ЗАДАНИЕ

Тема проекта: Проектирование состава бетона для лестничных маршей.

Исходные данные:

Таблица 1- Зерновые составы песка, остатки на ситах.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| песок | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,16 | <0.16 | ρп | ρон | ρн упл | W% |
| № 1 | 5 | 10 | 15 | 30 | 95 | 5 | 2,64 | 1,51 | 1,7 | 12 |
| №2 | 20 | 50 | 75 | 90 | 99 | 1 | 2,63 | 1,54 | 1,75 | 7 |

Таблица 2- Зерновой состав заполнителя.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| заполнитель | 5-10 | 10-20 | 20-40 | ρ | W% |
| щебень | 1,35 | 1,38 | 1,42 | 2,68 | 4 |

СОДЕРЖАНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| 1 Литературный обзор | 6 |
| 2 Проектирование состава бетона | 16 |
| 3 Выбор материала | 21 |
| 3.1 Подбор мелкого заполнителя | 21 |
| 3.2 Характеристика крупного заполнителя | 24 |
| 4 Подбор состава бетона | 26 |
| 5 Теплотехнический расчет | 32 |
| 6 Определение расхода материала на один замес и выбор бетоносмесителя | 33 |
| 7 Экономия цемента | 34 |
| 8 Контроль качества | 35 |
| 9 Охрана труда и окружающей среды | 37 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ | 41 |

# ВВЕДЕНИЕ

Проектирование состава бетона позволяет надежно и наиболее экономично обеспечить требуемые компоненты состава бетона.

Требования к бетону обычно назначают в соответствии с видом выпускаемого изделия. При расчете состава бетона необходимо знать характеристики всех составляющих материалов. В частности необходимо иметь данные:

* заданный класс (марку) бетона
* удобоукладываемость бетонной смеси
* вид цемента
* активность цемента
* насыпную и истинную плотности заполнителей
* наибольшую крупность и пустотность крупного заполнителя

При подборе состава бетона необходимо опираться на следующую закономерность: коэффициент заполнения пустот и раздвижки зерен щебня раствором, для конкретной осадки конуса на данных заполнителях является величиной постоянной и зависит от расхода цемента. Это позволяет поновому определять оптимальное содержание песка в бетоне и решать задачу определения оптимального соотношения между песком и щебнем.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Бетон — искусственный каменный материал, получаемый в результате рационально подобранной и тщательно перемешанной с последующим затвердеванием смеси вяжущего вещества, заполнителей и воды, взятых в определенных соотношениях. До затвердевания эту смесь называют бетонной.

Активные составляющие бетона — цемент и вода. При взаимодействии они переходят в камневидное состояние Крупный и мелкий заполнители, равномерно распределенные в бетоне, образуют его жесткий скелет. Бетон способен вы­держивать большие сжимающие нагрузки (сопротивляться сжатию), но плохо сопротивляется растягивающим усилиям (прочность его на растяжение в 10... 15 раз меньше чем на сжатие). В строительном производстве широко применяют предвари­тельно напряженные железобетонные конструкции. Сущность предварительного напряжения состоит в обжатии натянутой арматурой той части бетона, которая будет работать при нагружении на растяжение или изгиб. В этом случае при действии растягивающих сил в предварительно напряженном бетоне вместо появления растягивающих напряжений лишь уменьшаются напряжения сжатия, а сопротивление возникно­вению трещин возрастает в несколько раз.

Конструкции из предварительно напряженного железобетона более экономичны, чем из обычного бетона.

Бетонной смесью называют рационально подобранную и тщательно перемешанную смесь, состоящую из вяжущего вещества, воды, мелкого и крупного заполнителей и добавок до начала ее формования и затвердения. Свойства бетонной смеси в значительной степени зависят от качества и соотношения всех её компонентов.

При воздействии на бетонную смесь внешними силами резко снижается ее вязкость. Изменение вязкости бетонной смеси под влиянием механических воздействий и восстановление ее после прекращения воздействий называется тиксотропией.

Огромное влияние на свойства бетонной смеси оказывает качество и количество цемента в смеси, а также расход воды.

К основным свойствам бетонной смеси относят: водопотребность, удобоукладываемость, однородность, вязкость, нерасслаиваемость, водоудерживающую способность.

Составом бетона называют соотношение по массе всех компонентов (вяжущего вещества, мелкого и крупного заполнителей), при котором обеспечивается заданная удобоукладываемость бетонной смеси и заданные свойства при наименьшем расходе вяжущего для принятой технологии изготовления изделий. При проектировании состава бетона обычно требуется:

* назначить требование к бетону
* выполнить выбор материалов для бетона
* определить предварительный состав бетона
* осуществить проверку состава на пробных замесах
* произвести корректировку состава бетона в процессе производства
* определить специальные свойства бетона.

Требования к бетону обычно назначают в соответствии с видом выпускаемого изделия. Класс (марка) бетона, показатели других его свойств указывают в рабочих чертежах на изготовляемые изделия. Для приготовления бетонов применяют обычно местные материалы, которые расположены в непосредственной близости от завода. Из имеющихся материалов выбирают те, которые обеспечивают получение бетона с заданными свойствами при минимальном расходе цемента.

При действии возрастающего усилия бетонная смесь вначале претерпевает упругие деформации, когда же преодолена структурная прочность, она течет подобно вязкой жидкости. Поэтому бетонную смесь называют упруго-пластично-вязким телом, обладающим свойствами твердого тела и истинной жидкости.

Свойства, которые определяют качество бетонной смеси, относят к основным. К технологическим свойствам относят: удобоукладываемость, однородность, связность, водоудерживающая способность.

Удобоукладываемость характеризует способность бетонной смеси заполнять форму изделия и уплотняться в ней под действием силы тяжести или под действием внешних усилий. Характеризуется подвижностью или жесткостью.

Однородность бетонной смеси достигают путем выбора оптимальных соотношений смеси и достижения оптимального режима перемешивания. Смесь считают однородной, если любая ее проба, взятая в достаточно большом объеме не менее чем в пять раз превышающая больше объема заполнителя (имеет один и тот же состав).

