

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 № 3
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 №3 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

БЕТОНЫ И РАСТВОРЫ

Свойства бетонов и растворов зависят от качества составляющих их компонентов и количественного соотношения между ними. Поэтому чрезвычайно важно иметь практические навыки как в оценке качества отдельных составляющих бетонов и растворов, так и в расчетах по проектированию их составов.

В строительной практике часто возникает необходимость рассчитать нужное количество материалов для производства заданного объема бетонных работ или при замене запроектированных компонентов другими, ввести в состав бетона коррективы с учетом изменившихся свойств отдельных компонентов.

Настоящий раздел рассматривает решения подобного рода задач.

ЗАДАЧА 1. Рассев песка на стандартном наборе сит показал следующие значения частных остатков: на сите размером 2,5 мм – 0,182 кг, на сите размером 1,25 мм – 0,381 кг, на сите размером 0,63 мм – 0,138 кг, на сите размером 0,315 мм – 0,166 кг, на сите размером 0,14 мм – 0,113 кг. Остальные 0,02 кг прошли через сито размером 0,14 мм. Рассчитать модуль крупности песка и построить кривую его зернового состава в сопоставлении с областью песков, допустимых в качестве мелкого заполнителя для бетона.

ЗАДАЧА 2. Сколько кубических метров щебня будет израсходовано на бетонирование покрытия дороги площадью 4000 м² и толщиной 0,2 м, если насыпная плотность щебня 1400 кг/м³, истинная плотность – 2800 кг/м³, а коэффициент раздвижки зерен щебня в бетоне – 1,25?

ЗАДАЧА 3. Определить наибольшую и наименьшую крупность щебня, если при просеивании 10 кг щебня через стандартный набор сит частные остатки на ситах составляли: на сите 70 мм – 0,0 кг, на сите 40 мм – 0,33 кг, на сите 20 мм – 5,1 кг, на сите 10 мм – 3,2 кг, на сите 5 мм – 1,37 кг.

ЗАДАЧА 4. Вес пробы сухого песка перед отмучиванием был равен 1000 г, а после отмучивания высушенный песок весил 930 г. Пригоден ли этот песок для бетона?

ЗАДАЧА 5. Два песка с приблизительно одинаковым модулем крупности имеют истинную плотность 2,65 г/см³ и насыпную плотность 1650 кг/м³ и 1540 кг/м³. Какой из этих песков предпочтительнее в качестве мелкого заполнителя для бетона и почему?

ЗАДАЧА 6. В пробе щебня весом 5 кг обнаружены пластинчатые (лещадные) зерна массой 807 г и игловатые зерна массой 215 г. К какой группе по содержанию пластинчатых и игловатых зерен относится щебень согласно ГОСТ 8267-93?

ЗАДАЧА 7. Какой маркой по прочности будет обладать обычный тяжелый бетон на портландцементе после 28 суток твердения в нормальных условиях, если активность цемента 450 кгс/см²? Заполнители среднего качества ($A = 0,60$), цементно-водное отношение – 1,6.

ЗАДАЧА 8. Какой марке будет соответствовать бетон, если после испытания стандартных образцов размером 150×150×150 мм в возрасте 10 суток среднее значение предела прочности при сжатии составило 160 кг/см²?

ЗАДАЧА 9. Какой минимальной активности цемент потребуется для приготовления тяжелого бетона, имеющего после 7 суток твердения в нормальных условиях прочность при сжатии 7 МПа, если водоцементное отношение в бетонной смеси равно 0,6, заполнители среднего качества ($A = 0,6$)?

ЗАДАЧА 10. Фундамент из бетона марки «200» имеет форму правильного параллелепипеда с размерами $4 \times 6 \times 2$ м. Рассчитать, сколько потребуется портландцемента для бетонирования этого фундамента при условии, что активность этого цемента равна 43 МПа, заполнители среднего качества, а расход воды на 1 м^3 бетонной смеси составляет 200 л.

ЗАДАЧА 11. Номинальный состав бетона по массе выражается пропорцией 1:2:4 при $B/C = 0,50$. Рассчитать расход цемента, песка, щебня и воды на 100 м^3 бетонной смеси, если известно, что средняя плотность свежееуложенного бетона составляет 2603 кг/м^3 , а влажность песка и щебня соответственно равны 2,0 и 1,0 %.

ЗАДАЧА 12. Для бетонирования железобетонной балки приготовлена бетонная смесь с водоцементным отношением $B/C = 0,60$ на цементе с активностью 45 МПа и на заполнителях среднего качества ($A = 0,60$). Проверить расчетом, какой прочностью при сжатии будет обладать бетон в балке после 28 суток твердения в нормальных условиях, и будет ли он удовлетворять проектной марке 300.

ЗАДАЧА 13. Определить расход материалов (по массе и по объему) с учетом их влажности на 1 м^3 бетона состава 1:2:3,8 (по массе) при $B/C = 0,65$, если средняя плотность бетонной смеси равна 2500 кг/м^3 . Принять при расчетах следующие насыпные плотности материалов: песок – 1600 кг/м^3 , щебень – 1450 кг/м^3 , цемент 1300 кг/м^3 . Влажность песка равна 4 %, щебня – 2 %.

