

Типові розрахунки

Приклад 1. Визначити номінальний склад за об'ємом бетону М500 на портландцементі М400. Водовимога бетонної суміші – 200 л/м³; заповнювачі – високоякісні; пустотність щебеню – 45%. Густина: цементу становить 3,1 г/см³; піску – 2,67 г/см³; щебеню – 2,72 г/см³. Насипна густина: цементу – 1300 кг/м³; піску – 1550 кг/м³; щебеню – 1450 кг/м³. Осадка конуса – 3–4 см.

Дано:

Бет. М500
 ПЦ М400
 В = 200 л/м³
 V_п = 45%
 ρ_ц = 3,1 г/см³
 ρ_п = 2,67 г/см³
 ρ_щ = 2,72 г/см³
 ρ_{н.ц} = 1300 кг/м³
 ρ_{н.п.} = 1550 кг/м³
 ρ_{н.щ.} = 1450 кг/м³
 О.К. = 3–4 см

Розв'язання:

1) Із умови $R_b \geq 1,2 R_{ц}$

$$\frac{B}{Ц} = \frac{A_1 \times R_{Ц}}{R_B - 0,5 \times A_1 \times R_{Ц}} = \frac{0,43 \times 400}{500 - 0,5 \times 0,4 \times 400} = 0,4.$$

2) Ц = В / (В/Ц) = 200 / 0,4 = 500 кг/м³.

3) Витрати щебеню:

$$Щ = \frac{1}{\delta \frac{V_{П(Щ)}}{\rho_{н.щ}} + \frac{1}{\rho_{Щ}}} = \frac{1}{1,48 \times \frac{0,45}{1,45} + \frac{1}{2,72}} = \frac{1}{0,82692} \times 1000 = 1210 \text{ кг.}$$

4) Витрати піску:

$$П = \left[1 - \left(\frac{Ц}{\rho_{Ц}} + \frac{В}{\rho_{В}} + \frac{Щ}{\rho_{Щ}} \right) \right] \times \rho_{П} = \left[1 - \left(\frac{500}{3100} + \frac{200}{1000} + \frac{1210}{2720} \right) \right] \times 2670 = 422 \text{ кг.}$$

5) Середня густина бетону:

$$\rho_m = \sum M = Ц + В + П + Щ = 500 + 200 + 422 + 1210 = 2332 \text{ кг/м}^3.$$

6) Абсолютні об'єми компонентів:

$$V_{Ц} = \frac{Ц}{\rho_{Ц}} = \frac{500}{3100} = 0,161 \text{ м}^3; \quad V_{В} = \frac{В}{\rho_{В}} = \frac{200}{1000} = 0,2 \text{ м}^3;$$

$$V_{П} = \frac{П}{\rho_{П}} = \frac{422}{2670} = 0,158 \text{ м}^3; \quad V_{Щ} = \frac{Щ}{\rho_{Щ}} = \frac{1210}{2720} = 0,481 \text{ м}^3.$$

$$7) \sum V = 0,161 + 0,200 + 0,158 + 0,481 = 1,00 \text{ м}^3.$$

8) Склад бетону за об'ємом:

$$1:Х:Y = V(Ц)/V(Ц):V(П)/V(Ц):V(Щ)/V(Ц) = 1:0,98:2,98 \text{ при } В/Ц = 200/500 = 0,4.$$

Відповідь: 1:0,98:2,98; В/Ц = 0,4.

Знайти:

1:Х:Y – ?

В/Ц – ?

Приклад 2. Визначити мінімально необхідну місткість бетонозмішувача і середню густину бетону, якщо при одному замісі виходить 2 тонни бетонної суміші, складу за масою 1:2:4 при В/Ц=0,6 і коефіцієнт виходу 0,7. Насипна густина: цементу – 1300 кг/м³, піску – 1600 кг/м³, щебеню – 1500 кг/м³.

Дано:

$$m_{\text{зам}} = 2000 \text{ кг}$$

$$1:X:Y = 1:2:4$$

$$B/C = 0,6$$

$$\beta = 0,7$$

$$\rho_{\text{н.ц}} = 1300 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{н.п.}} = 1600 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{н.щ.}} = 1500 \text{ кг/м}^3$$

Знайти:

$$\rho_m - ?$$

$$V - ?$$

Розв'язання:

