

**В ПОМОЩЬ
НАСТОЯТЕЛЮ**

**БЕТОННЫЕ РАБОТЫ.
ОСОБЕННОСТИ БЕТОНИРОВАНИЯ
В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ**



Архитектурно-строительный отдел
Ханты-Мансийская митрополия
г.Ханты-Мансийск
2015г.

По благословению
Высокопреосвященнейшего Митрополита
Ханты-Мансийского и Сургутского
ПАВЛА

Утверждено общественно-консультативным советом архитектурно-строительного отдела Ханты-Мансийской митрополии

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Бетонами называют искусственные каменные материалы, получаемые в результате затвердевания тщательно перемешанной и уплотненной смеси из вяжущего вещества, воды, мелкого и крупного заполнителей, взятых в определенных пропорциях. До затвердевания эта смесь называется бетонной смесью. В строительстве широко используют бетоны приготовленные на цементах или других неорганических вяжущих веществах.

Бетон – один из самых древних строительных материалов упоминаемый в книгах Древнего Рима. Во времена римского императора Августа, примерно в 10-15гг. до н.э., римским военным архитектором и инженером Марком Витрувием Поллионом была написана книга «Об архитектуре» (или «10 книг об архитектуре»), где в VII книге при описании полов встречается слово «рудус» (rudus) которое вместе со словосочетанием «опус цементум»

(opuscaementitium) было переведено учеными-историками как бетон.

Очевидно, что древний римский бетон был не таким, каким мы знаем его сегодня, но он отвечал своей основной концептуальной характеристике, заключенной в двух словах – искусственный камень.

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОНА

Многие свойства бетона зависят от его объемной массы, на которую влияют плотность цементного камня, вид заполнителя и структура бетона. По объемной массе бетоны подразделяют на следующие группы:

- особо легкие (марки по средней плотности менее 800кг/м^3);
- легкие (марки по средней плотности от 800кг/м^3 до 2000кг/м^3);
- тяжелые (марки по средней плотности более 2000кг/м^3 до 2500кг/м^3);

- особо тяжелые (марки по средней плотности более 2500кг/м³).

Другим, не менее важным, свойством бетона является морозостойкость. По морозостойкости бетоны подразделяют на бетоны:

- низкой морозостойкости (марки по морозостойкости F50 и менее);
- средней морозостойкости (марки по морозостойкости более F50 и до F300);
- высокой морозостойкости (марки по морозостойкости более F300).

Основным качественным свойством бетона является прочность. Бетон относится к материалам, которые хорошо сопротивляются сжатию, значительно хуже – срезу и еще хуже – растяжению (в 5-50 раз хуже, чем сжатию). Поэтому строительные конструкции обычно проектируют таким образом, чтобы бетон в них воспринимал сжимающие нагрузки. При необходимости восприятия растягивающих усилий конструкции армируют. В железобетонных конструкциях напряжения растяжения и среза воспринимаются стальной арматурой,

обладающей высоким сопротивлением этим видам нагрузки. Поэтому одной из важнейших характеристик бетона является его прочность при сжатии. В зависимости от прочности бетон подразделяется на марку и класс. В таблице 1 приведено соотношение между маркой и классом бетона.

Таблица 1

Соотношение междуклассами бетона по прочности на сжатие и марками

| <i>Класс бетона по прочности на сжатие</i> | <i>Средняя прочность бетона данного класса кгс/см² при коэффициенте вариации 13,5%</i> | <i>Ближайшая марка бетона по прочности</i> | <i>Отклонение ближайшей марки бетона от средней прочности класса, %</i> |
|--|---|--|---|
| B2 | 26,2 | M25 | -4,6 |
| B2,5 | 32,7 | M35 | +7,0 |
| B3,5 | 45,8 | M50 | +9,1 |
| B5 | 65,5 | M75 | +14,5 |
| B7,5 | 98,2 | M100 | +1,8 |
| B10 | 131,0 | M150 | +14,5 |
| B12,5 | 163,7 | M150 | -8,4 |

| <i>Класс бетона по прочности на сжатие</i> | <i>Средняя прочность бетона данного класса кгс/см² при коэффициенте вариации 13,5%</i> | <i>Ближайшая марка бетона по прочности</i> | <i>Отклонение ближайшей марки бетона от средней прочности класса, %</i> |
|--|---|--|---|
| B15 | 196,5 | M200 | +1,8 |
| B20 | 261,9 | M250 | -4,5 |
| B22,5 | 294,4 | M300 | +1,9 |
| B25 | 327,4 | M350 | +6,9 |
| B30 | 392,9 | M400 | +1,8 |
| B35 | 458,4 | M450 | -1,8 |
| B40 | 523,9 | M500 | -4,8 |
| B45 | 589,4 | M600 | +1,8 |
| B50 | 654,8 | M700 | +6,9 |
| B55 | 720,3 | M700 | -2,8 |
| B60 | 785,8 | M800 | +1,8 |