ЗАДАЧА 14. Рассчитать состав бетона М 300 с ОК=2 см при следующих характеристиках компонентов бетонной смеси:

- вяжущее вещество – портландцемент с активностью 525 кгс/см^2 и истинной плотностью 3000 кг/м^3 ;

- мелкий заполнитель – песок сурский с истинной плотностью $2,65 \text{ г/см}^3$, среднего качества;

- крупный заполнитель – щебень гранитный с истинной плотностью 2600 кг/м^3 , с насыпной плотностью – 1480 кг/м^3 , с максимальной крупностью зерен 40 мм.

ЗАДАЧА 15. Определить расход цемента на 1 м^3 раствора для приготовления строительного раствора марки 50. Активность портландцемента – 410 кгс/см^2 . Коэффициент, зависящий от вида цемента, принять равным 1.

ЗАДАЧА 16. Определить расход минеральной пластифицирующей добавки - известкового теста (по массе и по объему) на 1 м^3 раствора, если расход портландцемента на 1 м^3 раствора составляет 200 кг, а плотность известкового теста равна 1450 кг/м^3 .

ЗАДАЧА 17. Сколько тонн цемента потребуется для приготовления 200 м^3 строительного раствора марки 75, если в качестве вяжущего

применяется шлакопортландцемент марки М 300 с активностью 33 МПа? Коэффициент, зависящий от вида цемента, принять равным 0,88.

ЗАДАЧА 18. Определить необходимый расход портландцемента активностью 37 МПа на 1 м^3 песка для приготовления строительного раствора марки 75. Коэффициент, зависящий от вида цемента, принять равным 1.

ЗАДАЧА 19. Определить состав сложного строительного раствора марки 50 для кирпичной кладки стен при наличии шлакопортландцемента марки 300, активностью 34 МПа и с насыпной плотностью 1100 кг/м^3 и известкового теста в качестве неорганического пластификатора с истинной плотностью 1400 кг/м^3 . Коэффициент, зависящий от вида цемента, принять равным 0,88.

ЗАДАЧА 20. Определить расход материалов (по массе и по объему) 1 м^3 бетона состава 1:2:4 (по массе) при $B / Ц = 0,6$, если средняя плотность бетонной смеси равна 2600 кг/м^3 . Принять при расчетах следующие насыпные плотности материалов: песок – 1470 кг/м^3 , щебень – 1450 кг/м^3 , цемент – 1300 кг/м^3 .

ЗАДАЧА 21. Бетон на портландцементе после 7 суток твердения в нормальных условиях имеет предел прочности при сжатии 120 кгс/см^2 , а после термообработки (пропаривания) при 85°C сразу после формования – 378 кгс/см^2 . Рассчитать какую часть (в процентах) марки бетона составляет его прочность после термообработки.

ЗАДАЧА 22.

На 1 м^3 расходуется 285 кг портландцемента с насыпной плотностью $1,2\text{ т/м}^3$, 610 кг сухого песка с насыпной плотностью 1560 кг/м^3 , 1210 кг сухого щебня с насыпной плотностью 1400 кг/м^3 и 162 л воды. Составить дозировку материалов на один замес бетономешалки с паспортной емкостью барабана 425 литров, если влажность песка равна 3 %, а щебня – 1%.

ЗАДАЧА 23.

Какие марки тяжелых бетонов возможно получить на портландцементе разных марок (300, 400, 500, 600) при расходе цемента 310 кг/м^3 и требуемой подвижности бетонной смеси 6 см? Заполнители для бетона рядовые, максимальная крупность гравия 40 мм. Построить график зависимости марки бетона от марки цемента.

ЗАДАЧА 24.

Для тяжелого бетона на высококачественных заполнителях применен портландцемент М 550. Какие марки бетона можно получить при водоцементных отношениях 0,4; 0,5; 0,6; 0,7. Построить график зависимости прочности бетона от водоцементного отношения.

ЗАДАЧА 25. Для тяжелого бетона применен портландцемент М 400 при водоцементном отношении 0,5. Установить влияние заполнителей на марку бетона и построить график, рассмотрев бетоны на заполнителях высококачественных, рядовых и пониженного качества.

ЗАДАЧА 26. Опытным путем установлена оптимальная доза добавки С-3 в бетон М 400 – 0,2% от веса цемента. Эта добавка при сохранении марки бетона и подвижности бетонной смеси обеспечивает снижение расхода воды

на 1 м³ бетона с 179 до 163 л. Вычислить экономию цемента на 1 м³ бетона. Заполнители бетона высококачественные, водоцементное отношение более 0,4.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

ЗАДАЧА 1.

Частные остатки на ситах: $a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100\%$

$$a_{2,5} = 18,2\%; \quad a_{1,25} = 38,1\%; \quad a_{0,63} = 13,8\%; \quad a_{0,315} = 16,6\%; \quad a_{0,14} = 11,3\%$$

Полные остатки на ситах: $A_i = a_{2,5} + \dots + a_i$

$$A_{2,5} = a_{2,5} = 18,2\%,$$

$$A_{1,25} = a_{2,5} + a_{1,25} = 56,3\%,$$

$$A_{0,63} = a_{2,5} + a_{1,25} + a_{0,63} = 70,1\%,$$

$$A_{0,315} = a_{2,5} + a_{1,25} + a_{0,63} + a_{0,315} = 86,7\%,$$

$$A_{0,14} = a_{2,5} + a_{1,25} + a_{0,63} + a_{0,315} + a_{0,14} = 98\%.$$

Модуль крупности песка:

$$M_K = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100} = \frac{18,2 + 56,3 + 70,1 + 86,7 + 98}{100} = 3,3$$

Согласно ГОСТ 8736-93 песок относится к группе «повышенной крупности» (см. приложение 1).

