Группа C -21

ПМ 01. МДК 01.01. тема 1.1. Строительные материалы и изделия

Цибина Н.Н.

**6.05.20.**

[nina-cibina@mail.ru](mailto:nina-cibina@mail.ru)

*Урок 24.*  **Практическое занятие № 5**

Выполнение расчета состава тяжёлого бетона методом «абсолютных объемов»

**1. Цель практической работы:** научиться рассчитывать соотношения цемента, воды, песка и крупного заполнителя для получения бетонной смеси с заданной удобоукладываемостью и бетона с заданной маркой.

***2.* Формируемы общие и профессиональные компетенции:** ОК 4, ОК 5, ОК 6, ПК 1.1., ПК 1.3.

**3. Перечень материалов для выполнения практической работы:** таблица 1 «Характеристика материалов для расчета состава тяжелого бетона по методу абсолютных объемов»; таблица 2 «Водопотребность бетонной смеси»; таблица 3 «Значение коэффициента зерен бетона»; таблица 4 «Значение коэффициента L для пластичных бетонных смесей»; таблица 5 «Значение коэффициента А и А1»

**4. Общие сведения**

Бетоном называют искусственный каменный материал, поучаемый в результате твердения рационально подобранной, тщательно перемешанной и уплотненной смеси минерального вяжущего вещества, воды, заполнителей и в необходимых случаях специальных добавок. Смесь указанных компонентов до начала ее затвердевания называют бетонной смесью.

Вяжущее вещество и вода – активные составляющие бетона. В зависимости от средней плотности различают особо тяжелые, тяжелые, легкие и особо легкие бетоны.

**ПРИМЕР.** Требуется подобрать состав тяжелого бетона марки Rб = 300 кг/см3 = 30 МПа для бетонирования монолитных балок; подвижность бетонной смеси ОК - 3см.

Характеристика исходных материалов: портландцемент активностью Rц = 470 кг/см3 = 47 МПа, насыпная плотность сухих составляющих ρн.ц. = 1200 кг/ м³; ρн.п. = 1500 кг/ м³; ρн.щ =1600 кг/ м³, а их истинная плотность ρц = 3100 кг/ м³; ρп = 2620 кг/ м³; ρщ = 2800 кг/ м³; пустотность гранитного фракционирования щебня Vпщ = 0,43; наибольшая крупность зерен щебня 40мм; влажность крупного кварцевого песка Wп = 3%; влажность щебня Wщ = 1%.

1. Водоцементное отношение определяется по формуле: Rб = АRц(Ц/В – 0,5).

После преобразования относительно В/Ц формула примет вид

В/Ц = АRц(Rб + 0,5ARц) = 0,65 х 47 (30+0,5х0,65х47) = 0,68.

Значение А = 0,65 выбрано по таблице 5 как для высококачественных материалов.

2. Расход воды на 1м³ бетонной смеси определяют по таблице 2, учитывая заданную осадку конуса бетонной смеси для бетонирования балок ОК = 3см. Для получения бетонной смеси такой подвижности с применением в качестве крупного заполнителя щебня с наибольшей крупностью зерен 40 мм расход воды на 1м³ бетонной смеси должен составлять 175 кг.

Расход цемента на 1м³ бетона: Ц = В/(В/Ц) = 175/0,68 = 259 кг

Расход щебня в сухом состоянии на 1м³ бетона:

Щ = 1/(Vпщ ɑ/ρн.щ. + 1/ρщ) = 1/ (0,43 х 1,3/1600 + 1/2800) = 1416кг

Значение коэффициента раздвижки зерен ɑ=1,3 выбрано по таблице 3 в зависимости от расхода цемента и вида крупного заполнителя.

Расход песка в сухом состоянии на 1м³ бетона: П = [1- (Ц/ρц + В/1000 + Щ/ρщ)] ρп = [1-(259/3100 + 175/1000 + +1416/2800)] 2620 = 617 кг.