Связность – характеризует способность бетонной смеси формоваться, приобретая заданную форму без разрывов и расслоений. Обеспечивается правильным выбором вещества, мелким заполнителем и оптимальным соотношением между фракцией крупного заполнителя и оптимальное время перемешивания.

Характеристиками связности бетонной смеси являются:

* раствороотделение; для определения бетонную смесь укладывают и уплотняют в кубик 10\*12, затем вибрируют по времени зависящим от жесткости или подвижности бетонной смеси. После вибрирования верхний слой снимают (10 см) и взвешивают, тоже проделывают с нижним слоем. После этого каждый слой по отдельности промывают через сито 5 мм,

полностью отделяя раствор от заполнителя. Промытый крупный заполнитель высушивают, взвешивают и вычисляют объем верхней и нижней частей, и вычисляется раствороотделение, которое не должно превышать 20%.

* водоотделение – характеризует связанность бетонной смеси в состоянии покоя. Определяют: бетонную смесь уплотняют в цилиндре, закрывают пластиной и через 1.5 часа собирают воду на поверхности пипеткой, определяют массу, объем и количество выделившейся воды.

Водоудерживающая способность – это свойство бетонной смеси удерживать воду без ее выделения на поверхности изделия (цемент - арматура, цемент - крупный заполнитель). Оценивается тем максимальным количеством воды, где выделение воды не происходит.

Состав бетонной смеси рассматривается как соотношение между объемами растворенной части и крупного заполнителя. Он влияет на удобоукладываемость, и мы должны его оптимизировать. Эта задача решается при проектировании состава бетона. Для этой цели мы выбираем определенный коэффициенты избытка и раздвижки. При постоянных значениях расхода цемента и воды существуют оптимальные значения коэффициента раздвижки зерен, при котором наблюдается большая подвижность зерен.

При проектирование состава бетонной смеси используют 3 способа:

1 Расчетно-экспериментальный – при этом способе мы делаем сначала расчет, а потом экспериментально подтверждается (основные свойства материала известны и мы их подтверждаем).

2 Подбор состава бетонной смеси по графикам и таблицам, он используется в том случае, когда известны все свойства материала.

3 Ускоренный метод подбора - он применяется в тех случаях, когда не известны свойства материалов. При этом способе принимают ряд Ц/В отношений и расход материала при них, и, учитывая водопотребность заполнителей, готовят контрольные образцы испытывают и по испытаниям делают выбор.

При расчете состава бетона необходимо знать характеристики свойств всех составляющих материалов. В частности необходимо иметь следующие данные: заданный класс (марку) бетона, удобоукладываемость (подвижность или жесткость) бетонной смеси, а также характеристики материалов – вид и активность цемента, насыпную и истинную плотности заполнителей, их влажность. Расчет состава бетона должен производиться с учетом режима приготовления и уплотнения бетонной смеси, а также условий твердения изготовляемых изделий.

Определение состава бетонной смеси ведут в такой последовательности: рассчитывают водоцементное отношение в бетоне; назначают количество воды для бетонной смеси; определяют расход цемента; рассчитывают содержание мелкого и крупного заполнителей и определяют лабораторный состав бетона; приготавливают пробный замес бетонной смеси и проверяют заданную удобоукладываемость; изготавливают стандартные образцы-кубы; выдерживают их по заданному режиму и определяют класс (марку) бетона; производят корректировку состава и определяют специальные свойства бетона.

Компоненты бетонной смеси дозируют по массе (пористые заполнители дозируют по объему с коррекцией по массе, а жидкие – по массе или по объему). Допускаемая погрешность дозирования  1%.

При дозировании добавок следует учитывать, что их эффективность частично зависит и от порядка дозирования. В ряде случаев целесообразно вначале загрузить все сухие добавки и часть воды, а в процессе перемешивания ввести недостающую воду с добавкой.

Назначение оптимальной продолжительности перемешивания обеспечивает заданную производительность бетоносмесителя и высокое качество бетонной смеси. За продолжительность перемешивания принимают время от момента окончания загрузки материалов в смеситель до начала выгрузки из него готовой смеси. Продолжительность перемешивания следует устанавливать опытным путем. Для этого смесь одного и того же состава перемешивают разное время и изготавливают из нее контрольные образцы.

Технология приготовления бетонной смеси.

Бетонная смесь может быть приготовлена:

-на центральном районном заводе, снабжающем готовой смесью строительные объекты, расположенные на расстояниях, не превыша­ющих технологически допустимые радиусы автомобильных перевозок;

-на приобъектных бетонных заводах;

-в автобетоносмесителях и смесителях-перегружателях.

Для приготовления небольших порций бетонной смеси используют бетоносмесители.

В крупных населенных пунктах и в районах с развитой дорожной сетью приготовление бетонной смеси предпочтительнее осуществлять на центральных районных заводах. Такие предприятия, как правило, экономически более эффективны, чем система мелких ведомственных приобъектных заводов. Они имеют более высокий коэффициент использования оборудования во времени, высокую сте­пень механизации и автоматизации, что позволяет организовать эффективный контроль качества выпускаемой продукции.

Приобъектные бетонные заводы целесообразны главным образом в удаленных от центральных заводов районах и при невозможности доставки смеси с центрального завода по дорожным условиям района.

При необходимости доставки бетонной смеси на строительный объект, удаленный от центрального бетонного завода на расстояние, превышающее технологически допустимый радиус транспортирова­ния готовой смеси, ее приготовляют в автобетоносмесителях или смесителях-перегружателях. В этом случае на заводе товарного бетона в автобетоносмесители или автобетоновозы загружают сухую или частично затворенную смесь, а ее окончательное приготовление осуществляется в процессе доставки или непосредственно на строи­тельном объекте. Такая технологическая схема приготовления может быть экономически более эффективна, чем устройство приобъектного завода.