Для оценки зернового состава песка по полученным данным строим кривую рассева песка. Этот график совмещают со стандартным графиком (рис. 1).

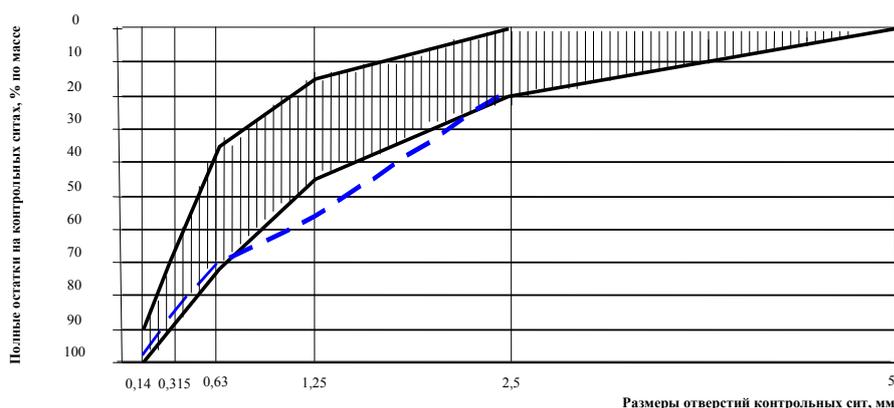


Рис. 1. График зернового состава песка

ЗАДАЧА 2.

$$\text{Пустотность щебня: } P_{щ} = \left(1 - \frac{\rho_{щ}^{нас}}{\rho} \right) = \left(1 - \frac{1400}{2800} \right) = 0,5$$

Количество щебня на 1 м³ бетонной смеси :

$$Щ = \frac{1}{\frac{P_{щ} \cdot \alpha}{\rho_{щ}^{нас}} + \frac{1}{\rho_{щ}}} = \frac{1}{\frac{0,5 \cdot 1,25}{1400} + \frac{1}{2800}} = 1250 \text{ кг}$$

$$\text{Объём щебня: } V_{щ} = \frac{1250}{1400} = 0,89 \text{ м}^3$$

$$\text{Объём покрытия дороги : } V_n = 4000 \cdot 0,2 = 800 \text{ м}^3$$

Количество щебня на 800 м³ бетона:

$$Щ = 1250 \cdot 800 = 1000000 \text{ кг} = 1000 \text{ т}$$

$$\text{Объём щебня: } V_{щ} = \frac{1000000}{1400} = 714,3 \text{ м}^3.$$

ЗАДАЧА 3.

$$\text{Частные остатки на ситах: } a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100\%$$

$$a_{70} = 0\%; \quad a_{40} = 3,3\%; \quad a_{20} = 51\%; \quad a_{10} = 32\%; \quad a_5 = 13,7\%$$

$$\text{Полные остатки на ситах: } A_i = a_{70} + \dots + a_i$$

$$A_{70} = a_{70} = 0\%,$$

$$A_{40} = a_{70} + a_{40} = 3,3\%,$$

$$A_{20} = a_{70} + a_{40} + a_{20} = 54,3\%,$$

$$A_{10} = a_{70} + a_{40} + a_{20} + a_{10} = 86,3\%,$$

$$A_5 = a_{70} + a_{40} + a_{20} + a_{10} + a_5 = 100\%$$

Наибольшая крупность щебня определяется размером ячейки сита, полный остаток на котором не превышает 5%, а наименьшая - размером ячейки сита, полный остаток на котором превышает 95%, следовательно, $D_{наиб} = 40 \text{ мм} (A_{40} = 3,3\%)$, $D_{наим} = 5 \text{ мм} (A_5 = 100\%)$.

ЗАДАЧА 4.

Содержание в песке отмучиваемых пылевидных и глинистых (илистых) частиц:

$$P_{отм} = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100\% = \frac{1000 - 930}{1000} \cdot 100\% = 7\%$$

Согласно ГОСТ 8736- 93 песок для бетонов должен содержать не более 3% отмучиваемых частиц (см. приложение 2), испытанный песок для приготовления бетона непригоден.

ЗАДАЧА 5.

Определяем пустотность каждого песка:

$$P_1 = \left(1 - \frac{\rho_{нас}}{\rho} \right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{1650}{2650} \right) \cdot 100\% = 38\%$$

$$П_2 = \left(1 - \frac{1540}{2650}\right) \cdot 100\% = 42\%$$

Первый песок, обладающий меньшей пустотностью, более предпочтителен для бетона, так как потребует меньшего расхода цемента на 1 м^3 бетона.

ЗАДАЧА 6.

Содержание пластинчатых и игловатых зерен:

$$m_{нз} = \frac{807 + 215}{5000} \cdot 100\% = 20,4\%$$

Согласно ГОСТ 8267-93 по содержанию пластинчатых и игловатых зерен щебень относится ко 2 группе (см. приложение 3).

ЗАДАЧА 7.