1) Витрати матеріалів на заміс масою 2000 кг бетону:

$$1x + 2x + 4x + 0,6x = 7,6x; 7,6x = 2000 \text{ кг}$$

$$C = 2000 / 7,6 = 263 \text{ кг, тоді } B = 0,6 \times 263 = 158 \text{ кг; } \Pi =$$

$$263 \times 2 = 526 \text{ кг; } \text{Щ} = 263 \times 4 = 1052 \text{ кг.}$$

2) Коефіцієнт виходу бетону:

$$\beta = \frac{V_{\text{б}}}{V_{\text{бетонозм.}}} = \frac{V_{\text{б}}}{\frac{C}{\rho_n^C} + \frac{\Pi}{\rho_n^{\Pi}} + \frac{\text{Щ}}{\rho_n^{\text{Щ}}}} \Rightarrow$$

$$V_{\text{б}} = \beta \left(\frac{263}{1300} + \frac{526}{1600} + \frac{1052}{1500} \right) = 0,86 \text{ м}^3.$$

3) Об'єм бетонозмішувача:

$$V = \frac{V_{\text{б}}}{\beta} = \frac{0,86}{0,7} = 1,2 \text{ м}^3.$$

4) Середня густина бетону:

$$\rho_m = \sum M / V = (C + B + \Pi + \text{Щ}) / V = 263 + 158 + 526 + 1052 = 2000 / 0,86 = 2326 \text{ кг/м}^3$$

$$\text{Відповідь: } \rho_m = 2326 \text{ кг/м}^3; V = 1,2 \text{ м}^3.$$

Приклад 3. Визначити коефіцієнт виходу і витрати матеріалів на 1 м³ вапняного розчину складу вапно: пісок = 1:3 (за об'ємом) при об'ємі пустот у піску П=40%.

Дано:

$$\text{Вапно:пісок} = 1:3$$

$$V_{\text{розч}} = 1 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{п}} = 40\%$$

Знайти:

$$\beta - ?$$

$$V_{\text{в}} - ?$$

$$V_{\text{п}} - ?$$

Розв'язання:

1) Об'єм розчину, який отримують із 1 частка вапна і 3 частки піску:

$$V_p = 1 + 3/1 - \frac{\Pi}{100} = 1 + 3/1 - 0,4 = 2,8 \text{ м}^3$$

2) Коефіцієнт виходу:

$$\beta = \frac{V_p}{V_{\text{в}} + V_{\text{п}}} = \frac{2,8}{1 + 3} = 0,7.$$

3) Витрати вапна:

$$V_{\text{в}} = \frac{1}{0,7/1 + 3/} = 0,36 \text{ м}^3$$

4) Витрати піску: $V_{\text{п}} = 0,36 \times 3 = 1,08 \text{ м}^3.$

$$\text{Відповідь: } \beta = 0,7; V_{\text{в}} = 0,36 \text{ м}^3; V_{\text{п}} = 1,08 \text{ м}^3.$$

Приклад 4. Визначити коефіцієнт виходу, середню та істинну густину, а також пористість цементного бетону, якщо для отримання 100 м³ бетонної суміші з В/Ц=0,7 витрачено цементу m_ц=32 т піску V_п=45 м³ і щебеню V_щ=78 м³. Насипна густина цементу ρ_{цн}=1300 кг/м³, піску ρ_{пн}=1500кг/м³, щебеню ρ_{щн}=1450 кг/м³. Істинна густина цементу ρ_ц=3,1 г/см³, суміші заповнювачів ρ_з=2,65 г/см³. Кількість хімічно зв'язаної води становить 20% від маси цементу.

Дано:

В/Ц= 0,7
 (В/Ц)_{х.зв.}=0,2
 V_б=100 м³
 m_ц=32 т
 V_п= 45 м³
 V_щ= 78 м³
 ρ_{н.ц}= 1300 кг/м³
 ρ_{н.п}= 1500 кг/м³
 ρ_{н.щ}= 1450 кг/м³
 ρ_ц= 3,1 г/см³
 ρ_з= 2,65 г/см³

Знайти:

β – ?
 ρ_м – ?
 ρ – ?
 П – ?

Розв'язання:

1) Коефіцієнт виходу бетонної суміші:

$$\beta = \frac{V_{\text{б}}}{V_{\text{бетонозм.}}} = \frac{V_{\text{б}}}{V_{\text{ц}} + V_{\text{п}} + V_{\text{щ}}}$$

2) Насипний об'єм цементу дорівнює відношенню маси цементу до його насипної густини:

$$V_{\text{ц}} = \frac{m_{\text{ц}}}{\rho_{\text{нц}}} = \frac{32000}{1300} = 24,6 \text{ м}^3$$

3) Тоді: $\beta = \frac{100}{24,6 + 45 + 78} = 0,68$.

4) Витрати піску і щебеню за масою m_п і m_щ знайдемо як добуток, відповідно, їх витрат за об'ємом на значення насипних густин:

$$m_{\text{п}} = 45 \times 1,5 = 67,5 \text{ т}; m_{\text{щ}} = 78 \times 1,45 = 113,1 \text{ т}$$

5) Витрати води знайдемо як добуток витрат цементу на В/Ц: m_в = 32 × 0,7 = 22,4 т – для V_{бет. сум} = 100 м³.

