**Группа C -21**

**Строительные материалы и изделия**

**Цибина Н.Н.**

**29.04.20.**

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

*Урок 23.*  **Практическое занятие № 4**

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.

Тяжелые бетоны со средней плотностью 1800-2500 кг/м^3 приготавливают на плотном песке и крупном заполнителе из плотных горных пород и используют во всех несущих конструкциях.

Прочность, долговечность и другие свойства бетона в значительной мере зависят от качества исходных материалов. В зависимости от назначения и условий эксплуатации бетона к составляющим его компонентам предъявляют соответствующие требования.

Цемент. Выбор вида и марки цемента определяется заданной прочностью бетона, условиям его твердения и эксплуатации бетонных конструкций. Для тяжелых бетонов рекомендуются следующие марки цементов в зависимости от класса бетона:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс бетона  (марка бетона) | В 7.5  (м100) | В 10  (м150) | В 15  (м200) | В 25  (м300) | В 30  (м400) | В 40  (м500) | В 45  (м600) |
| Марка цемента | 300 | 300 | 400 | 400 | 500 | 550-600 | 600 |

Вода. Для приготовления бетонных смесей и поливки бетона применяют питьевую воду, не содержащую вредных примесей, препятствующих нормальному схватыванию и твердению бетона. Песок. В качестве мелкого заполнителя для тяжелого бетона используют природный песок, который представляет собой рыхлую смесь зерен крупностью от 0,14 до 5мм, возникшую в результате естественного разрушения твердых горных пород. Природные пески в зависимости от условий залегания разделяются на: речные, морские и горные. Искусственные пески получают дроблением твердых и плотных горных пород, а также отвальных металлургических шлаков. По зерновому составу пески делят на крупные, средние, мелкие и очень мелкие.

**Классификация песка**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группа песка | Полный остаток  На сите № 0,63% | Мк |
| Крупный | Более 50 | Более 2,5 |
| Средний | 30-50 | 2,5-2 |
| Мелкий | 10-30 | 2-1,5 |
| Оч. мелкий | Менее 10 | 1,5-1 |

Для приготовления тяжелого бетона рекомендуются крупные и средние пески с модулем кратности 2-3,25.

Крупный заполнитель. В качестве крупного заполнителя для приготовления тяжелого бетона применяют гравий и щебень. Гравий – рыхлая смесь, получаемая дроблением больших кусков различных твердых горных пород размером 5-70 мм. Щебень отличается от гравия остроугольной формой и шероховатой поверхностью зерен, в связи с тем сцепление его с цементно-песчаным раствором лучше, чем гравия.

Различают два состава бетона: номинальный(лабораторный), рассчитанный для материалов в сухом состоянии, и производственный (полевой) для материалов в естественно-влажном состоянии.

Существуют несколько методов подбора состава тяжелых и дорожных бетонов. Наиболее простым и удобным является метод «абсолютных объемов» разработанный профессором Б. Г. Скрамтаевым. Состав бетона по этому методу подбирают в два этапа. В начале рассчитывают ориентировочный состав бетона, который затем проверяют и уточняют по результатам пробных замесов и испытаний контрольных образцов.

Основная цель расчета состав тяжелого бетона - определение полного соотношения составляющих, которое обеспечивает требуемые свойства бетонной смеси и бетона при минимальном расходе цемента. Выбрав материалы надлежащего качества, рассчитывают состав – расхода цемента, воды, песка и щебня на 1 м3 бетона.

Для расчета состава тяжелого бетона необходимо иметь следующие данные: Rб – активность (марка) бетона; О.К. – подвижность смеси (см); Rц – активность цемента (кгс/см²); вид цемента; ρоц – средняя плотность цемента (кг/м³); ρц – плотность цемента (кг/м³); вид песка; ρоп – средняя плотность песка (кг/м³); ρп – плотность песка (кг/м³); Wп – влажность песка (%); вид крупного заполнителя; max крупность крупного заполнителя; ρо – средняя плотность крупного заполнителя (кг/м³); ρ – плотность крупного заполнителя (кг/м³); V пуст.кр.запол. – объем пустот крупного заполнителя (%); W щ(г) – влажность крупного заполнителя (%)

Состав бетона для пробных замесов рассчитывают в следующей последовательности: вычисляют водоцементное отношение; расход воды; расход цемента; определяют расход мелкого и крупного заполнителей на 1 м3 бетонной смеси.