Используя формулу основного закона прочности бетона:

$$R_{\sigma}^{28} = A \cdot R_{\psi} \cdot \left(\frac{Ц}{B} - 0,5\right) = 0,6 \cdot 45 \cdot (1,6 - 0,5) = 29,7\text{ МПа}$$

Марка бетона по прочности М300.

ЗАДАЧА 8.

Марочную прочность определяют в возрасте 28 суток.

Предел прочности при сжатии в возрасте 28суток:

$$R_{28} = R_n \cdot \frac{\lg 28}{\lg n} = 160 \cdot \frac{0,532}{0,176} = 483,6\text{ кгс} / \text{см}^2$$

Марка бетона по прочности М 450.

ЗАДАЧА 9.

Предел прочности при сжатии в возрасте 28суток:

$$R_{28} = R_n \cdot \frac{\lg 28}{\lg n} = 7 \cdot \frac{0,532}{0,123} = 30,3\text{ МПа} = 303\text{ кгс} / \text{см}^2$$

Из формулы основного закона прочности бетона:

$$R_{\sigma}^{28} = A \cdot R_{\psi} \cdot \left(\frac{Ц}{B} - 0,5\right)$$

$$R_{\psi} = \frac{R_{\sigma}^{28}}{A \cdot (Ц / B - 0,5)} = \frac{303}{0,6 \cdot (1,67 - 0,5)} = 432\text{ кгс} / \text{см}^2 .$$

ЗАДАЧА 10.

Из формулы основного закона прочности бетона $R_{\sigma}^{28} = A \cdot R_{\psi} \cdot \left(\frac{Ц}{B} - 0,5\right)$

находим расход цемента на 1 м^3 бетонной смеси :

$$Ц = \frac{B \cdot \left(R_{\sigma}^{28} + A \cdot 0,5 \cdot R_{\psi}\right)}{A R_{\psi}} = \frac{200 \cdot (200 + 0,6 \cdot 0,5 \cdot 430)}{0,6 \cdot 430} = \frac{65800}{258} = 255\text{ кг}$$

Объём фундамента: $V = 4 \cdot 6 \cdot 2 = 48\text{ м}^3$

Расход цемента на бетонирование фундамента:

$$Ц = 255 \cdot 48 = 12242\text{ кг} = 12,2\text{ т.}$$

ЗАДАЧА 11.

Средняя плотность бетонной смеси:

$$\rho_m^{\bar{b}.cm.} = Ц + П + Щ + В = Ц \cdot \left(1 + X + Y + \frac{B}{Ц} \right)$$

Отсюда расход компонентов на 1 м³ бетона составит:

$$\text{цемента } Ц = \frac{\rho_m}{1 + X + Y + \frac{B}{Ц}} = \frac{2603}{1 + 2 + 4 + 0,5} = 347 \text{ кг} / \text{м}^3$$

$$\text{воды } В = Ц \cdot \frac{B}{Ц} = 347 \cdot 0,5 = 174 \text{ л} / \text{м}^3$$

$$\text{песка } П = X \cdot Ц = 2 \cdot 347 = 694 \text{ кг} / \text{м}^3$$

$$\text{щебня } Щ = Y \cdot Ц = 4 \cdot 347 = 1388 \text{ кг} / \text{м}^3.$$

$$\text{Содержание воды в песке: } B_n = \frac{П}{100} \cdot W_n = \frac{694}{100} \cdot 2 = 14 \text{ л}.$$

$$\text{Содержание воды в щебне: } B_{щ} = \frac{Щ}{100} \cdot 1 = \frac{1388}{100} \cdot 1 = 13,88 \text{ л}.$$

Производственный расход компонентов:

$$\text{воды } B_{np} = B - (B_n + B_{щ}) = 174 - (14 + 13,88) = 146 \text{ л}$$

$$\text{песка } П_{np} = П + B_n = 694 + 14 = 708 \text{ кг} / \text{м}^3$$

$$\text{щебня } Щ_{np} = Щ + B_{щ} = 1388 + 13,88 = 1402 \text{ кг} / \text{м}^3$$

цемента $Ц_{np} = 347 \text{ кг} / \text{м}^3$, т.е. расход цемента остаётся без изменения.

Расход компонентов на 100 м³ бетонной смеси:

$$\text{цемента } Ц = Ц_{np} \cdot 100 = 347 \cdot 100 = 34700 \text{ кг} = 34,7 \text{ т}$$

$$\text{воды } В = B_{np} \cdot 100 = 146 \cdot 100 = 14600 \text{ л} = 14,6 \text{ м}^3$$

$$\text{песка } П = П_{np} \cdot 100 = 708 \cdot 100 = 70800 \text{ кг} = 70,8 \text{ т}$$

$$\text{щебня } Щ = Щ_{np} \cdot 100 = 1402 \cdot 100 = 140200 \text{ кг} = 140,2 \text{ т}.$$

ЗАДАЧА 12.

Используем формулу основного закона прочности бетона:

$$R_{\bar{b}}^{28} = A \cdot R_u = \left(\frac{Ц}{В} - 0,5 \right) = 0,6 \cdot 45 \cdot (1,67 - 0,5) = 31,6 \text{ МПа} = 316 \text{ кгс} / \text{см}^2$$

Бетон будет удовлетворять проектной марки 300.

ЗАДАЧА 13.