Процесс приготовления бетонных смесей включает в себя следующие технологические операции: подготовку, подачу и дозирование исходных компонентов, их перемешивание и выгрузку из смесителя готовой смеси. Качество приготовляемых бетонных смесей оценивают по однородности заданных свойств бетонной смеси (подвижность, расслаиваемость, плотность и др.) и бетона (прочность, плотность и др.).

Приготовление бетонной смеси осуществляют в смесителях при­нудительного или гравитационного перемешивания.

В гравитационных смесителях допускается приготовление бетонных смесей на плотных и пористых заполнителях плотностью в насыпном состоянии более 600 кг/м3. В смеситель подают цемент, песок и крупный заполнитель. Сухие составляющие перемешивают в течение 30 ... 60 с, а затем вводят воду затворения и производят окончательное перемешивание .

При использовании предварительно насыщенных водой или растворами добавок пористых заполнителей их вводят вместе с плотным песком, после чего смесь перемешивают в течение 45... 60 с, а затем подают цемент и воду затворения. С целью уменьшения налипания цементно-песчаного слоя при приготовлении первых порций легкобетонной смеси на пористом песке рекомендуется до начала замесов смазать стенки бетоносмесителя цементным молоком.

Приготовление бетонной смеси в смесителях принудительного типа более эффективно для получения однородных смесей невысокой подвижности (до 8 см) и смесей с расходом цемента более 250 кг/м3, а также легкобетонных смесей.

При приготовлении легкобетонных смесей на низкопрочных пористых заполнителях (П25...П75) порядок загрузки компонентов и режим приготовления смеси назначается с учетом самоизмельче­ния зерен в процессе перемешивания. В этом случае сначала подают в смеситель цемент и 2/з расчетного количества воды. При использовании плотного песка, песок загружают в смеситель вместе с цементом. Указанные компоненты перемешивают в течение 60 с, а затем после подачи пористых заполнителей и остатка воды производят перемешивание еще в течение 4... 5 мин для бетонов на сухих пористых материалах и 3 мин — на насыщенных пористых материалах. Для высоко­подвижных бетонных смесей с осадкой конуса более 12 см продол­жительность перемешивания уменьшается на 20 ... 25 %

При использовании прочных (Ш25 и более) пористых и плот­ных заполнителей в смеситель подают все компоненты и перемеши­вают их с 2/з воды затворения в течение 1,5... 2 мин, а затем вво­дят остальное количество воды затворения и производят повторное перемешивание в течение 2 ... 3 мин.

Жаростойкие бетоны приготовляют следующим образом: в смеситель загружают сухие материалы и перемешивают их не менее 60 с, после чего в смеситель заливают затворитель (вода, жидкое стекло, раствор ортофосфорной кислоты), соответствующий данному виду бетона, и перемешивают смесь не менее 3 мин.

Использование турбулентных смесителей позволяет интенсифицировать процесс приготовления бетонных смесей за счет сокращения времени перемешивания по сравнению с принудительными смесителями с 3...5 мин до 60...90 с. Приготовление легкобетонных смесей в турбулентном смесителе наиболее эффективно для получения бетона классов ВЗ,5...В7,5 на низкопрочных пористых заполнителях при отсутствии пористого песка. Данный способ предусматривает использование эффекта дробления пористых зерен, и в первую очередь слабых, и образование активной тонкомолотой добавки, что ведет к повышению средней прочности заполнителя, а следовательно и бетона. Этим достигается возможность получения равнопрочных бетонов, приготовленных в принудительных смесителях при экономии 15 ... 20 % цемента.

Приготовление легкобетонных смесей в турбулентных смесителях осуществляется следующим способом. Сначала в смеситель заливают воду, затем подают цемент и перемешивают их в течение 5... 10 с. После этого загружают пористый заполнитель. Время перемешивания после введения пористого материала устанавливается путем проведения опытных замесов, в которых устанавливаются соответствие получаемого гранулометрического состава заполнителей заданному, требуемые свойства бетонной смеси и бетона. Ориен­тировочное время перемешивания может приниматься 40... 80 с но не менее 30с, при этом плотность в насыпном состоянии применяемого пористого заполнителя должна быть не более 600 кг/м3. При использовании в бетонных смесях воздухововлекающих добавок их перемешивают с водой и цементом в течение 5... 10с перед загрузкой пористых материалов.

Бетонные смеси с добавками приготовляют как в смесителях гравитационного, так и принудительного типа. При этом пластифицирующие, пластифицирующие воздухововлекающие, воздухововлекающие, противоморозные добавки, ускорители твердения и замедлители схватывания вводят вместе с водой затворения, а суперпластификаторы вместе с 0,2... 0,25 частями воды в конце процесса перемешивания. В зависимости от объема приготовляемой смеси продолжительность перемешивания принимают 200... 300 с для смесителей гравитационного типа и 90 ... 150 с — для принудительного. Для равномерного распределения добавки по всему объему бетонной смеси продолжительность перемешивания после введения всех материалов, в том числе и добавок, принимают не менее 90 с для гравитационных смесителей и 30 с — для принудительных.

В автобетоносмесителях осуществляют затворение сухой смеси и ее перемешивание, а также окончательное приготовление частично затворенной на заводе товарного бетона смеси. Сухую бетонную смесь затворяют при вращающемся барабане автобетоносмесителя за 20 ... 30 мин до выгрузки готовой смеси. Бетонную смесь после ее затворения перемешивают в течение 15... 20 мин при частоте вращения барабана автобетоносмесителя 6... 12 мин.-1.

При загрузке в автобетоносмеситель частично затворенной (смоченной) смеси на заводе товарного бетона вводят 60... 75% воды, а оставшееся количество за 10... 20 мин до выгрузки автобетоно­смесителя. Продолжительность перемешивания смеси при окончательном ее приготовлении 8 ... 10 мин при частоте вращения барабана автобетоносмесителя 10 ... 18 мин-1.