6) Середня густина бетонної суміші:

$$\rho_{\text{м}} = \frac{32 + 22,4 + 67,5 + 113,1}{100} = 2,35 \text{ т/м}^3$$

7) Для того, щоб знайти середню густину бетону при випаровуванні всієї надлишкової води, потрібно врахувати при визначенні маси бетону замість всієї витрати води лише кількість хімічно зв'язаної води:

$$m_{\text{хім.зв}} = 32 \times 0,2 = 6,4 \text{ т, тоді}$$

$$\rho_{\text{мб}} = \frac{32 + 6,4 + 67,5 + 113,1}{100} = 2,19 \text{ т/м}^3$$

8) Істинну густину бетону знайдемо за формулою:

$$\rho_{\text{б}} = \frac{m_{\text{ц}} + m_{\text{х.зв.в.}} + m_{\text{п}} + m_{\text{щ}}}{V_{\text{пц}} + V_{\text{х.зв.в.}} + V_{\text{аб.п}} + V_{\text{аб.щ}}}$$

де V_{пц}, V_{х.зв.в.}, V_{аб.п}, V_{аб.щ} – абсолютні об'єми компонентів у цементній суміші.

$$V_{\text{пц}} = \frac{32}{3,1} = 10,32 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{аб.п}} + V_{\text{аб.щ}} = (67,5 + 113,1) / 2,65 = 67,1 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{х.зв.в.}} = 6,4 / 1,0 = 6,4 \text{ м}^3, \text{ тоді}$$

$$\rho_6 = \frac{32 + 6,4 + 67,5 + 113,1}{10,32 + 6,4 + 67,1} = 2,61 \text{ т / м}^3.$$

8) Пористість бетону:

$$П_6 = \frac{\rho_6 - \rho_m}{\rho_6} \times 100\% = \frac{2,61 - 2,19}{2,61} \times 100\% = 16,3\%.$$

Відповідь: $\beta=0,68$; $\rho_m=2,35 \text{ т/м}^3$; $\rho=2,61 \text{ т/м}^3$; $П=16,3\%$.

Приклад 5. Яку кількість розчину соди, шлаку і піску необхідно для отримання 1 м^3 дрібнозернистого шлаколугового бетону з середньою густиною 2350 кг/м^3 за вологості суміші 14% , співвідношення шлаку і піску $3:1$? Для замішування використовується 15% розчин соди.

Дано:

Розв'язання:

$$V_{\text{бет}} = 1 \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{шб}} = 2350 \text{ кг/м}^3$$

$$W = 14\%$$

$$\text{Ш}_л : \text{П} = 3:1$$

$$C_{\text{соди}} = 15\%$$

$$\rho_c = 1,15 \text{ г/см}^3$$

1) Необхідна кількість води:

$$B = \frac{\rho_{\text{шб}} \times W}{100 + W} = \frac{2350 \times 14}{100 + 14} = 289 \text{ л / кг.}$$

2) Витрати соди:

$$85\% \text{ H}_2\text{O} - 15\% \text{ Na}_2\text{CO}_3$$

$$289 \text{ кг H}_2\text{O} - x \text{ кг Na}_2\text{CO}_3$$

$$85 - 15$$

$$289 - x$$

Знайти:

$C - ?$

$\text{П} - ?$

$\text{Ш}_л - ?$

$$X_{\text{соди}} = \frac{289 \times 15}{85} = 51 \text{ кг.}$$

3) Загальна кількість шлаку і заповнювача (піску):

$$\text{Ш}_л + \text{П} = \rho_m - B - C (\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2350 - 289 - 51 = 2010 \text{ кг.}$$

4) Кількість заповнювача (піску) за умови $3:1$:

$$\text{П} = (2010 \times 0,75) / 1 = 1508 \text{ кг.}$$

5) Кількість шлаку: $\text{Ш}_л = 2010 - 1508 = 502 \text{ кг.}$

6) Об'єм розчину соди:

$$V = \frac{B + C_{\text{соди}}}{\rho_c} = \frac{289 + 51}{1,15} = 296 \text{ кг.}$$

Відповідь: $m_B=289 \text{ кг}$; $m_{\text{соди}}=51 \text{ кг}$; $\text{П}=1508 \text{ кг}$; $\text{Ш}_л=502 \text{ кг}$.

Приклад 6. Підібрати склад бетону М400 на портландцементі М500, піску середньої крупності вологістю 6%, щебеню фракції 10–20, вологістю 3% і пустотністю 45%. Рухливість бетонної суміші 5–6 см. Густина матеріалів: цементу – 3,1 кг/м³; піску – 2,68 кг/м³; щебеню – 2,76 кг/м³. Насипна густина щебеню 1510 кг/м³.