Средняя плотность бетонной смеси:

$$\rho_m^{\bar{b}.cm.} = Ц + П + Щ + В = Ц \cdot \left(1 + X + Y + \frac{B}{Ц} \right)$$

Расход материалов по массе на 1 м³ бетона:

$$\text{цемента } C = \frac{\rho_m}{1 + X + Y + \frac{B}{C}} = \frac{2500}{1 + 2 + 3,8 + 0,65} = \frac{2500}{7,45} = 335,57 \text{ кг/м}^3$$

$$\text{воды } B = C \cdot \frac{B}{C} = 335,57 \cdot 0,65 = 218,12 \text{ л}$$

$$\text{песка } П = X \cdot C = 2 \cdot 335,57 = 671,14 \text{ кг/м}^3$$

$$\text{щебня } Ш = Y \cdot C = 3,8 \cdot 335,57 = 1275,17 \text{ кг/м}^3$$

Содержание воды в песке:

$$B_n = \frac{П}{100} \cdot W_n = \frac{671,14}{100} \cdot 4 = 26,8 \text{ л}$$

Содержание воды в щебне:

$$B_{щ} = \frac{Ш}{100} \cdot 1 = \frac{1275,17}{100} \cdot 2 = 25,5 \text{ л}$$

Производственный расход материалов:

$$\text{воды } B_{пр} = B - (B_n + B_{щ}) = 218,12 - (26,8 + 25,5) = 165,82 \text{ л}$$

$$\text{песка } П_{пр} = П + B_n = 671,14 + 26,8 = 697,94 \text{ кг/м}^3$$

$$\text{щебня } Ш_{пр} = Ш + B_{щ} = 1275,17 + 25,5 = 1300,67 \text{ кг/м}^3$$

цемента $C_{пр} = 335,57 \text{ кг/м}^3$, т.е. расход цемента остаётся без изменения.

Расход материалов по объёму равен:

$$\text{цемента } V_c = \frac{C}{\rho_c^н} = \frac{335,57}{1300} = 0,258 \text{ м}^3$$

$$\text{воды } V_v = 0,166 \text{ м}^3$$

$$\text{песка } V_n = \frac{П}{\rho_n^н} = \frac{697,94}{1600} = 0,436 \text{ м}^3$$

$$\text{щебня } V_{щ} = \frac{Ш}{\rho_{щ}^н} = \frac{1300,67}{1450} = 0,897 \text{ м}^3.$$

ЗАДАЧА 14.

Из формулы основного закона прочности бетона находим $\frac{B}{C}$:

$$\frac{B}{C} = \frac{AR_c}{R_b + 0,5AR_c} = \frac{0,6 \cdot 52,5}{30 + 0,6 \cdot 0,5 \cdot 52,5} = 0,7$$

Расчет ведем на 1 м³ бетонной смеси.

Расход воды определяем в зависимости от требуемой подвижности бетонной смеси и наибольшей крупности зерен крупного заполнителя (см. приложение 4): $V=160$ л

$$\text{Расход цемента: } C = B \div \frac{B}{C} = 229 \text{ кг}$$

$$\text{Пустотность щебня: } \Pi_{щ} = \left(1 - \frac{\rho_{нщ}}{\rho_{щ}}\right) = \left(1 - \frac{1480}{2600}\right) = 0,43$$

Коэффициент раздвижки зёрен α определяем В зависимости от водоцементного соотношения и расхода цемента (см.приложение 5): $\alpha = 1,32$

Расход щебня:

$$\Pi_{щ} = \frac{1}{\frac{\Pi_{щ} \cdot \alpha}{\rho_{нщ}} + \frac{1}{\rho_{щ}}} = \frac{1}{\frac{0,43 \cdot 1,32}{1480} + \frac{1}{2600}} = 1316 \text{ кг}$$

Расход песка:

$$\Pi = \left[1 - \left(\frac{\Pi}{\rho_{ц}} + \frac{B}{\rho_{с}} + \frac{\Pi_{щ}}{\rho_{щ}}\right)\right] \cdot \rho_{п} = \left[1 - \left(\frac{229}{3000} + \frac{160}{1000} + \frac{1316}{2600}\right)\right] \cdot 2650 = 689 \text{ кг}$$

Расход компонентов на 1 м³ бетонной смеси (по массе) составит:

$$\Pi = 229 \text{ кг}; B = 160 \text{ л}; \Pi = 689 \text{ кг}; \Pi_{щ} = 1316 \text{ кг}; \rho_{т}^{\text{бс}} = 2394 \text{ кг/м}^3.$$

ЗАДАЧА 15.

Расход цемента на 1 м³ песка рассчитываем по формуле:

$$\Pi = \frac{R_p \cdot 1000}{K \cdot R_{ц}} = \frac{50 \cdot 1000}{1 \cdot 410} = 122 \text{ кг}.$$

ЗАДАЧА 16.

Расход добавки по объёму на 1 м³ песка:

$$V^{\partial} = 0,17 \cdot (1 - 0,002 \cdot \Pi) = 0,17 \cdot (1 - 0,002 \cdot 200) = 0,102 \text{ м}^3$$

Расход добавки по массе на 1 м³ песка:

$$D = V^{\partial} \cdot \rho_{т}^{\partial} = 0,102 \cdot 1450 = 147,9 \text{ кг}.$$

ЗАДАЧА 17.

