Содержание

Введение

Материалы для производства жаростойких бетонов

Требования к материалам для изготовления жаростойких бетонов

Расчет состава жаростойкого бетона

Список использованной литературы

Введение

Жаростойкий бетон — это специальный бетон, способный не изменять требуемые физико-механические свойства при длительном воздействии высокой температуры (свыше 200°С). В зависимости от вяжущего вещества различают жаростойкие бетоны на портландцементе и шлакопортландцементе, на высокоглиноземистом и глиноземистом цементе и на жидком стекле.

Жаростойкий бетон предназначается для промышленных агрегатов (облицовки котлов, футеровки печей и т.п.) и строительных конструкций, подверженных нагреванию (например, для дымовых труб). При действии высокой температуры на цементный камень происходит обезвоживание кристаллогидратов и разложение гидроксида кальция с образованием СаО. Оксид кальция при воздействии влаги гидратируется с увеличением объема и вызывает растрескивание бетона. Поэтому в жаростойкий бетон на портландцементе вводят тонко измельченные материалы, содержащие активный кремнезем.

Виды жаростойких бетонов

По предельно допустимой температуре применения жаростойкие бетоны подразделяются на 14 классов:

|  |  |
| --- | --- |
| Класс | Предельно допустимая температура применения, °С: |
| 3 | 300 |
| 6 | 600 |
| 7 | 700 |
| 8 | 800 |
| 9 | 900 |
| 10 | 1000 |
| 11 | 1100 |
| 12 | 1200 |
| 13 | 1300 |
| 14 | 1400 |
| 15 | 1500 |
| 16 | 1600 |
| 17 | 1700 |
| 18 | свыше 1800 |

По прочности на сжатие жаростойких бетонов в соответствии с СТ СЭВ 1406-78 установлены следующие классы: В1; В1,5; В2; В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40.

Различают жаростойкие бетоны следующих марок:

по средней плотности: D300; D400; D500; D600; D700; D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D1400; D1500; D1600; D1700; D1800;

по термической стойкости в водных теплосменах (бетоны плотной структуры со средней плотностью 1200-2900 кг/м3): Твд5, Твд10, Твд15, Твд25, Твд35, Твд40

по термической стойкости в воздушных теплосменах: Твз5, Твз10, Твз15, Твз20, Твз25 (бетоны плотной структуры 500-1100 кг/м3) Твз5, Твз10 (бетоны ячеистой структуры 600-1000 кг/м3)

по морозостойкости (бетоны плотной структуры со средней плотностью 1200-2900 кг/м3): F15, F25, F35, F50, F75

по водонепроницаемости (бетоны со средней плотностью 1200-2900 кг/м3): В2, В4, В6, В8

Для жаростойких бетонов марок средней плотности D300-D1100 термическая стойкость в водных теплосменах, морозостойкость и водонепроницаемость не нормируется. Для жаростойких бетонов марок по средней плотности D300 и D400 не нормируется термическая стойкость в воздушных теплосменах.

В зависимости от способа укладки и уплотнения бетонной смеси, различают жаростойкие бетоны: вибрированные, трамбованные, прессованные, торкретированные (нанесение пневмо- или механическим способом).

Материалы для производства жаростойких бетонов

Жаростойкий бетон изготовляют на портландцементе с активной минеральной добавкой (пемзы, золы, доменного гранулированного шлака, шамота).

Шлакопортландцемент уже содержит добавку доменного гранулированного шлака и может успешно применяться при температурах до 700°С. Портландцемент и шлакопортландцемент нельзя применять для жаростойкого бетона, подвергающегося кислой коррозии (например, действию сернистого ангидрида в дымовых трубах). В этом случае следует применить бетон на жидком стекле. Он хорошо противостоит кислотной коррозии и сохраняет свою прочность при нагреве до 1000°С.