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ БЕТОНА

Цемент

По вещественному составу цементы на основе портландцементного клинкера подразделяют на типы, характеризующиеся различным видом и содержанием минеральных добавок:

- тип I - портландцемент, содержащий в качестве основного компонента вещественного состава только портландцементный клинкер;
- тип II/A - портландцемент с минеральными добавками, содержащий в качестве основных компонентов портландцементный клинкер и минеральную добавку или смесь минеральных добавок в количестве от 6% до 20%;
- тип II/B - портландцемент с минеральными добавками, содержащий в качестве основных компонентов портландцементный клинкер и шлак в количестве от 21% до 35%;
- тип III - шлакопортландцемент, содержащий в качестве основных компонентов портландцементный клинкер и доменный

гранулированный,
электротермофосфорный или топливный шлак
в количестве от 36% до 65%;

- тип IV - пуццолановый цемент, содержащий в
качестве основных компонентов
портландцементный клинкер и пуццолану в
количестве от 21% до 35%.

Как правило для общестроительных работ чаще
всего используют цемент тип I или тип II/A, реже тип II/B
и еще реже тип III и тип IV. Помимо этих типов цемента
существуют и другие, но они применяются при создании
специальных бетонов.

По прочности на сжатие цементы подразделяют на
классы: 22,5; 32,5; 42,5; 52,5. В нормативных документах
на цементы конкретных видов могут быть установлены
дополнительные классы прочности или ограничения по
применяемым классам. В таблице 2 приведено
соотношение между классом и маркой цемента.

По скорости твердения общестроительные цементы
подразделяют на подклассы прочности:

- нормальнотвердеющие (Н) с нормированием прочности в возрасте 2 (7) и 28 сут;
- быстротвердеющие (Б) с нормированием прочности в возрасте 2 сут, повышенной по сравнению с нормальнотвердеющими, и 28 сут;
- медленнотвердеющие (М) с нормированием начальной прочности в возрасте 7 (2) сут, пониженной по сравнению с нормальнотвердеющими цементами, и 28 сут.

Таблица 2

Соотношение между марками и классами прочности цемента

| Марка цемента по ГОСТ 10178 | Нормативная прочность, МПа | Расчетная прочность по ГОСТ 31108, МПа | Класс прочности цемента по ГОСТ 31108 и другим стандартам |
|------------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| 300 | От 29,4 до 39,1 | От 20,7 до 32,6 | 22,5 |
| 400 | От 39,2 до 48,9 | От 32,7 до 44,6 | 32,5 42,5 |

| | | | |
|-----|-----------------|-----------------|-----------|
| 500 | От 49,0 до 53,8 | От 44,7 до 50,7 | 42,5 |
| 550 | От 53,9 до 58,7 | От 50,8 до 56,7 | 42,5 52,5 |
| 600 | От 58,8 до 68,5 | От 56,8 до 68,6 | 52,5 |

Соотношение рекомендуется применять для примерной оценки марки цемента, если фактически применяемый цемент квалифицирован классом прочности по ГОСТ 31108-2003, а в нормативной, проектной или иной документации или в составе бетонных или растворных смесей предусмотрено применение цемента, качество которого задано марками по ГОСТ 10178-85.

Маркировка на мешке цемента *Портландцемент ЦЕМ II/A42,5Б ГОСТ 31108-2003* расшифровывается как *Портландцемент М400 быстротвердеющий с минеральными добавками в количестве от 6% до 20%..*

Песок

Песок для приготовления бетона должен соответствовать ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия». Особое внимание стоит уделить такому показателю как

содержание в песке пылевидных и глинистых частиц (не более 3% от массы песка), а также глины в комках (не более 0,35% от массы песка). Другими словами, глина в песке должна отсутствовать.

Щебень

Щебень для приготовления бетона должен соответствовать ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия».



В качестве крупного заполнителя необходимо использовать



Рис.2

щебень из гранита или известняка. Ни в коем случае нельзя использовать щебень или гравий из горных пород с содержанием **серпентина** (рис.1, 2).