Расход цемента на 1 м³ песка:

$$\Pi = \frac{R_p \cdot 1000}{K \cdot R_{ц}} = \frac{75 \cdot 1000}{0,88 \cdot 330} = 258,3 \text{ кг}$$

Расход цемента на 200 м³ песка:

$$\Pi = 258,3 \cdot 200 = 51660 \text{ кг} = 51,66 \text{ т}.$$

ЗАДАЧА 18.

Расход портландцемента на 1 м³ песка:

$$\Pi = \frac{R_p \cdot 1000}{K \cdot R_{ц}} = \frac{75 \cdot 1000}{1 \cdot 370} = 202,7 \text{ кг}.$$

ЗАДАЧА 19.

Состав сложного строительного раствора подбирают в следующей последовательности:

1. Определяем расход цемента на 1 м³ песка, по массе:

$$Ц = \frac{R_p \cdot 1000}{K \cdot R_u} = \frac{50 \cdot 1000}{0,88 \cdot 340} = 167 \text{ кг}$$

2. Определяем расход цемента 1 м³ песка, по объёму :

$$V_u = \frac{Ц}{\rho_n^u} = \frac{167}{1100} = 0,15 \text{ м}^3$$

3. Определяем расход минеральной добавки (известкового теста) на 1 м³ песка, по объёму :

$$V_d = 0,17 \cdot (1 - 0,002 \cdot Ц) = 0,17 \cdot (1 - 0,002 \cdot 167) = 0,11 \text{ м}^3$$

4. Определяем расход минеральной добавки на 1 м³ песка, по массе:

$$Д = V_d \cdot \rho_m^d = 0,11 \cdot 1400 = 154 \text{ кг}$$

5. Ориентировочный расход воды на на 1 м³ песка:

$$B = 0,5 \cdot (Ц + Д) = 0,5 \cdot (167 + 154) = 160,5 \text{ л}$$

Состав сложного строительного раствора выражают в виде соотношения по объёму частей всех компонентов:

$$\frac{V^u}{V^u} : \frac{V^d}{Ц^d} : \frac{V^п}{Ц^п} = \frac{0,15}{0,15} : \frac{0,11}{0,15} : \frac{1}{0,15} = 1 : 0,7 : 6,7.$$

ЗАДАЧА 20.

Средняя плотность бетонной смеси:

$$\rho_m^{\text{б.см.}} = Ц + П + Щ + B = Ц \cdot \left(1 + X + Y + \frac{B}{Ц} \right),$$

отсюда расход цемента $Ц = \frac{\rho_m^{\text{б.см.}}}{1 + X + Y + \frac{B}{Ц}} = \frac{2600}{1 + 2 + 4 + 0,6} = 342,1 \text{ кг}$

расход воды: $B = Ц \cdot \frac{B}{Ц} = 342,1 \cdot 0,6 = 205,3 \text{ л}$

расход песка: $П = X \cdot Ц = 2 \cdot 342,1 = 684,2 \text{ кг}$

расход щебня: $Щ = Y \cdot Ц = 4 \cdot 342,1 = 1368,4 \text{ кг}.$

Расход материалов по объёму:

цемента: $V_u = \frac{Ц}{\rho_u^H} = \frac{342,1}{1300} = 0,263 \text{ м}^3$

воды: $V_v = 0,205 \text{ м}^3$

песка: $V_n = \frac{П}{\rho_n^H} = \frac{684,2}{1470} = 0,465 \text{ м}^3$

щебня: $V_{щ} = \frac{Щ}{\rho_{щ}^H} = \frac{1368,4}{1450} = 0,944 \text{ м}^3.$

ЗАДАЧА 21.

Прочность бетона в 28-суточном возрасте при твердении в нормальных условиях (марка бетона):

$$R_{28} = R_7 \cdot \frac{\lg 28}{\lg 7} = 120 \cdot \frac{0,532}{0,123} = 519 \text{ кгс/см}^2$$

Прочность бетона после термообработки составляет от марки бетона:

$$\frac{378 \cdot 100}{519} = 72,8\%$$

ЗАДАЧА 22.

Коэффициент выхода бетона:

$$\beta = \frac{1000}{\frac{Ц}{\rho_{нас}^ц} + \frac{П}{\rho_{нас}^п} + \frac{Щ}{\rho_{нас}^щ}} = \frac{1000}{\frac{285}{1,2} + \frac{610}{1,56} + \frac{1210}{1,4}} = 0,67$$

Объем одного замеса бетономешалки: $V_з = 0,67 \cdot 0,425 = 0,285 \text{ м}^3$

Расход компонентов на 1 м^3 бетона с учетом влаги в заполнителях:

цемента – $Ц = 285 \text{ кг}$

песка - $П = 610 + (610 \cdot 0,03) = 628 \text{ кг}$

щебня - $Щ = 1210 + (1210 \cdot 0,01) = 1222 \text{ кг}$

воды - $B = 162 - [(610 \cdot 0,03) + (1210 \cdot 0,01)] = 132 \text{ л}$

Расход компонентов на 1 замес бетономешалки:

цемента - $Ц = 285 \cdot 0,285 = 81 \text{ кг}$

песка - $П = 628 \cdot 0,285 = 179 \text{ кг}$

щебня - $Щ = 1222 \cdot 0,285 = 348 \text{ кг}$

воды - $B = 132 \cdot 0,285 = 38 \text{ л}$.