Еще большей огнеупорностью (не ниже 1580°С) обладает высокоглиноземистый цемент с содержанием глинозема 65-80%; в сочетании с высокоогнеупорным заполнителем его применяют при температурах до 1700°С.

Столь же высокой огнеупорности позволяют достигнуть фосфатные и алюмофосфатные связующие: фосфорная кислота алюмофосфаты и магнийфосфаты.

Жаростойкие бетоны на фосфатных связующих можно применять при температурах до 1700°С, они имеют небольшую огневую усадку, термически стойки, хорошо сопротивляются истиранию.

Заполнитель для жаростойкого бетона должен быть не только стойким при высоких температурах, но и обладать равномерным температурным расширением.

Бескварцевые изверженные горные породы как плотные (сиенит, диорит, диабаз, габбро), так и пористые (пемза, вулканические туфы, пеплы) можно использовать для жаростойкого бетона, применяемого при температурах до 700°С.

Для бетона, работающего при температурах 700-900°С, целесообразно применять бой обычного глиняного кирпича и доменные отвальные шлаки с модулем основности не более 1, не подверженные распаду.

При более высоких температурах заполнителем служат огнеупорные материалы: кусковой шамот, хромитовая руда, бой шамотных, хроммагнезитовых и других огнеупорных изделий.

Требования к материалам для изготовления жаростойких бетонов

1. Вяжущее

В табл. 1 приведены виды вяжущих для жаростойкого бетона, нормативные документы, требованиям которых они должны отвечать, а также дополнительные требования, учитывающие специфику их применения в жаростойком бетоне.

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | Вяжущее | Нормативный документ | Дополнительные требования |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Портландцемент, портландцемент с минеральными добавками, быстротвердеющий портландцемент | ГОСТ 10178 | Марка цемента не ниже 400. Для бетонов с предельно допустимой температурой применения выше 300 °С употребляют только с тонкомолотой добавкой |
| 2 | Шлакопортландцемент | ГОСТ 10178 | Марка не ниже 400. Необходимость введения тонко молотой добавки определяется величиной остаточной прочности бетона, которая должна быть не ниже требований табл. 9 |
| 3 | Глиноземистый цемент | ГОСТ 969-77 | Марка цемента не ниже 400 |
| 4 | Высокоглиноземистый цемент | ТУ 21-20-60-84 и ТУ 6-03-339-78  | Марка не ниже 400. Для бетонов, предназначенных для работы в условиях агрессивной водородной среды, содержание оксида железа не должно превышать 0,05 % и оксида кремнезема 0,1 % |
| 5 | Жидкое стекло силикат натрия растворимый | http://www.complexdoc.ru/ntd/483158ГОСТ 13078 | Модуль жидкого стекла 2,4-3. Модуль определяется по ГОСТ 13078-81\*или по прил. 1. Плотность жидкого стекла 1,34-1,38г/см3 |
| 6 | Ортофосфорная кислота | ГОСТ 10678 | Концентрация ортофосфорной кислоты 50 или 70 % в зависимости от состава бетона. Методика разведения кислоты дана в прил.2 |

2. Отвердители

Для обеспечения процессов твердения жаростойких бетонов на жидком стекле необходимо введение отвердителей, требования к которым приведены в табл. 2. Нефелиновый шлам является вторичным продуктом производства алюминия из нефелиновой породы и для употребления должен быть размолот до удельной поверхности, значения которой приведены в табл. 2. Шлаки, саморассыпающиеся в результате силикатного распада, так же являются вторичными продуктами ферросплавных и металлургических заводов и могут использоваться без дополнительного помола.