Дано:

Розв'язання:

Бет. М400

ПЦ М500

М_к піску –

середній

W_п = 6%

Ф_р = 10–20

W_щ = 3%

V_п = 45%

ρ_ц = 3,1 г/см³

ρ_п = 2,68 г/см³

ρ_щ = 2,76 г/см³

ρ_{н.щ.} = 1510 кг/м³

О.К. = 5 – 6 см

Знайти:

Ц – ?

В – ?

П – ?

Щ – ?

1:Х:У при В/Ц-?

1) Із умови $R_6 \leq 1,2 R_{ц}$

$$\frac{B}{Ц} = \frac{A \times R_{ц}}{R_B + 0,5 \times A \times R_{ц}} = \frac{0,6 \times 500}{400 + 0,5 \times 0,6 \times 500} = 0,55.$$

2) З таблиці (6): $V_n = 185$ л.

3) $Ц = 185/0,55 = 336$ кг.

4) Витрати щебеню:

$$\begin{aligned} Щ &= \frac{1}{\delta \frac{V_{п(щ)}}{\rho_{щ}} + \frac{1}{\rho_{щ}}} = \frac{1}{1,4 \times \frac{0,45}{1510} + \frac{1}{2760}} = \\ &= \frac{1}{0,00077988} = 1287 \text{ кг.} \end{aligned}$$

4) Витрати піску:

$$\begin{aligned} П &= \left[1 - \left(\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{В}{\rho_{в}} + \frac{Щ}{\rho_{щ}} \right) \right] \times \rho_{п} = \\ &= \left[1 - \left(\frac{336}{3100} + \frac{185}{1000} + \frac{1287}{1760} \right) \right] \times 2680 = 642 \text{ кг.} \end{aligned}$$

5) З урахуванням вологості:

$$П = П_n + \frac{П_n \times W_{п}}{100\%} = 642 + \frac{642 \times 6\%}{100\%} = 680,5 \text{ кг;}$$

$$Щ_n + \frac{Щ_n \times W_{щ}}{100\%} = 1287 + \frac{1287 \times 3\%}{100\%} = 1325,6 \text{ кг;}$$

$$Ц = Ц_n = 336 \text{ кг;}$$

$$В = В_n - 77 = 185 - 77 = 108 \text{ л(кг).}$$

Склад:

$$Ц/Ц=1; В/Ц=108/336=$$

$$0,32; П/Ц=680,5/336=2; Щ/Ц=1325,6/336=4$$

$$1 \cdot X \cdot Y \text{ при } B/П \cdot 1 \cdot 2 \cdot 4 \text{ при } B/П=0,32$$

Відповідь: Ц = 336 кг; В = 108 кг; П = 681 кг;

Щ = 1326 кг; 1:Х:У при В/Ц: 1:2:4 при

В/Ц=0,32

Приклад 7. Номінальний склад цементного бетону, за масою складових (при проектуванні в лабораторії), виявився в співвідношенні 1:2,4:3,2 при В/Ц=0,5. Визначити кількість складових матеріалів для приготування 350 м³ бетону, якщо на 1 м³ витрачається 320 кг цементу. Насипна густина піску становить 1600 кг/м³, щебеню – 1500 кг/м³; вологість піску і щебеню відповідно дорівнюють 5,5 і 3,2%.

Дано:

Розв'язання:

1:Х:У= 1:2,4:3,2
 В/Ц= 0,5
 $V_b=350 \text{ м}^3$
 $\rho_{\text{н.п}}=320 \text{ кг/м}^3$
 $\rho_{\text{н.п}}=1600 \text{ кг/м}^3$
 $\rho_{\text{н.щ}}=1500 \text{ кг/м}^3$
 $W_{\text{п}}=5,5\%$
 $W_{\text{щ}}=3,2\%$

1) Витрати матеріалів на 1 м³ бетону:

Ц = 320 кг; В = 320×0,5 = 160 л (кг);

П = 320×2,4 = 768 кг; Щ = 320×3,2 = 1024 кг.

2) Витрати вологих заповнювачів з врахуванням їх вологості:

П = 768×1,055 = 810 кг; Щ = 1024×1,032 = 1057 кг.

3) Витрати води з врахуванням вологи в заповнювачах:

В = 160 – (768×0,055 + 1024×0,032) = 85 л.

4) Витрати матеріалів на 350 м³ бетону:

Ц = 320×350 = 112 т; В = 85×350 = 29,75 т;

П = 810×350 = 283,5 т або 283,5/1,6 = 177 м³;

Щ = 1057×350 = 370 т або 370/1,5 = 246,6 м³.

Знайти:

Ц – ?; В – ?

П – ?; Щ – ?

Відповідь: Ц= 112 т; В= 29,75 т; П= 283,5 т; Щ= 370 т.