ЗАДАЧА 23.

По таблице (см. приложение 5) определяем расход воды – 185 л/м^3 , водоцементное отношение $B/Ц = 185:310 = 0,6$; $Ц/B = 310:185 = 1,68$.

Коэффициент качества заполнителей $A = 0,6$ (см. приложение 14).

Прочность бетона на портландцементе марки 300:

$$R_{\bar{\sigma}}^{28} = A \cdot R_{ц} \cdot \left(\frac{Ц}{B} - 0,5 \right) = 0,6 \cdot 300(1,68 - 0,5) = 212,4 \text{ кгс/см}^2$$

Прочность бетона на портландцементе марки 400:

$$R_{\bar{\sigma}}^{28} = A \cdot R_{ц} \cdot \left(\frac{Ц}{B} - 0,5 \right) = 0,6 \cdot 400(1,68 - 0,5) = 283,2 \text{ кгс/см}^2$$

Прочность бетона на портландцементе марки 500:

$$R_{\bar{\sigma}}^{28} = A \cdot R_{ц} \cdot \left(\frac{Ц}{B} - 0,5 \right) = 0,6 \cdot 500(1,68 - 0,5) = 354 \text{ кгс/см}^2$$

Прочность бетона на портландцементе марки 600:

$$R_{\bar{\sigma}}^{28} = A \cdot R_{ц} \cdot \left(\frac{Ц}{B} - 0,5 \right) = 0,6 \cdot 600(1,68 - 0,5) = 424,8 \text{ кгс/см}^2$$

По полученным данным строим график зависимости прочности бетона от марки портландцемента (рис.2):

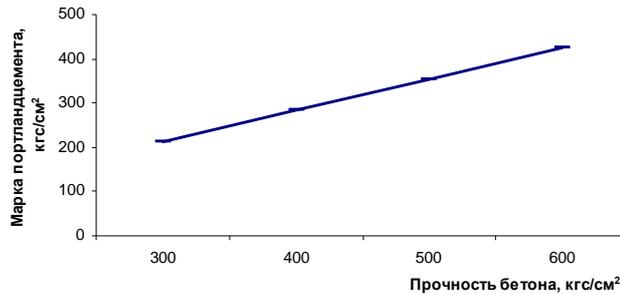


Рис.2. График зависимости прочности бетона от марки портландцемента
ЗАДАЧА 24.

Коэффициент качества заполнителей $A = 0,65$ (см. приложение 6)

$$\text{Прочность бетона при } B/C \geq 0,4 \quad R_{\sigma}^{28} = A \cdot R_{ц} \cdot \left(\frac{C}{B} - 0,5 \right)$$

Прочность бетона при $B/C = 0,4$ ($C/B = 2,5$):

$$R_{\sigma}^{28} = A \cdot R_{ц} \cdot \left(\frac{C}{B} - 0,5 \right) = 0,65 \cdot 550(2,5 - 0,5) = 715 \text{ кгс/см}^2$$

$$\text{Прочность бетона при } B/C = 0,5 - R_{\sigma}^{28} = 536 \text{ кгс/см}^2$$

$$\text{Прочность бетона при } B/C = 0,6 - R_{\sigma}^{28} = 418 \text{ кгс/см}^2$$

$$\text{Прочность бетона при } B/C = 0,7 - R_{\sigma}^{28} = 332 \text{ кгс/см}^2$$

По полученным данным строим график зависимости прочности бетона от водоцементного отношения (рис.3):

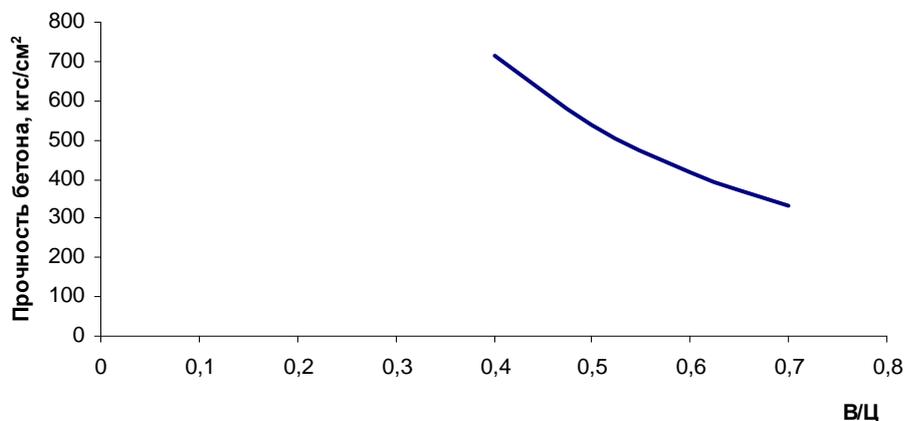


Рис.3. График зависимости прочности бетона от водоцементного отношения:

ЗАДАЧА 25.