Смесители-перегружатели используют для окончательного приготовления частично затворенных смесей, доставляемых на строительную площадку автобетоновозами или самосвалами. Технология приготовления бетонной смеси в смесителе-перегружателе барабанного типа аналогична технологии приготовления смеси в автобетоносмесителях. При использовании смесителя-перегружателя конвейерного типа продолжительность перемешивания смеси после введения оставшейся воды затворения 8... 12 мин при частоте вращения винтовых конвейеров 30 ... 40 мин-1.

Критерием качества перемешивания бетонной смеси служит коэффициент вариации ее подвижности, однородности и прочности контрольных кубов, приготовленные из одного замеса. Для назначения продолжительности перемешивания опытным путем определяют зависимость коэффициента вариации заданных свойств бетонной смеси и бетона. Достаточной является продолжительность перемешивания, при которой вариация подвижности и однородности бетонной смеси не превышают соответственно 10% и прочности образ­цов-кубов из одного замеса — 5%. Отбор проб для испытаний производят сразу после перемешивания, при этом они должны отбираться равномерно по мере выгрузки замеса из всех его частей. В процессе эксплуатации бетоносмесителя периодически проверяют качество перемешивания, которое также зависит от износа и правильности установки лопастей смесителя. Подобная проверка заключается в сравнении содержания крупного заполнителя в пробах, отобранных в начале, середине и конце выгружаемого замеса. Количество крупного заполнителя в пробе определяют с помощью Мокрого рассева смеси на сите с отверстиями 5x5 мм. Разность в содержании крупного заполнителя в трех пробах не должна превышать 5 %.

### 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА БЕТОНА

Характеристика изделия

Железобетонные марши, площадки и накладные проступи следует изготовлять в соответствии с требованиями ГОСТ 9818-85.

Лестничные марши подразделяют на типы:

ЛМ – плоские без фризовых ступеней, рисунок 1.

Рисунок 1 – Марш типа ЛМ

ЛМФ – ребристые с фризовыми ступенями, рисунок 2.

Рисунок 2 – Марш типа ЛМФ

ЛМП – ребристые с полуплощадками, рисунок 3, 4.

Рисунок 3 – Марш типа ЛМП с двумя полуплощадками.

Рисунок 4 – Марш типа ЛМП без нижней полуплощадки.

 Марши и площадки предназначены для применения в лестницах на расчетные временные нагрузки (при коэффициенте надежности по нагрузке n=1,2 и без учета собственного веса):

3,5 кПа (360 кгс/м2 ) – для жилых зданий;

4,7 кПа (480 кгс/м2 ) – для общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий.

 Элементы лестниц, при необходимости, изготовляют в двух вариантах исполнения: правом и левом – для лестниц с подъемом соответственно против часовой и по часовой стрелке.

 Элементы лестниц изготовляют с отделкой верхних лицевых поверхностей следующих видов:

- с гладкой поверхностью бетона на обычном цементе;

- с шлифовочной мозаичной поверхностью декоративного конструкционного слоя из бетона на обычном, белом или цветном цементах и на мраморном щебне (для площадок и накладных проступей);

- с облицовкой керамической плиткой (для площадок).

Нижние и видимые боковые поверхности маршей и площадок предназначают под окраску.

 Элементы лестниц обозначают марками в соответствии с ГОСТ 23009-78.

Марка элементов лестниц состоит из буквенно-цифровых групп, разделенных дефисами.

Элементы лестниц должны удовлетворять требованиям ГОСТ 13015.0-83:

 по заводской готовности;

 по прочности, жесткости и трещиностойкости;

 по показателям фактической прочности бетона (в проектном возрасте и отпускной);

 по морозостойкости бетона;

 по средней плотности легкого бетона;

 по истираемости бетона элементов лестниц первой категории качества;

 к качеству материалов, применяемых для приготовления бетона;

 к бетону, а также к материалам для приготовления бетона элементов лестниц, применяемых в условиях воздействия агрессивных сред;

 к форме и размерам арматурных и закладных изделий (в том числе монтажных петель) и их положению в элементах лестниц;

 к маркам сталей для арматурных и закладных изделий, в том числе для монтажных петель;

 по отклонению толщины защитного слоя бетона до арматуры;

 по защите от коррозии;

 по применению форм для изготовления элементов лестниц.

Элементы лестниц следует изготовлять из тяжелого бетона или конструкционного легкого бетона плотной структуры классов или марок по прочности на сжатие, указанных в типовой проектной документации на эти элементы лестниц.

Коэффициент вариации прочности бетона на сжатие в партии для элементов лестниц высшей категории качества не должно быть более 9 %.

Нормируемая отпускная прочность бетона элементов лестниц должна составлять (в процентах от класса или марки бетона по прочности на сжатие):

70 – при поставке элементов лестниц в теплый период года;

80 – при поставке накладных проступей в холодный период года;

85 – при поставке маршей и площадок в холодный период года.

Конструкционный легкий бетон плотной структуры должен удовлетворять требованиям ГОСТ 25820-83:

 по отклонению фактической средней плотности бетона от марки по средней плотности;

 по показателям пористости уплотненной бетонной смеси;

 к качеству материалов, применяемых для приготовления бетона.

В бетоне элементов лестниц, поставляемых потребителю, трещины не допускаются, за исключением усадочных и других поверхностных технологических трещин на нижней и торцевых поверхностях элементов, ширина которых не должна превышать 0,1 мм.

Марши высшей категории качества, предназначенные для устройства лестниц без накладных проступей, должны иметь верхнюю бетонную поверхность полной заводской готовности класса А0 или А2.

Изделия и материалы, применяемые для отделки элементов лестниц, должны удовлетворять требованиям государственных стандартов или технических усовий на эти изделия и материалы.

Маркировка элементов лестниц – по ГОСТ 13015.2-81. Маркировочные надписи и знаки следует наносить на боковых гранях маршей и площадок, обращенных к стене лестничной клетки, и на нелицевых поверхностях накладных проступей.

Требования к документу о качестве элементов лестниц, поставляемых потребителю, - по ГОСТ 13015.3-81.