СОСТАВ БЕТОНА РАЗНЫХ МАРОК

Подбор состава бетона всегда производится из расчета на 1м^3 бетонной смеси. СНиП 82-02-95 регламентирует количество цемента необходимое для получения 1м^3 бетонной смеси заданной марки. Эти данные представлены в таблице 3.

Таблица 3

Федеральные (типовые) элементные нормы расхода цемента при изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций (СНиП 82-02-95)

| Класс бетона по прочности на сжатие | Базовые нормы расхода цемента марки 400 для тяжелого бетона при твердении, кг/м ³ | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|---------------------|-----|-----|-----------------------|
| | в естественных условиях | в условиях тепловой обработки при отпускной прочности, % | | | | |
| | | 55-60 | 70(летом заводской) | 80 | 90 | 100 (зимой) заводской |
| В7,5 (М100) | 180 | 180 | 200 | 210 | 225 | 240 |
| В10 (М150) | 200 | 200 | 215 | 235 | 245 | 260 |
| В12,5 (М150) | 225 | 225 | 235 | 260 | 270 | 285 |
| В15 (М200) | 225 | 255 | 265 | 280 | 295 | 315 |
| В20 (М250) | 305 | 310 | 315 | 340 | 360 | 380 |
| В22,5 (М300) | 335 | 340 | 350 | 370 | 395 | 420 |
| В25 (М350) | 365 | 370 | 380 | 400 | 425 | 450 |
| В30 (М400) | 415 | 430 | 440 | 450 | 480 | 520 |
| В35 (М450) | 480 | 500 | 510 | 520 | 540 | 570 |
| В40 (М500) | 550 | 570 | 580 | 590 | 600 | - |

В таблицах 4 и 5 представлены ориентировочные составы и пропорции бетона на цементах М400 и М500.

Таблица 4

Состав и пропорции бетона из цемента М400, песка и щебня

| <i>Марка бетона</i> | <i>Массовый состав, Ц:П:Щ, кг</i> | <i>Объемный состав на 10л цемента, П:Щ, л</i> | <i>Количество бетона из 10л цемента, л</i> |
|---------------------|-----------------------------------|---|--|
| 100 | 1:4,6:7,0 | 41 : 61 | 78 |
| 150 | 1 : 3,5 : 5,7 | 32 : 50 | 64 |
| 200 | 1 : 2,8 : 4,8 | 25 : 42 | 54 |
| 250 | 1 : 2,1 : 3,9 | 19 : 34 | 43 |
| 300 | 1 : 1,9 : 3,7 | 17 : 32 | 41 |
| 400 | 1 : 1,2 : 2,7 | 11 : 24 | 31 |
| 450 | 1 : 1,1 : 2,5 | 10 : 22 | 29 |

Таблица 5

Состав и пропорции бетона из цемента М500, песка и щебня

| <i>Марка бетона</i> | <i>Массовый состав, Ц:П:Щ, кг</i> | <i>Объемный состав на 10л цемента, П:Щ, л</i> | <i>Количество бетона из 10л цемента, л</i> |
|---------------------|-----------------------------------|---|--|
| 100 | 1 : 5,8 : 8,1 | 53 : 71 | 90 |
| 150 | 1 : 4,5 : 6,6 | 40 : 58 | 73 |
| 200 | 1 : 3,5 : 5,6 | 32 : 49 | 62 |
| 250 | 1 : 2,6 : 4,5 | 24 : 39 | 50 |

| <i>Марка бетона</i> | <i>Массовый состав, Ц:П:Щ, кг</i> | <i>Объемный состав на 10л цемента, П:Щ, л</i> | <i>Количество бетона из 10л цемента, л</i> |
|---------------------|-----------------------------------|---|--|
| 300 | 1 :2,4 : 4,3 | 22 : 37 | 47 |
| 400 | 1 : 1,6 : 3,2 | 14 : 28 | 36 |
| 450 | 1 : 1,4 : 2,9 | 12 : 25 | 32 |

Приведенные составы являются ориентировочными, что требует обязательной проверки и корректировки составов в зависимости от качества используемого сырья. Корректировка проводится путем создания пробных замесов с целью проверки прочности получившегося бетона.

ОПАЛУБОЧНЫЕ РАБОТЫ

В зависимости от вида бетонизируемых монолитных бетонных и железобетонных конструкций могут применяться различные типы опалубки в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52085-2003.

