

**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/м^3).

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%..*

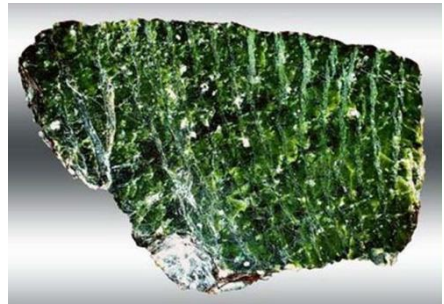
Песок

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 0,5МОм;
- 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 $+15^{\circ}\text{C}$ до $+20^{\circ}\text{C}$.

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.