Транспортировать и хранить элементы лестниц следует в соответствии с требованиями ГОСТ 13015.4-84.

Вывод: для изготовления лестничных маршей принимаем портландцемент Rц=400, в качестве мелкого заполнителя принимаем песок, в качестве крупного – щебень Dmax= 40 мм. Бетон класса В25, коэффициент вариации Vn= 9%.

3 ВЫБОР МАТЕРИАЛА

3.1 Подбор мелкого заполнителя.

По заданию дан речной песок, который является наиболее подходящим для элементов лестниц, так как содержит меньше глинистых и органических примесей.

3.1.1 Корректировка зернового состава расчетным способом

Таблица3 - Зерновые составы песка, остаток на ситах.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| А % | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,16 | <0,16 |
| Песок №1 | 5 | 10 | 15 | 30 | 95 | 5 |
| Песок №2 | 20 | 50 | 75 | 90 | 99 | 1 |
| ГОСТ | 0-20 | 5-45 | 20-70 | 35-90 | 90-100 | - |

# Корректировка зернового состава песка

Рисунок 5 – График рассева песка

Определим доли песка:

Из графика рассева определяем Атр= 50, Аi1= 15, Ai2= 75.



*х=(75-50)/(75-15)=*0,4

 Доля песка №1=0,4

 Доля песка №2= 1- 0,4=0,6

 Определим зерновой состав смеси песков. Для этого полные остатки на каждом сите умножаем на долю этого песка.

Таблица 4 – Зерновой состав смеси песков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Диаметр сит | Остатки | Смесь | Требования ГОСТа |
| П1·0,4 | П2 ∙ 0,6 |
| 2,5 | 2 | 12 | 14 | 0 – 20 |
| 1,25 | 4 | 30 | 34 | 5 – 45 |
| 0,63 | 6 | 45 | 51 | 20 – 70 |
| 0,315 | 12 | 54 | 66 | 35 – 90 |
| 0,16 | 38 | 59,4 | 97,4 | 90 – 100 |

3.1.2 Корректировка зернового состава песка графическим методом.

Рисунок 6 - Корректировка зернового состава песка

Графическая корректировка показана на рисунке 6 по значениям из таблицы 3. По виду графика можно сделать вывод, что песок №1 и №2 можно брать только в составе смеси. В отдельности друг от друга пески не соответствуют требованию ГОСТ.

3.1.3 Расчет модуля эффективности песка

Песок №1 прошел через сито ≤0,16 с полным остатком 5%. Определим частные остатки.

Таблица 5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| СИТО | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,16 | ≤0,16 |
| А (ПОЛНЫЙ ОСТАТОК) | 5 | 10 | 15 | 30 | 95 | 5 |
| а (ЧАСТНЫЙ ОСТАТОК) | 5 | 5 | 5 | 15 | 65 | - |

Истинная плотность ρп=2,64 кг/м2

Уплотненно насыпная плотность ρн упл=1,7 кг/м2

Объемно насыпная плотность ρон=1,51 кг/м2

Определим модуль крупности:

Мк1 =(А2,5 +А1,25 +А0,63 + А0,315 +А0,16) ∕ 100

Мк1 =(5+10+15+30+95) / 100 =1,55

Удельная поверхность:

Sn1 = 6,35· k·(0,5·а5 +а2,5 +2·а1,25 +4·а0,63 +8·а0,315 +16·а0,16 + 32·а0,16) / 1000

Sn1 = 6,35·1,65·( 0,5·0 +10 +2·5 +4·5 +8·15 +16·65 +32·65) /1000 = 34,36 м³/кг

Модуль эффективности:

Мэф.п.1 = (ρп – ρн упл) / (ρп · ρн упл) + 0,013·Sn

Mэф.п.1 = (2,64 – 1,7) / (2,64·1,7) + 0,013·34,36 =0,656 л. цем. теста

Песок №2 прошел через сито ≤0,16 с полным остатком 1%. Определим частный остаток.

Таблица 6

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| СИТО | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,16 | ≤0,16 |
| А (ПОЛНЫЙ ОСТАТОК) | 20 | 50 | 75 | 90 | 99 | 1 |
| а (ЧАСТНЫЙ ОСТАТОК) | 20 | 30 | 25 | 15 | 9 | - |

Истинная плотность ρп =2,63 кг/м2

Уплотненно насыпная плотность ρн упл =1,75 кг/м2

Объемно насыпная плотность ρон =1,54 кг/м2

Определим модуль крупности:

Мк2 = (20 + 50 +75 +90 +99) / 100 = 3,34

Удельная поверхность:

Sn2 = 6,35·1,65·( 20 + 2·30 + 4·25 + 8·15 + 16·9 + 32·9) / 1000 = 7,66

Модуль эффективности:

Мэф.п.2 = (2.63 – 1,75) / (2,63·1,75) + 0.013·7,66= 0,29

Вывод: при использовании второго песка расход цементного теста меньше, то есть его использование более экономично. Мэф.п.1 >Мэф.п.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| песок | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,16 | <0.16 | ρп | ρон | ρн упл | W% |
| №2 | 20 | 50 | 75 | 90 | 99 | 1 | 2,63 | 1,54 | 1,75 | 7 |

3.2 Характеристика крупного заполнителя.

В качестве крупного заполнителя для тяжелых бетонов применяют щебень ГОСТ 8267-93.

Щебень должен применяться в виде фракций: от 3(5) до 10 мм, от 10 до 20 мм, от 20 до 40 мм и от 40 до 70 мм. Заполнители следует складировать и дозировать отдельно от каждой фракции. Допускается дозировать смесь двух смежных фракций.

Содержание пластинчатых (лещадных) и игловатых зерен в щебне не должно превышать 35%. Содержание в щебне зерен слабых и выветрелых пород не должно превышать 10%. Разрешается применять щебень из карбонатных пород марки 400, если содержание в нем зерен слабых пород менее 5% (к слабым породам относятся породы с прочностью при сжатии в водонасыщенном состоянии менее 20МПа).