Основные параметры которым должна отвечать конструкция возводимой опалубки:

- прочность, жесткость и геометрическую неизменяемость формы и размеров под воздействием монтажных, транспортных и технологических нагрузок;
- проектную точность геометрических размеров монолитных конструкций и заданное качество их поверхностей в зависимости от класса опалубки;
- минимальную адгезию к схватившемуся бетону (кроме несъемной);
- температурно-влажностный режим, необходимый для твердения и набора бетоном проектной прочности;

- химическую нейтральность формообразующих поверхностей к бетонной смеси, кроме специальных случаев;
- быструю установку и разборку опалубки без повреждения монолитных конструкций и элементов опалубки.

Конструкция греющей опалубки должна обеспечивать:

- равномерную температуру на палубе щита. Температурные перепады не должны превышать 5°C ;
- электрическое сопротивление изоляции при использовании электрических нагревателей и коммутирующей разводки - не менее $0,5\text{M}\Omega$;
- возможность замены нагревательных элементов в случае выхода их из строя в процессе эксплуатации;
- контроль и регулируемость режимов прогрева;

- стабильность теплотехнических свойств щита.

В качестве нагревателей для греющей опалубки могут быть использованы трубчатые электронагреватели (ТЭНы) по ГОСТ 13268 или нагревательные провода по ТУ-16.К71-013-88.

Допускается применение нестандартных нагревателей, которые должны соответствовать требованиям нормативных документов в части виброустойчивости, электро- и пожарной безопасности.

ОСОБЕННОСТИ БЕТОНИРОВАНИЯ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Возведение бетонных и железобетонных конструкций при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже 5°C и минимальной суточной температуре ниже 0°C должно осуществляться с проведением мероприятий, обеспечивающих твердение бетона и получение в заданные сроки прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и других свойств, указанных в проекте.

Приготовление бетонной смеси следует производить в обогреваемых бетоносмесительных установках, применяя подогретую воду, оттаянные или подогретые заполнители, обеспечивающие получение бетонной смеси с температурой не ниже требуемой по расчету; при этом температура бетонной смеси и температура подогрева воды не должна превышать $+32^{\circ}\text{C}$ для бетона на портландцементе.

Допускается применение неотогретых сухих заполнителей, не содержащих наледи на зернах и

смерзшихся комьев. При этом продолжительность перемешивания бетонной смеси должна быть увеличена не менее чем на 25% по сравнению с летними условиями.

Способы и средства транспортирования должны обеспечивать предотвращение снижения температуры бетонной смеси ниже требуемой по расчету.

Состояние основания, на которое укладывается бетонная смесь, а также температура основания и способ укладки должны исключить возможность замерзания смеси в зоне контакта с основанием. При температуре воздуха ниже минус 10°C бетонирование густоармированных конструкций с арматурой диаметром больше 24 мм и арматурой из жестких прокатных профилей следует выполнять с предварительным отогревом металла до положительной температуры.

Контроль температуры бетона в период выдерживания должен производиться, при использовании бетона с противоморозными добавками, три раза в сутки до приобретения им заданной прочности.

Контроль прочности бетона следует осуществлять, как правило, испытанием образцов, изготовленных у

места укладки бетонной смеси. Образцы, хранящиеся на морозе, перед испытанием надлежит выдержать 2-4 часа при температуре от +15°С до +20°С.

Возведение бетонных и железобетонных конструкций в зимний период должно производиться в соответствии с «Руководством по производству бетонных работ в зимних условиях, районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера».

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 25192-2012 Бетоны. Классификация и общие технические требования.
2. ГОСТ 30515-2013 Цементы. Общие технические условия.
3. ГОСТ Р 55224-2012 Цементы для транспортного строительства. Технические условия.
4. ГОСТ 31108-2003 Цементы общестроительные. Технические условия.
5. ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия.
6. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.
7. ГОСТ Р 52085-2003 Опалубка. Общие технические условия.
8. ГОСТ 13268-88. Электронагреватели трубчатые.
9. СНиП 82-02-95 Федеральные (типовые) элементные нормы расхода цемента при

изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций.

- 10.Руководство по производству бетонных работ в зимних условиях, районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера/ЦНИИОМТП Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1982. – 213с.
- 11.Баженов Ю.М. Способы определения состава бетона различных видов. Учеб.пособие. – М.: Стройиздат, 1975. – 268с.
- 12.Кочетов В.А. Римский бетон: (Из истории строительства и строительной техники Древнего Рима). – М.: Стройиздат, 1991. – 111с.