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №пп | Отвердители | Нормативный документ | Дополнительные требования |
| 1 | Кремнефтористый натрий технический | ТУ 6-08-01-1-81 | Содержание Na2SiF6 не менее 93 % |
| 2 | Нефелиновый шлам  | - | Химический состав: СаО -50...... 55 %; SiO2 - 25 ... 30 %; FeO не более 4 %; Al2O3 - не более 5 %, п.п.п. - не более 4,5 %. Удельная поверхность не менее 2500 см2/г |
| 3 | Шлаки саморассыпающиеся в результате силикатного распада | ТУ 14-11-181-79 | Химический состав: SiO2 -25...... 30 %, СаО - 40...... 50 %, Fe2O3 + FeO не более 1 %, А12О3 - 4..8 % и других примесей не более 20 %. Удельная поверхность не менее 3000 см2/г |

3. Тонкомолотые добавки

Тонкомолотые добавки вводят в жаростойкий бетон на портландцементе для связывания свободного гидроксида кальция и обеспечения стойкости бетона в условиях воздействия высоких температур; в жаростойкий бетон на жидком стекле - для повышения температуры применения, улучшения удобоукладываемости бетонной смеси и обеспечения плотной структуры бетона; в жаростойкий бетон на ортофосфорной кислоте - для обеспечения твердения, улучшения удобоукладываемости бетонной смеси и обеспечения плотной структуры бетона. Тонкомолотые добавки могут быть промышленного изготовления или приготовлены размолом соответствующих материалов до удельной поверхности не менее 2500 см2/г, в которых содержание свободных оксида кальция СаО и оксида магния MgО в сумме не должно превышать 3 %, а карбонатов - не более 2 %.

Виды тонкомолотых добавок и основные требования к ним приведены в табл. 3.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | Тонкомолотая добавка | Нормативные документы, которым должны отвечать добавки | Содержание основных компонентов, %0 | Рекомендуется применять для бетонов |
| с предельно допустимой температурой, °С, не более | с вяжущим |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Шамотная | ГОСТ 23037-78\* | Аl2О3 - 28 - 45,Fе2O3 - не более 5,5 | 1200 | Портландцемент |
| 1200 | Быстротвердеющий портландцемент |
| 1200 | Жидкое стекло |
| 1300 | Ортофосфорная кислота концентрации 50 % |
| 1400 | То же, 70 % |
| 2 | Муллитокорундовая | То же | Аl2О3-72-90, Fе2O3 -- не более 1,5 | 1800 | Ортофосфорная кислота 70 %-й концентрации |
| 3 | Корундовая | То же | Аl2О3 - св. 90, Fe2O3 - не более 1 | 1800 | То же |
| 4 | Магнезитовая (периклазовая) | То же | MgO - не менее 80 | 1600 | Жидкое стекло |
| 5 | Глиноземистый цемент (при снижении активности молоть до удельной поверхности 2500 см2/г) | ГОСТ 969-77 | - | 1000 | Портландцемент |
| 6 | Силикат-глыба с удельной поверхностью 2500 см2/г | ГОСТ 13079-81\* | - | 1000 | То же |
| 7 | Бетонная из лома жаростойкого бетона на жидком стекле с шамотным заполнителем | ТУ 21 ЛитССР15-76 | Na2O - не более 4 | 1100 | “ |
| 8 | Бетонная из лома жаростойкого бетона на портландцементе с шамотным заполнителем | ТУ 21 ЛитССР 49-80 | СаО - не более 41, Аl2О3 - не менее 14 | 1100 | “ |
| 9 | Бетонная из лома жаростойкого бетона на глиноземистом цементе с шамотным заполнителем | ТУ 21 ЛитССР 49-80 | СаО -не более 25,Al2O3 - не менее 33 | 1100 | “ |
| 10 | Кордиеритовая | ГОСТ 20419-83\* | Содержание минерала кордиерит не менее 80, MgO-12-14, Fe2O3 - не более 2,5 | 1100 | “ |
| 11 | Хромитовая | - | MgO - менее 40,Сr2О3 - не менее 25  | 600 | “ |
| 12 | Керамзитовая | ГОСТ 9759-83 | SiO2, - 55 - 80, Аl2О3 - 7 - 21 | 1000 | “ |
| 13 | Из катализатора ИМ 2201 отработанного | ТУ 383021-78 | Аl2О3 - 60 - 80, Сг2О3 - 10- 13, SiO2 - 8 - 10 | 12001100 | Жидкое стекло |
| 14 | Из золы-унос | ГОСТ 25592-83 | Аl2О3 - не менее 20,сульфатов в пересчете на SO3 - не более 4, потери при прокаливании не более 8 | 1100 | Портландцемент |
| 15 | Из шлаков ферромарганца и силикомарганца | - | SiO2-29 -35, Аl2О3 - 8 -9, CaO -42 -45, Fe2O3-0,9-l, MgO-7-8, SO3-2,5 -2,7, MnO-4,5 -8 | 800 | Жидкое стекло |
| 16 | Из боя глиняного кирпича | - | SiO2 - 55 - 80, Аl2О3 - 7-21 | 1000 | Портландцемент |
| 17 | Из доменного, отвального, гранулированного и литого шлака | ГОСТ 5578-76 | СаО и MgO - в сумме не более 48, в том числе MgO - не более 10, сульфатов в пересчете на SO3 - не более 5 | 800 | То же |
| 18 | Из обожженных отходов обогащения асбеста | ТУ 21-РСФСР-1-297-84 | SiO2-40-45, MgO-23 - 37, СаО - 1 - 9 | 1200 | Жидкое стекло |
| 19 | Из шлака гранулированного силикомарганца | - | SiO2 - 44 - 50 | 1100 | То же |