Наличие глины в виде отдельных комьев в количестве более 0,25% или пленки, обволакивающей зерна заполнителей, не допускаются. Количество примесей, определяемых отмучиванием, должно быть ограниченно.

Щебень из естественного камня и гравий испытывают по ГОСТ 8269-87.

На заводе – изготовителе сборных железобетонных конструкций периодически определяют: дробимость щебня при сжатии в цилиндре, морозостойкость щебня замораживанием или ускоренным методом в растворе сернокислого натрия, содержание зерен слабых пород, насыпную и среднюю плотность исходной горной породы и зерен, водопоглощение исходной породы. Регулярно проверяют влажность щебня высушиванием пробы при температуре 105-110°С.

Прочность заполнителя зависит от прочности горной породы, путем дробления которой он получен. Заполнители из прочных магматических горных пород (гранита, базальта, диабаза) обладают прочностью 80МПа и выше. Заполнители из осадочных горных пород (известняк, песчаник) имеют прочность 30МПа и выше.

Марка щебня устанавливается в зависимости от показателя дробимости щебня в цилиндре и вида исходной горной породы.

Морозостойкость щебня, применяемого при изготовлении железобетонных изделий, находящихся в конструкциях, не защищенных от внешних атмосферных воздействий, должна обеспечивать получение бетона требуемой проектом марки по морозостойкости.

Вывод: к дальнейшим расчетам принимаю гранитный щебень с предельной крупностью 40мм, истинной плотностью 2,65 кг/л и плотностью 1,36 кг/л.

4 ПОДБОР СОСТАВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Подбор состава тяжелого бетона произвожу согласно ГОСТ 27006-86.

4.1 Проектные данные:

Необходимо получить бетон класса В25, коэффициент вариации Vn= 9%, с отпускной прочностью Rотп=85 МПа. Принимаю портландцемент Rц=400, ρист ц=3,1г/см3 ,ρонц = 1,3, Нг=26%, подвижность смеси по осадке конуса 4-5 см.

2) Мелкий заполнитель песок

ρист=2,63г/см3

ρо-н=1,54г/см3

Мк=2,1

Wп=8%

Вп=8,5%

3)Крупный заполнитель- щебень

Dmax=40мм

ρщ=2,65г/см3

ρо-н= 1,36 г/см3\*

Wщ=1,5%

4)Вода t=15ºС

4.2 Требуемая прочности по ГОСТ 18105-86

Rт=kт·Внорм

Rт – требуемая прочность бетона, МПа

В - нормируемое значение прочности, МПа

kт – коэффициент требуемой прочности для всех видов бетона принимаем по табл.2 ГОСТа 18105-86 в зависимости от коэффициента вариации υ=9%=> кт=1,11

Rт=1,11·25=27,75 МПа

Средний уровень прочности

Rу= Rт·kмп

 kмп-коэффициент, принимаемый по табл.4 в зависимости от среднего значения коэффициента вариации

 кмп=1,07

Rу=27,75·1,07=29,69 МПа

Т.к Rотп=85, то расчетный уровень прочности:

Rу расч= Rу·kпп

kпп= 85/70=1,21

Rу расч= 29,69·1,21= 35,9 МПа

4.2 Вычисляем В/Ц отношение

В/Ц = 

В/Ц =

Параллельно принимаем еще два В/Ц отношения на 15% меньше и на 15% больше принятого и будем параллельно вести три расчета.

4.3 Определяем расход воды по графикам и таблицам

В=Втабл±Вмк±Внг±Вt

В=185 л

4.4 Расход цемента

Ц=В/(В/Ц)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| В/Ц=0,5 В=185л Ц=185/0,5=370кг/м3α=1,5 | В/Ц=0,575 В=185лЦ=185/0,575=321,73кг/м3α = 1,45 | В/Ц=0,425В=185л Ц=185/0,425=435,29кг/м3α = 1,55 |

4.5 Расход щебня

Щ = ;

 

Щ = 

Щ1 = 

Щ2 = 

4.6 Расход песка

П1=40%; П2=60%; W1=12%; W2=7%

ρонп с=0,40·1,51+0,60·1,54=1,528

ρп с=0,40·2,64+0,60·2,63=2,634

Wп= 0,40·12+0,60·7=9%

П = 

П = 

П1 = 

П2 = 

Таблица 7

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование материала | В/Ц | Расход материалов, кг |
|  на 1 м3 | на 1 л | на 8 л |
| В | 0,4 | 185 | 0,185 | 1,48 |
| Ц | 370 | 0,370 | 2,96 |
| П | 595,8 | 0,5958 | 4,76 |
| Щ | 1094 | 1,094 | 8,75 |
| ***Итого*** |  | ***2244,8*** | ***2,2448*** | ***17,95*** |
| В | 0,46 | 185 | 0,185 | 1,48 |
| Ц1 | 321,73 | 0,32173 | 2,57 |
| П1 | 629,6 | 0,6296 | 5,09 |
| Щ1 | 1115 | 1,115 | 8,92 |
| ***Итого*** |  | ***2248,3*** | ***2,24*** | ***18*** |
| В | 0,34 | 185 | 0,185 | 1,48 |
| Ц2 | 435,29 | 0,43529 | 3,48 |
| П2 | 525,7 | 0,5257 | 4,21 |
| Щ3 | 1073 | 1,073 | 8,58 |
| ***Итого*** |  | ***2219*** | ***2,21*** | ***17,75*** |

Вывод : испытав образцы на удобоукладываемость установили, что при В/Ц = 0,5 смесь имеет подвижность больше требуемой. Требуется корректировка номинального состава на 1 м3 . для этого в смесь добавляем по 10% каждого заполнителя.