В результате расчетов получают ориентировочный номинальный (лабораторный) состав бетона, кг/ м³:

Цемент – 259

Вода – 175

Песок – 617

Щебень – 1416

Итого – 2467 кг/ м³

Полученное в итоге значение является расчетной средней плотностью бетонной смеси, т.е. ρб.см. = 2467 кг/ м³.

Коэффициент выхода бетона: β = 1/(Vц + Vп +Vщ) = 1/ (Ц/ ρн.ц + П/ ρн.п. +Щ/ ρн.щ.)= 1(259/1200+617/1500+1416/1600) = 0,66.

Расход материалов на 0,5 м³ (50 л) бетонной смеси пробного замеса рассчитывают исходя из приведенного выше номинального состава бетона, кг:

Цемент (Ц1) – 259 х 0,05 = 12,95 кг

Вода (В1) – 175 х 0,05 = 8,75 кг

Песок (П1) – 617 х 0,05 = 30,85 кг

Щебень (Щ1) – 1416 х 0,05 = 70,8 кг

Отвешивают расчетное количество материалов приготавливают бетонную смесь, подвижность которой определяют с помощью стандартного конуса. Если осадка конуса 1 см, т.е. меньше заданной (как в нашем примера), то для увеличения подвижности бетонной смеси добавляют 10% цемента и воды (цементы 12,95 х 0,1 = 1,295кг; воды 8,75 х 0,1 = 0,875кг). Бетонную смесь с добавкой цемента и воды дополнительно хорошо перемешивают и проверяют подвижность. Если при проверке подвижность осадки конуса окажется 3 см, т.е. будет соответствовать заданной, опыт заканчивают и устанавливают действительный расход материалов с учетом добавления 10% цемента и воды, определяя их абсолютный объем, м³:

Цемент – (Ц1 + 10% Ц1)/ ρц = (12,95+1,295) /3100 = 0,0046 м³

Вода – (В1 + 10%В1)/ 1000 = (8,75+0,875) /1000 = 0,0097 м³

Песок – П1 / ρп = 30,85/2620 = 0,117 м³

Щебень –Щ1 / ρщ = 70,1/2800 = 0,0254 м³

Всего (Vз) 0,0513 м³

Цз = (Ц1 + 10% Ц1) = (12,95+1,295) = 14,25

Вз = (В1 + 10%В1) = (8,75+0,875) = 9,63

Пз = П1 = 30,85

Щз,=Щ1 = 70,1

Зная объем бетонной смеси пробного откорректированного замеса Vз и фактический расход материалов Цз, Вз, Пз, Щз, рассчитывают расход материалов на 1 м³ (1000 л) бетонной смеси, кг/м³:

Ц = Цз х 1/Vз = 14,25/0,0513 = 277 кг/м³

В = Вз х 1/ Vз = 9,63/0,0513 = 188 кг/м³

П = Пз х 1/ Vз = 30,85/0,0513 = 599 кг/м³

Щ = Щз х 1/ Vз = 70,1/0,0513 = 1366 кг/м³

Всего 2429

Фактическая плотность свежеуложенной бетонной смеси ρб.см. = 2429кг/ м³,

Производственный (полевой) состав бетона вычисляют, принимая во внимание влажность заполнителей (в данном примере влажность песка Wп = 3% и влажность щебня Wщ =1%), в связи с чем необходимое количество воды уменьшают: В|= В – (Wп х П/100 + Wщ х Щ/100) = 188 – (3 х 599/100 + 1 х 1366/100) = 188 – (18+14) = 156 кг.