4. Заполнители

Заполнители, применяемые в жаростойких бетонах, могут быть промышленного изготовления или приготовлены на месте производства работ дроблением соответствующих материалов.

Виды заполнителей для жаростойких бетонов, нормативные документы и рекомендуемая область применения заполнителей приведены в табл. 4.

Кусковой шамот и шамот из вторичных огнеупоров должны иметь водопоглощение не более 12 % массы материала. Для боя шамотных изделий и других заполнителей водопоглощение не нормируется.

Таблица 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | Заполнитель | Нормативные документы и требования дополнительные | Содержание основных компонентов, % | Рекомендуется применять для бетона |
| с предельно допустимой температурой применения, 0С, не более | с вяжущим |
| 1 | Из доменных отвальных шлаков | ГОСТ 5578 | СаО и MgO -в сумме не более 48, в том числе MgO - не более 10, сульфатов в пере-счете на SO3 -не более 5, свободных СаО и MgO -в сумме не более 2 | 700 | Портландцемент, шлакопортландцемент |
| 2 | Аглопоритовые | ГОСТ 11991 | Свободных СаО и MgO -в сумме не более 2, карбонатов - не более 2 | 900 | То же |
| 3 | Из боя глиняного кирпича | - | То же | 800 | “ |
| 4 | Шлаковая пемза (средняя плотность не более 750кг/м3) | ГОСТ 9760 | Свободных СаО и MgO - в сумме не более 1, Fe2O3 - не более 5,5; сульфатов в пересчете на SO3 - не более 0,3 | 800 | “ |
| 5 | Из топливных шлаков и золошлаковая смесь | ГОСТ 25592 | SiO2 и Аl2О3 -в сумме не менее 75, СаО - не более 4, Потери при прокаливании не более 8, сульфатов в пересчете на SO3 -не более 3 | 800 | Портландцемент, шлакопортландцемент |
| 6 | Из литого шлака (устойчивый против любого вида распада) | ГОСТ 5578 | СаО и MgO - в сумме не более 48, в том числе MgO -не более 10, сульфатов в пересчете на SO3 - не более 5, свободных СаО и MgO - в сумме не более 2 | 800 | То же |
| 7 | Гранулированный шлак | ГОСТ 5578 | То же | 600 | “ |
| 8 | Бетонный из лома жаростойких бетонов с шамотным заполнителем на портландцементе | ТУ 49-80 | СаО - не более 41, Аl2О3 - не менее 14  | 1100 | Портландцемент |
| 9 | Бетонный из лома жаростойких бетонов с шамотным заполнителем на жидком стекле | ТУ 15-76 | Na2O - не более 4 | 10001200 | Жидкое стекло с кремнефтористым натриемЖидкое стекло с нефелиновым шламом или саморассыпающимися шлаками |
| 10 | Шамотные кусковые или из боя изделий или из вторичных шамотных огнеупоров (лом амотный) | ГОСТ 23037, ТУ 14-8-173 - 75 | Аl2О3 - 28 - 45, Fe2O3 - не более 5,5 | 1000120013001400 | Жидкое стекло с кремнефтористым натриемЖидкое стекло с нефелиновым шламом или саморассыпающимися шлаками, портландцементГлиноземистый цементВысокоглиноземистый цемент, ортофосфорная кислота 70 %-й концентрации |
| 11 | Из шлаков ферромарганца, силикомарганца | - | SiO2 - 29 - 35, Al2O3 - 8 - 9, CaO - 42 - 45, MgO - 7 - 8, MnO - 4,5 - 8, Fe2O3 - 0,7 - 1, SO3 - 2,5 - 2,7 | 800 | Жидкое стекло с саморассыпающимися шлаками |