1. Определяем водоцементное отношение В/Ц исходя из требуемой марки бетона, активности цемента и с учетом вида и качества составляющих по формуле:

Rб = АRц (Ц/В – 0,5); после преобразования В/Ц = ARц /Rб+0,5ARц;

где Rб – марка бетона, кгс/см2 (Па); Rц - активность цемента, кгс/см2 (Па); А и А1 – коэффициенты, учитывающие качество материалов (таблица 5).

2. *Расход воды* выражают в л (кг) на 1 м3 бетонной смеси. Расход воды определяют, исходя из заданной удобоукладываемости (подвижности) и максимальной крупности крупного заполнителя Щ(Г) по таблице 2.

3. *Расход цемента* Ц (кг). Зная расход воды, определяют Ц = В: (В/Ц);

где Ц;В – расход цемента, воды, кг.

4. *Расход заполнителей, кг* (песка и крупного заполнителя).

- Определяем расход крупного заполнителя по формуле:

Щ = 1/(Vпщ ɑ/ρо.щ. + 1/ρщ);

где Vпщ – пустотность щебня (гравия); ɑ - значение коэффициента раздвижки зерен ɑ выбирается по таблице 3 в зависимости от расхода цемента и вида крупного заполнителя; ρо – средняя плотность крупного заполнителя (кг/м³); ρщ – плотность крупного заполнителя (кг/м³).

- Определяем расход мелкого заполнителя песка:

П = [1,0 – (Ц/ρц + В/ρв + Щ(г)/ ρщ(г)] \* ρп;

где Ц,В,Щ - расход цемента, воды, щебня, кг;ρц – плотность цемента (кг/м³); ρв – плотность воды (кг/м³); ρщ – плотность крупного заполнителя (кг/м³).

5. Производим пересчет лабораторного состава бетона на рабочий (фактический), с учетом влажности заполнителей.

Определяем количество воды в песке и щебне (гравий)

Вф = ПWп / 100(л); Вщ(г) = Щ(г) Wщ(г) /100 (л).

Определяем фактический расходы песка и щебня (гравия)

Пф = П + Вп (кг); Щф(г) = Щ(г) + Вщ(г) (кг)

Определяем фактический расход воды

Вф = В – (Вп + Вщ(г) (литр)

Расход цемента не изменяется: Цф = Ц(кг)

7. Определяем расход материалов на 1м³ бетонной смеси по объему:

Vпф = Цф/ ρоц (л); Vпф = Пф/ρоп (л); Vщ(г) = Щ(г)/ ρощ(г) (л).

**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 |

**Список литературы**

* 1. Л.Н. Попов, Н.Л. Попов «Строительные материалы и изделия», Москва, 2000
  2. Б.Я. Ягупов «Строительное дело», Москва, 1988
  3. С.Н. Булгаков «Строительное дело», Москва, 1980

**Задание:** *Работа рассчитана на две пары (эта первая пара), поэтому расчет можно будет выполнить за две пары, после следующей пары.Расчет выполняйте по данному примеру.*

**Пример для расчета состава бетонной смеси:** Рассчитать состав бетона марки 200. Требуется 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%.

**Группа И - 21**

**ОП.03 «Строительные материалы и конструктивные части зданий»**

**Цибина Нина Николаевна**

**29.04.20.**

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

*Урок 22.*  **тема: Сборный железобетон**

Бетон представляет собой прочный строительный материал, без которого сложно представить возведение зданий и сооружений. Однако бетонные конструкции имеют слабую адаптацию на изгиб и растяжение, поэтому их следует усиливать стальной арматурой.

Сборный железобетон изготавливают различных форм в виде плит, перекрытий и блоков, конструкция которых включает в себя залитый бетонным раствором металлический каркас. Детали изготавливают в заводских условиях и доставляют на строительный объект в готовом виде.

*Определение сборного железобетона*. Сборные элементы из железобетона изготавливают в заводских условиях и транспортируются на строительную площадку для дальнейшей сборки. Такая спецификация изготовления изделий из железобетона позволяет перенести большую часть работ на завод механизированным технологическим процессом.

Детали из сборного железобетона обладают высокими качественными характеристиками, продолжительным сроком службы и не нуждаются в специальном уходе в период эксплуатации. *При работе со сборным железобетоном уменьшается время на строительство и трудоемкость.*Использование таких элементов исключает необходимость в возведении новой опалубки, а значит, экономит расходы на приобретение леса и упрощает строительство в зимнее время года.