 В = 185

 Ц = 370

 П = 595,8

 Щ =1094









Откорректированный состав:











Σ= 2481,1 кг

Затем из откорректированной смеси формуются образцы для проверки заданной прочности. Размеры образцов выбираются в зависимости от наибольшей крупности щебня или гравия. В общем случае длина ребра образца куба должна быть близкой к четырем размерам наибольшего диаметра крупного заполнителя. Минимальный размер образцов по требованию ГоСТа установлен для крупного заполнителя с d < 20мм – 10 х 10 х 10 см; а если d  20 – 15 х 15 х 15 см.

Отформованные образцы хранятся в «нормальных» условиях 28 суток, а после испытывают на сжатие. Этот состав называется номинальным, так как он подобран но сухих заполнителях.

4.7 Расчет полевого состава с учетом влажности

Wп = 9%; Wщ = 4%

В: 173,9-0,09·560-0,04·1131,2=78,25кг

Ц: 560кг

П: 616+0,09·616=671,44 кг

Щ: 1131,2+0,04·1131,2=1176,4 кг

5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Рассчитаем коэффициент выхода бетона





6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ НА ОДИН ЗАМЕС И ВЫБОР БЕТОНОСМЕСИТЕЛЯ

Расход материалов на замес бетоносмесителя обычно рассчитываем, учитывая определенный ранее расход всех компонентов бетонной смеси, вместимость смесительного барабана и коэффициент выхода бетона. При этом объем готового замеса равен:

Vзамеса = Vбс ∙ 

Vбс – вместимость бетоносмесителя, м3

- коэффициент выхода бетона.

 Выбираем бетоносмеситель с полезным объемом барабана 2 м3 (2000л)

Vзамеса = 0,6 ∙ 2000 = 1200 м3

Тогда на 1 замес получим:

Взам = 173,9·1200/1000 = 208,68 кг

Цзам = 560·1200/1000 = 672 кг

Пзам = 616·1200/1000 = 739,2 кг

Щзам = 1131,2·1200/1000 = 1357,4 кг

Выбираем изделие ЛМ27.11.14-4

*l* = 2720мм;

*b* = 1200мм;

*h* = 1400мм

Определим расход материалов на одно изделие.

Vизд= *l· b· h* = 2,72· 1,2· 1,4=4,57м3

В=173,9 · 4,57=794,7 кг

Ц=560 · 4,57=2559,2 кг

П=616 · 4,57=2815,1 кг

Щ=1131,2 · 4,57=5169,5 кг

# 7 ЭКОНОМИЯ ЦЕМЕНТА

Экономия цемента важнейшая задача проектирования состава бетона. Применяя различные способы экономии цемента, можно сократить его расход в бетоне на 10 – 25% по сравнению со средними значениями по рядовой технологии.

Наиболее распространенные способы экономии цемента:

1. применение жестких бетонных смесей при производстве сборного железобетона;
2. введение в бетон пластифицирующих и воздухововлекающих, добавок что уменьшает водопотребность бетона и позволяет снизить расход цемента на 8 – 12%, при этом могут быть получены морозостойкие и долговечные бетоны;
3. применение чистых мелких заполнителей хорошего зернового состава и максимальной крупности, допускаемой из условий бетонирования конструкций;
4. применение смешанных цементов с микронаполнителями с добавкой золы, молотого шлака и другого вторичного сырья;
5. рациональный выбор режимов твердения бетона с учетом свойств используемого цемента и условий производства, в частности окончания тепловой обработки при достижении бетоном марочной прочности и использовании последуещего роста прочности, который в этом случае происходит более интенсивно, чем после длительного прогрева
6. правильное назначение требований к прочности и другим свойствам бетона с учетом реальных условий строительства

# 8 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОНА

Постоянно действующий производственный контроль является гарантией получения изделий и конструкций высокого качества. Производственный контроль должен охватывать все стадии технологического процесса. Он включает в себя входной, операционный и приемочный контроль. В ГОСТ 13015.1-80 установлены правила приемки сборных конструкций по показателям их качества по данным входного, операционного и приемочного контроля. К входному контролю относится контроль качества материалов для приготовления бетона, арматурных изделий; к операционному – контроль состава и свойств бетонной смеси, контроль за технологическим процессом изготовления железобетонных изделий, контроль соответствия требованиям технологической документации; к приемочному – контроль всех нормируемых качественных показателей затвердевшего бетона.

Для осуществления контроля используют стандартные методы испытаний. Для операционного контроля разрабатывают полуавтоматические и автоматические средства. Анализ точности технологических операций позволяет выявить дефекты в процессе производства и своевременно предупредить появление брака. Существуют два вида приемочного контроля: первый – периодические испытания таких свойств бетона как морозостойкость, водонепроницаемость, теплопроводность, влажность, истираемость. Испытания проводят не реже одного раза в шесть месяцев. Второй – приемосдаточные испытания и контроль передаточной, отпускной и марочной прочности, отпускной влажности и плотности легкого и ячеистого бетона – проводятся для каждой партии бетона

Основной широко распространенный метод контроля прочности бетона – это испытание до разрушения контрольных образцов. В настоящее время большое распространение получил контроль прочности бетона в изделиях неразрушающими методами. Испытания прочности бетона в изделиях без их разрушения выполняют приборами механического действия или используют физические методы испытаний.

#### 9 ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Бетоны изготовляют механизированным способом. Механизмы подбирают с учетом объема работ и возможностей данной организации (наличия механизмов). Приготовление бетонов является сложным и ответственным процессом так как при этом используют различные механизмы с электрическим приводом (конвейеры, дозаторы, грохоты, бетономешалки), а от результатов работы зависит качество возводимых конструкций и их прочность. Поэтому к приготовлению бетонов допускают только рабочих, прошедших специальное обучение и сдавших экзамены. Вновь поступивших рабочих ( до прохождения обучения и сдачи экзаменов) к самостоятельной работе не допускают, а ставят в подручные к рабочим, имеющим большой опыт. Основными факторами, от которых зависит безопасность труда рабочих, приготовляющих бетоны, являются:

1. борьба с запыленностью помещений и наличием в воздухе вредных паров и газов (особенно при приготовлении растворов для работы в зимних условиях);
2. борьба с шумом и вибрацией на рабочих местах;
3. исправность механизмов, оборудования и электрохозяйства;
4. обученность обслуживающего персонала

Если приготовление бетонов производят в закрытых помещениях, то эти помещения должны быть оборудованы эффективной вентиляцией, а все оборудование максимально герметизировано.