| 12 | Карборундовые | ТУ 14-261-73, ТУ 63-156-1-83 | - | 1100 | Жидкое стекло с нефелиновым шламом или саморассыпающимися шлаками |
| 13 | Из предельного феррохрома | - | SiO2 -26 -35 | 1200 | Глиноземистый цемент |
| 14 | Кордиеритовый | ГОСТ 20419-83\* | Содержание минерала кордиерит не менее 80, MgO - в пределах 12-14, Fe2O3 - не более 2,5 | 1100 | Портландцемент, жидкое стекло с нефелиновым шламом или саморассыпающимися шлаками |
| 15 | Титаноглиноземистый | - | Al2O3 - не менее 68, СаО - не более 17, ТiO2- не более 12 | 1400 | Высокоглиноземистый цемент |
| 16 | Хромо глиноземистый шлак | - | А12Оз не менее 75, СаО - не более 10, MgO - не более 2, Сг2О3 - не более 9 | 1600 | То же |
| 17 | Периклазошпинельные | - | MgO - cв. 40 до 80, Al2O3 -15 -55 | 1600 | Жидкое стекло с отвердителями |
| 18 | Муллитокордиеритовые | ГОСТ 20419-83\*\* | Кордиерита не менее 15,MgO -в пределах 3 -4,Fe2O3 - не более 2,5 | 1300 | Глиноземистый цемент |
| 19 | Муллитокорундовые | ГОСТ 23037 -78\* | А12О3 св. 72-90,Fe2O3 - не более 1,5 | 15001800 | То же Ортофосфорная кислота 70 %-й концентрации |
| 20 | Корундовые | ГОСТ 23037 -78\*, ТУ 14-8-384-81 | А12O3 - не менее 90Fe2O3 -не более 1 | 17001800 | Высокоглиноземистый цемент Ортофосфорная кислота 70 %-й концентрации |
| 21 | Магнезитовые | ГОСТ 23037 -78\* | MgO - не менее 80, СаО -не более 4 | 1400 | Жидкое стекло с отвердителями |
| 22 | Из боя шамотных легковесных изделий | ГОСТ 23037 - 78\* | - | 1300 | Ортофосфорная кислота 50 %-й концентрации |
| 23 | Вспученный перлит (средняя плотность не менее 350 кг/м3) | ГОСТ 10832-83\* | - | 6008001100 | ПортландцементЖидкое стекло с отвердителями Глиноземистый цемент, Высокоглиноземистыйцемент |
| 24 | Вспученный вер- микулит (содержание недовспученных зерен вермикулита определяют по прил. 6) | http://www.complexdoc.ru/ntd/487211ГОСТ 12865-67 | - | 80010001100 | Жидкое стекло с кремнефтористым натриемПортландцементГлиноземистый цемент |
| 25 | Керамзит (качество заполнителя для жаростойкого бетона определяют прил. 7) | ГОСТ 9759-83 | Свободных СаО и MgO -в сумме не более 2, карбонатов - не более 2 | 80010001100 | Жидкое стекло с кремнефтористым натриемЖидкое стекло с нефелиновым шламом или саморассыпающимися шлакамиПортландцементГлиноземистый цемент |
| 26 | Асбестовые | - | SiO2 - не менее 38, MgO - не менее 42, СаО - не более 1,4, Fe2 O3 - не более 4,5 | 10001100 | Портландцемент |
| 27 | Из отходов обогащения асбеста  | ТУ 21 РСФСР-1.297-84 | SiO2 - 40 - 45, MgO-23-37, СаО - 1 - 9 | 1200 | Портландцемент, жидкое стекло с саморассыпающимися шлаками |
| 28 | Диабазовый, базальтовый | - | SiO2 -40 -52 | 700 | Портландцемент, шлакопортландцемент, жидкое стекло с отвердителями |
| 29 | Диоритовый, андезитовый | - | SiO2 - 52 - 65 | 700 | То же |