[](https://kladembeton.ru/wp-content/uploads/2016/03/lenta1.jpg)

*Особенности.* Часто используют железобетон в строительстве фундаментов из-за быстроты и дешевизны готового продукта.

Особенности железобетонных сборных элементов состоят в следующем: работа по изготовлению деталей полностью механизирована, это уменьшает время на производство; различные виды работ, которые требуют больших затрат труда, могут выполняться на заводе или другой базе производителя; дешевизна готовой продукции, которая обусловлена рациональным расходом исходных материалов; не требуется применение древесного материала для возведения опалубки, в данном случае она многоразовая и не нуждается в постоянном демонтаже и утилизации; строительство с применением готовых деталей выполняется за быстрые сроки; уменьшаются трудовые затраты и расходы, время экономится; в период использования сборных конструкций не требуется особый уход, это позволяет сократить расходы на обслуживание построек; имеют повышенную прочность и устойчивость к механическим и природным воздействиям.

*Где используется*? Сборные изделия из железобетона применяются для: подземных сооружений (фундамент, стены подвалов и др.); несущих частей зданий и сооружений, находящихся на земле; каркасного строительства; возведения колонн, балконов, каркасов, арок, смотровых площадок; устройства ограждений; монтажа бункеров, пирсов, хранилищ, [мостов](https://kladembeton.ru/sooruzheniya/esche/zhelezobetonnye-mosty.html), тоннелей; изготовления колец для колодцев и др.

[](https://kladembeton.ru/wp-content/uploads/2016/03/proizvodstvo4.jpg)

*Производство.* Сборка в заводских условиях на высокомеханизированном оснащении.

Спецификация деталей из сборного железобетона заключается в их сборке в заводских условиях на высокомеханизированном оснащении, где потребность в рабочей силе сокращается до минимума. Благодаря такой спецификации изготовления деталей продукция получается повышенного качества с низкой ценовой категорией.

Железобетон сборный изготавливают в заводских цехах по следующей технологии:

* Приготавливают бетонный раствор. Процесс изготовления осуществляется в бетоносмесительном цехе.
* Изготавливают арматурный каркас. Изготовление происходит в арматурном цехе и включает в себя очистку арматурной стали от ржавчины и придание стержням нужной формы.
* Проводят армирование и формование деталей. Конструируют каркасную сетку и передают ее в формовочный отдел, там проводят укладку в формы. Формование является важным этапом в производственном процессе. Он включает в себя сборку форм, монтаж арматурного каркаса, разливку бетонного раствора и уплотнение. Укладка арматурного каркаса в бетонный раствор начинается с очищения поверхности. Подготовленный участок смазывают специальным материалом, который предотвращает сцепление металлической формы с бетоном. Далее подают бетонный раствор из бетоносмесительного цеха в емкость бетоноукладчика, после чего она поступает в формы и разравнивается. Необходимо уплотнить бетонную смесь, это происходит на виброплощадках, глубинными или другими вибраторами.
* Ускоряют процесс твердения бетона. Чтобы ускорить твердение, следует нагреть бетонную смесь до сорока-девяноста градусов по Цельсию. В этом случае смесь не будет терять влагу и начнет быстрее схватываться.

Железобетоны сборные нашли применение в различных областях строительства за счет большого количества преимуществ. К достоинствам материала относят прочность, долголетие, возможность сэкономить как на трудовых затратах, так и денежных, ведь изготовление изделий осуществляется полностью механизировано в заводских цехах.

Однако сборные железобетоны имеют и недостатки, одним из которых является стандартный типоразмер, не позволяющий архитекторам выполнять строения нужной формы. Изделия из железобетона не нуждаются в сложном уходе, но чтобы они имели продолжительный срок службы, важно обеспечить им надлежащую защиту.

**Контрольные вопросы.**

1. Что представляет собой сборный железобетон?

2. Какую роль в железобетоне играет бетон?

3. Какую роль в железобетоне играет арматура?

4. В чем принципиальное различие монолитного и сборного железобетона?

5. Как на заводах сборного железобетона ускоряют процесс твердения бетона?

6. Расскажите об основных видах сборных железобетонных изделий (написать сообщение)