Все движущиеся и вращающиеся части элеваторов, подьемников, грохотов, конвейеров, мешалок и других механизмов, применяемых при транспортировании составляющих и приготовлении бетонов должны быть ограждены.

Во избежание загрязнения воздуха в помещении при транспортировании пылевидных материалов элеваторами, шахта элеватора должна постоянно находиться под разряжением, которое создается с помощью вытяжного вентилятора.

Для предотвращения несчастных случаев при ремонте, чистке и осмотре элеватора устанавливают специальные приспособления или устройства, препятствующие обратному ходу ковшей.

При приготовлении бетонов несчастные случаи происходят при обслуживании бетономешалок.

При проектировании и эксплуатации предприятий сборного железобетона в целях обеспечения безопасных и нормальных санитарно-гигиенических условий труда следует руководствоваться действующими правилами.

Для предотвращения загрязнения воздуха рабочих помещений вредными выделениями и их распространения следует выполнять следующие мероприятия:

- устройства, камеры, трубопроводы и другие источники значительного выделения конвекционного или лучистого тепла должны быть теплоизолированы;

- выделяющиеся из устройств технологические выбросы в виде пыли, паров и вредных газов перед выпуском в атмосферу должны быть подвергнуты эффективной очистке.

Вода, используемая для промывки технологического оборудования и содержащая различные примеси (частицы цемента, смазки, масла и др.), должна подвергаться очистке на локальных очистных сооружениях до концентраций, при которых она снова может поступать на технологические нужды для вторичного использования.

В производственных и вспомогательных зданиях независимо от степени загрязнения воздуха необходимо предусматривать естественную или принудительную вентиляцию.

В формовочных цехах и других помещениях, где используются вибрационные и ударные механизмы, особое внимание необходимо уделить устранению воздействия вибрации на работающих и снижению уровня шума.

Во всех случаях, когда уровни шума и вибрации на рабочих местах превышают допустимые пределы, необходимо принимать меры к их уменьшению до нормальных путем устройства звуковой вибрационной изоляции помещений, рабочих мест и машин, использования средств индивидуальной защиты работающих. Такими методами могут быть:

- установка виброплощадок и ударных столов на массивные фундаменты, изолированные от пола по периметру упругими прокладками.

- установка машин с вибрационными механизмами на пружинные или резиновые виброизоляторы;

- изоляция пультов управления и смотровых кабин от воздействия вибрационных механизмов;

- своевременные профилактические осмотр, ремонт и наладка вибрационного оборудования.

На складах цемента и заполнителей для пылеосаждения используют центробежные пылеосадители типа НИИОГАЗ производительностью от 25 до 110 м3/мин, которые улавливают от 70 до 90% пыли. Окончательно воздух от пыли очищают с помощью матерчатых фильтров ФР-60, ФР-90 производительностью от 30 до 125 м3/ мин, обеспечивающих очистку воздуха до 97-99% при начальном содержании пыли до 450 мг/м3.

Для индивидуальной защиты работающих от высокой концентрации пыли рекомендуются респираторы Ф-45, Ф-46, ПРБ-1 или У-2К, герметичные защитные очки и спецодежда из пыленепроницаемой ткани.

Для обеспечения безопасных условий труда и предупреждения травматизма на основных технологических пределах необходимо соблюдать следующие требования:

- при приготовлении бетонной смеси проводить периодический профилактический осмотр и ремонт системы вентиляции, следить за герметизацией кабин пультов управления, смесителями и дозаторами, исправленным состоянием системы сигнализации указателей уровня, сводообрушителей и других устройств автоматизации, ремонтировать смесители после изъятия предохранителей из электропроводки и установки сигнала, запрещающего включение машин;

- при формовании включать звуковую сигнализацию при пуске самоходных бетоноукладчиков или машин для распалубки кассет, осуществлять дистанционное управление формовочными машинами, включая кассеты на вибрационных площадках;

- при тепловой обработке следить за отсутствием утечки пара через неплотности в стенках камеры, гидравлических затворов камер и трубопроводов, загружать изделия из ямных камер автоматическими траверсами, ограждать ходовые мостики между камерами твердения.

Для обеспечения выполнения противопожарных требований необходимо:

- соблюдать при размещении временных зданий и сооружений противопожарные разрывы между ними во избежание переноса огня;

- обеспечивать возможность подъезда пожарной машины к любому объекту завода;

- использовать сети водоснабжения для огнетушения, для чего во всех сетях должны быть предусмотрены пункты пожарного водозабора;

- обеспечить все объекты первичными средствами огнетушения.

Во всех производственных, бытовых и административных помещениях на случай возникновения пожара должна быть обеспечена возможность безопасной эвакуации людей через эвакуационные выходы.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 27006 – 86 Бетоны. Правила подбора состава. Издательство стандартов, 1988г.
2. ГОСТ 8736 – 77 Песок для строительных работ. Издательство стандартов, 1983г.
3. ГОСТ 8267 – 97 Щебень и гравий из плотных горных пород. Издательство стандартов, 1993г.
4. ГОСТ 9818 – 85 Марши и площадки лестниц железобетонные. Издательство стандартов, 1985г.
5. Попов А.Н., Ипполитов Е.Н., Афанасьева В.Ф. Основы технологического проектирования заводов железобетонных изделий. Москва. Высшая школа, 1988г.
6. Под ред. К. В. Михайлова. Производство сборных железобетонных изделий. Справочник. Москва. Стройиздат, 1989г
7. Ю.Ж.. Баженов – Способы определения состава бетона различных видов, Москва, Стройиздат, 1975;
8. Б.В. Стефанов - Технология бетонных и железобетонных изделий , Киев, вища школа , 1972;