Для заполнителей, используемых в бетоне с предельно допустимой температурой применения выше 1200 °С, огнеупорность должна быть не менее величин, указанных в табл. 5.

Таблица 5

|  |  |
| --- | --- |
| Заполнитель | Огнеупорность, °С, не менее |
| Шамотный и из боя шамотных легковесных изделий | 1580 |
| Титаноглиноземистый | 1650 |
| Хромоглиноземистый | 1700 |
| Периклазошпинельный | 1800 |
| Муллитокорундовый | 1850 |
| Корундовый | 1900 |
| Магнезитовый | Более 1900 |

Для заполнителей, применяемых в бетоне со средней плотностью после сушки менее 900 кг/м3, средняя насыпная плотность заполнителя должна быть не более величин, указанных в табл. 6

Таблица 6

|  |  |
| --- | --- |
| Заполнитель | Средняя насыпная плотность, кг/м3 |
| ПерлитКерамзитВспученный вермикулитИз боя шамотных легковесных изделий | 300-500350-800100-200500-800 |

Рекомендуемый зерновой состав заполнителей для жаростойкого бетона, кроме керамзита:

Таблица 7

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Заполнитель | Максимальная крупность зерен, мм | Полный остаток, % массы, на сите с отверстиями размером, мм |
| 20 | 10 | 5 | 2,5 | 1,2 | 0,6 | 0,3 | 0,14 |
| Мелкий  | 5 | - | - | 0,5 | 10-30 | 20-55 | 40-70 | 70-95 | 80-100 |
| Крупный | 20 | 0-5 | 30-60 | 90-100 | - | - | - | - | - |
| “ | 10 | - | 0-5 | 90-100 | - | - | - | - | - |

Рекомендуемый зерновой состав керамзитового заполнителя:

Таблица 8

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер отверстий сита в свету, мм | 20 | 10 | 5 | 1,25 | 0,14 |
| Полный остаток на ситах, % массы | 0-5 | 25-40 | 45-65 | 70-75 | 80-100 |

Особое внимание следует уделять чистоте заполнителя. Наличие в заполнителе включений известняка, доломита, гранита и др. не допускается.

Заполнители для жаростойкого бетона, получаемые кратковременным обжигом природных пород (перлит и вермикулит), не должны содержать недовспученных зерен.

Расчет состава жаростойкого бетона

Для расчета определяют: активность цемента; количество частиц менее 0,14 мм в мелком заполнителе; кажущуюся плотность заполнителя (плотность в куске); оптимальную насыпную плотность смеси мелкого и крупного заполнителей (без зерен мельче 0,14 мм) ; плотность материала.