При этом количество заполнителей соответственно увеличивают:

Песок – П (1 +Wп /100) = 599(1+3/100) = 599+18 = 617 кг

Щебень – Щ (1+Wщ /100) = 1366(1+1/100) = 1366+14 = 1380 кг

Для получения производственного состава в отношениях по массе расход каждого компонента бетонной смеси, кг, делят на расход цемента:

Ц/Ц : П/Ц : Щ/Ц

277/277 : 617/277 : 1380/277

**1 : 2,5 : 5** при В/Ц = 0,68

**Характеристика материалов для расчета состава тяжелого бетона**

**по методу абсолютных объемов**

таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Материал | Истинная плотность | Насыпная плотность | Пустотность | Влажность |
| Портландцемент | 3.1 | 1.1 | - | - |
| Шлакопортландцемент | 3 | 1 | - | - |
| Щебень гранитный  фракционированный | 2.65 | 1.56 | 41 | 2 |
| Щебень известняковый плотный | 2.5 | 1.4 | 44 | 4 |
| Гравий | 2.62 | 1.51 | 42 | 3 |
| Песок речной средней крупности | 2.6 | 1.5 | 42 | 5 |

**Водопотребность бетонной смеси**

таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Удобоукладываемость | | Расход воды, кг/м3, при наибольшей крупности заполнителя, мм | | | | | |
| Осадка конуса,см | Жесткость,с | гравия | | | щебня | | |
| 10 | 20 | 40 | 10 | 20 | 40 |
| 0 | 150-200 | 145 | 130 | 120 | 155 | 140 | 130 |
| 0 | 90-120 | 150 | 135 | 125 | 160 | 145 | 135 |
| 0 | 60-80 | 160 | 145 | 130 | 170 | 155 | 145 |
| 0 | 30-50 | 165 | 150 | 135 | 175 | 160 | 150 |
| 0 | 15-30 | 175 | 160 | 145 | 185 | 170 | 155 |
| 1-2 | - | 185 | 170 | 155 | 195 | 180 | 165 |
| 3-4 | - | 195 | 180 | 165 | 205 | 190 | 175 |
| 5-6 | - | 200 | 185 | 170 | 210 | 195 | 180 |
| 7-8 | - | 205 | 190 | 175 | 215 | 200 | 185 |
| 9-10 | - | 215 | 200 | 185 | 225 | 210 | 195 |

Примечание: Данные таблицы справедливы для бетонной смеси на портландцементе и песке средней крупности. При применении пуццоланового портландцемента расход воды увеличивают на 20 кг/м3; при использовании мелкого песка взамен среднего расход воды также увеличивают на 10 кг, а при использовании крупного песка – уменьшают на 10 кг.

**Значение коэффициента раздвижки зерен бетона**

таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Расход цемента в к/г | На щебне | На гравии |
| 250 | 1.3 | 1.34 |
| 300 | 1.36 | 1.42 |
| 350 | 1.42 | 1.48 |
| 400 | 1.47 | 1.52 |

**Значение коэффициента L для пластичных бетонных смесей**

таблица 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расход цемента кг/м³ | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| 250  300  350  400 | -  -  1,32  1,4 | -  1,3  1,38  1,46 | 1,26  1.36  1.44  - | 1,32  1,42  -  - | 1,38  -  -  - |

**Значение коэффициента А и А1**

таблица 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристика заполнителей бетона и  Вяжущего | А | А1 |
| Высококачественные | 0.65 | 0.43 |
| Рядовые | 0.6 | 0.4 |
| Пониженного качества | 0.55 | 0.37 |

**Задание:** Продолжаем выполнять расчет предыдущего урока по данному алгоритму. Работа рассчитана на две пары.

**Пример для расчета состава бетонной смеси:** Рассчитать состав бетона марки 200Требуется подобрать состав тяжелого бетона марки Rб = 40 МПа для бетонирования монолитных балок; подвижность бетонной смеси ОК - 5см.

Характеристика исходных материалов: портландцемент активностью Rц = 400 МПа, насыпная плотность сухих составляющих ρн.ц. = 1200 кг/ м³; ρн.п. = 1600 кг/ м³; ρн.г =1500 кг/ м³, а их истинная плотность ρц = 3100 кг/ м³; ρп = 2700 кг/ м³; ρг = 2600 кг/ м³; пустотность гранитного фракционирования щебня Vпг = 45% = 0,45; наибольшая крупность зерен гравий 40мм; влажность крупного кварцевого песка Wп = 5%; влажность щебня Wщ = 2%.