцемента и его разновидностей

Обозначение цемента	Гарантированная марка	Предел прочности, Мпа (кгс/см ²)			
		при изгибе в возрасте, сут		при сжатии в возрасте, сут	
		3	28	3	28
ПЦ-ДО, ПЦ-Д5, ПЦ-Д20, ШПЦ	300	-	4,4 (45)	-	29,4 (300)
	400	-	5,4 (55)	-	39,2 (400)
	500	-	5,9 (60)	-	49,0 (500)
	550	-	6,1 (62)	-	53,9 (550)
	600	-	6,4 (65)	-	58,8 (600)
ПЦ-20-Б	400	3,9 (40)	5,4 (55)	24,5 (250)	39,2 (400)
	500	4,4 (45)	5,9 (60)	27,5 (280)	49,0 (500)
ШПЦ-Б	400	3,4 (35)	5,4 (55)	21,5 (220)	39,2 (400)

ОГЛАВЛЕНИЕ

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА.....	3
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ.....	6
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	15

Учебное издание

Кислицына Светлана Николаевна

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО СТРОИТЕЛЬНОМУ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЮ

Методические указания №2
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. 0,98. Уч.-изд.л. 1,06. Тираж 80 экз.
Заказ № 241.

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