Усредненные характеристики заполнителей, которые можно использовать только для расчета ориентировочного расхода материалов, приведены в таблице. Для получения более точных данных необходимо определять опытным путем насыпную плотность и водопоглощение.

Расход смеси мелкого и крупного заполнителей Р3, кг на 1 м3 бетонной смеси, определяется по формуле

Р3 = 1000/( + ) (1)

где Киз - коэффициент избытка вяжущего теста;

 - кажущаяся плотность заполнителей, г/см3

 - насыпная плотность заполнителей, г/см3,

 - пустотность заполнителя.

α = 1-ρЗ/ ρЗ.К. (2)

Коэффициент избытка вяжущего теста Киз является одной из важнейших величин, обеспечивающих заданную удобоукладываемость бетонной смеси и влияющих на прочностные характеристики жаростойких бетонов.

Для жаростойких бетонов на жидком стекле коэффициент избытка определен экспериментальным путем и составляет 1,5.

Для жаростойких бетонов на цементных вяжущих для определения коэффициента избытка устанавливают водовяжущее отношение В/Вв, необходимое для обеспечения заданной прочности бетона, по формуле

В/ВВ = nAB/(R+ l,3nAB) (3)

где n коэффициент качества заполнителя (см. таблицу) ; R - контрольная прочность на сжатие, МПа; АB - активность вяжущего (0,5-0,75 АЦ).

АВ = АЦ/(1+д) (4)

где АЦ - активность цемента, МПа; д - количество тонкомолотой добавки в частях массы цемента.

Коэффициент избытка вяжущего теста определяют по формуле

lgKИЗ = 0,64 - B/BBlgЗy (5)

где у - удобоукладываемость бетонной смеси, с.

Расход смеси мелкого и крупного заполнителей (сумма объемов) на 1 м3 бетонной смеси находится в пределах 0,9 -1,4 м3.

Для тяжелых и облегченных бетонов расход заполнителя составляет 0,9 1,1 м3 , для легких - 1 - 1,4 м3.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Заполнитель | Насыпная плотность г/см3 | Кажущаяся плотность (плотность в куске), г/см3 | Плотность, г/см3 | Водопоглощение, % | Коэффициент качества заполнителя n |
| Из боя обыкновенного глиняного кирпича | 1,2 | 1,7 | 2,53 | 15-20 | 0,35 |
| Керамзитовый и аглопоритовый | 0,3-0,8 | 0,6-1,7 | 2,55 | - | 0,3-0,4 |
| Шамотный  | 1,4 | 2-2,25 | 2,65 | 5-15 | 0,4 |
| Муллитовый  | 1,8 | 2,3-2,6 | 2,9-3,1 | 2-5 | 0,6 |
| Муллитокорундовый  | 2,2 | 2,45-3 | 3,1-3,6 | 2-5 | 0,6 |
| Корундовый  | 2,7 | 2,8-3,1 | 3,6-4 | 0,8-5 | 0,6 |
| Кордиеритовый  | 1,3 | 1,85 | 2,6 | 7 | 0,4 |
| Магнезитовый  | 2 | 2,7 | 3,4-3 | 4-9 | - |
| Периклазошпинельный | 2,8 | 3,3 | 3,7 | 4-9 | - |
| Из доменных литых, отвальных и гранулированных шлаков | 0,6-2,2 | 1,8-2,7 | 2,75 | 2-12 | 0,5 |
| Шлаковая пемза  | 1,2 | 1,7 | - | - | - |
| Из шлаков титаноглиноземистых (ферротитана) | 1,7 | 2,3 | 2,9 | 0,1-1 | 0,6 |
| Базальтовые  | 1,8 | 3 | 3,1 | 0-1 | 0,6 |
| Диабазовые  | 1,8 | 3 | 3,1 | 0-1 | 0,6 |
| Андезитовые  | 1,7 | 2,9 | 3 | 0-1 | 0,6 |
| Диоритовые  | 1,7 | 2,9 | 3 | 0-1 | 0,6 |
| Бетонные из лома жаростойких бетонов с шамотным заполнителем | 1,4 | 2 | 2,65 | 10-15 | 0,4 |