Коэффициент качества заполнителей устанавливаем по таблице (см. приложение 6)

При высококачественных заполнителях:

$$R_{\sigma}^{28} = A \cdot R_{ц} \cdot \left(\frac{C}{B} - 0,5 \right) = 0,65 \cdot 400(2 - 0,5) = 390 \text{ кгс/см}^2$$

При рядовых заполнителях:

$$R_{\sigma}^{28} = A \cdot R_{\psi} \cdot \left(\frac{C}{B} - 0,5 \right) = 0,6 \cdot 400(2 - 0,5) = 360 \text{ кгс / см}^2$$

При заполнителях пониженного качества:

$$R_{\sigma}^{28} = A \cdot R_{\psi} \cdot \left(\frac{C}{B} - 0,5 \right) = 0,55 \cdot 400(2 - 0,5) = 330 \text{ кгс / см}^2$$

По полученным данным строим график зависимости прочности бетона от качества заполнителей (рис.4):

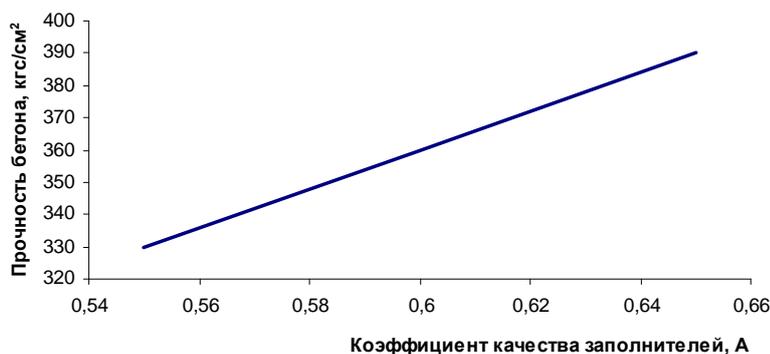


Рис.4. График зависимости прочности бетона от водоцементного отношения:

ЗАДАЧА 26.

Для бетона с добавкой $\frac{C_2}{B_2} = \frac{R_{\sigma} + 0,5AR_{\psi}}{AR_{\psi}}$

Для бетона без добавки $\frac{C_1}{B_1} = \frac{R_{\sigma} + 0,5AR_{\psi}}{AR_{\psi}}$

Так как марки обоих бетонов одинаковы, марки цементов для их изготовления также одинаковы, то цементноводные отношения также будут равны $\frac{C_1}{B_1} = \frac{C_2}{B_2}$, отсюда $C_2 = \frac{B_2}{B_1} \cdot C_1 = \frac{163}{179} \cdot C_1 = 0,91C_1$, т.е. экономия цемента составляет 9%.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Классификация песков по крупности

Группа песка	Модуль крупности Мк
Очень крупный	Св. 3,5
Повышенной крупности	» 3,0 до 3,5
Крупный	» 2,5 » 3,0
Средний	» 2,0 » 2,5
Мелкий	» 1,5 » 2,0
Очень мелкий	» 1,0 » 1,5
Тонкий	» 0,7 » 1,0
Очень тонкий	До 0,7

Приложение 2

Технические требования к песку

по содержанию пылевидных и глинистых частиц

Класс и группа песка	Содержание пылевидных и глинистых частиц, % по массе, не более	
	В песке природном	В песке из отсевов дробления
1 класс		
Очень крупный	-	3
Повышенной крупности, крупный и средний	2 3	3 5
Мелкий		
2 класс		
Очень крупный	-	10
Повышенной крупности, крупный и средний	3 5	10 10
Мелкий и очень мелкий	10	НН
Тонкий и очень тонкий		

Приложение 3

Группы щебня в зависимости

от содержания зерен пластинчатой и игловатой формы

Группы щебня	Содержание зерен пластинчатой и игловатой формы, % по массе
1	До 15 включ.
2	Св. 15 до 25
3	« 25 « 35
4	« 35 « 50

Приложение 4

Нормы расхода воды в бетонной смеси

Жесткость, с	Подвижность, см	Расход воды, л/м ³ , при крупности заполнителя, мм							
		Гравий				Щебень			
		10	20	40	70	10	20	40	70
>31	-	150	135	125	120	160	150	135	130
30-21	-	160	145	130	125	170	160	145	140
20-11	-	165	150	135	130	175	165	150	145
10-5	-	175	160	145	140	185	175	160	155
-	1-4	190	175	160	155	200	190	175	170
-	5-9	200	185	170	165	210	200	185	180
-	10-15	215	205	190	180	225	215	200	190
-	>15	225	220	205	195	235	230	215	205

Приложение 5

Значения коэффициента раздвижки зёрен
крупного заполнителя, α

Расход цемента, кг	Значение коэффициента α при В/Ц					
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	-	-	-	1,26	1,32	1,38
300	-	-	1,30	1,36	1,42	-
350	-	1,32	1,38	1,44	-	-
400	1,31	1,40	1,46	-	-	-
500	1,44	1,52	1,56	-	-	-
600	1,52	1,56	-	-	-	-

Приложение 6

Значения коэффициента качества заполнителей

Характеристика материалов	A	A ₁
Высококачественные	0,65	0,43
Рядовые	0,60	0,40
Пониженного качества	0,55	0,37

ОГЛАВЛЕНИЕ

БЕТОНЫ И РАСТВОРЫ	3
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ.....	6
ПРИЛОЖЕНИЯ	16

Учебное издание

Кислицына Светлана Николаевна

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО СТРОИТЕЛЬНОМУ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЮ

Методические указания №3
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 23.06.15. Формат 60x84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 1,04. Уч.-изд.л. 1,12. Тираж 80 экз.
Заказ № 245.

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