Примечание. Коэффициент n является эмпирическим и учитывает влияние вида и прочности заполнителя на прочность бетона

Расход мелкого РЗ.М и крупного - РЗ.К заполнителей для бетона на цементных вяжущих определяют по формуле

РЗ.М = РЗ.К = РЗ/2 (6)

где РЗ - см. формулу (1).

Расход мелкого и крупного заполнителей для бетона на жидком стекле определяют по формулам:

РЗ.К = РЗ/1,65 (7)

РЗ.М = РЗ - РЗ.К (8)

Расход глиноземистого и высокоглиноземистого цементов и шлакопортландцемента вычисляют по формуле

РЦ = (1000 - РЗ/ρЗ.К)/(0,33 + В/ВВ) (9)

где РЗ, ρЗ.К - см. формулу (1).

Количество глиноземистого и высокоглиноземистого цементов и шлакопортландцемента на 1 м3 тяжелых и облегченных бетонов составляет 400-600 кг, легких - 200-350 кг.

Расход портландцемента РЦ, кг, и тонкомолотой добавки РД, кг, для бетонов на портландцементе вычисляют по формулам:

РЦ = (1000 - ρЗ/ ρЗ.К/ 0,33 + д/ρД + (1 + д)·В/ВВ (10)

PД = РЦ · д (11)

где РЗ; ρЗ.К - см. формулу (1), д - см. формулу (4), ρД - плотность тонкомолотой добавки, г/см3.

Количество портландцемента на 1 м3 тяжелых и облегченных бетонов составляет 300-500 кг, легких 200-350 кг.

Количество тонкомолотой добавки всех видов (кроме силикат-глыбы) в жаростойком бетоне на портландцементе составляет 0,3 частей по массе, силикат-глыбы - 0,1 частей по массе цемента.

Расход воды РВ, кг (л), на 1 м3 бетонной смеси на цементных вяжущих определяют по формуле

РВ = PЗW/100 + (РЦ + РД) В/ВВ (12)

где РЗ - см. формулу (1); W - водопоглощение заполнителя, %; РЦ - см. формулу (9); РД - см. формулу (11).

Расход жидкого стекла вычисляют по формуле

РС.Ж = РЗ α ρЗ.Ж (КИЗ - 0,3)/ ρЗ (13)

где РЗ, α, КИЗ, ρЗ - см. формулу (1); ρЗ.Ж - плотность жидкого стекла, г/см3.

Расход тонкомолотой добавки определяют по формуле

РД = 0,6VС.Ж·ρД (14)

где VС.Ж - объем жидкого стекла, который вычисляется по формуле (15)

VС.Ж = РС.Ж/ρС.Ж (15)

где ρД - плотность материала, из которого изготовлена тонкомолотая добавка, г/см3

Расход отвердителя РО зависит от расхода жидкого стекла по массе и составляет: для кремнефтористого натрия - 0,1-0,12 частей по массе для бетонов со всеми тонкомолотыми добавками (кроме магнезита) и бетона с тонкомолотым магнезитом - 0,08-0,1 частей по массе.

Для нефелинового шлама, саморассыпающегося шлака со всеми (кроме магнезита) тонкомолотыми добавками - 0,3 частей по массе с тонкомолотой добавкой из магнезита - 0,12 частей по массе.

Ориентировочно количество жидкого стекла на 1 м3 бетона составляет 250-400 кг.

Список использованной литературы

1. Пособие к СНИП 3.09.01 3.03.01

2. Технология бетонов. Учебник Ю. М. Бженов – М.: издательство АСВ, 2002.