

БЕТОН

1

Бетон представляет собой композиционный материал, получаемый в результате формования и твердения рационально подобранной бетонной смеси, состоящей из вяжущего вещества, воды, заполнителей и специальных добавок.

Технико-экономическими преимуществами бетона и железобетона являются:

- низкий уровень затрат на изготовление конструкций в связи с применением местного сырья,
- возможность применения в сборных и монолитных конструкциях различного вида и назначения,
- механизация и автоматизация приготовления бетона и производства конструкций.

2 **Материалы для изготовления бетона**

Цемент. Для тяжелого бетона применяют портландцемент и его разновидности, глиноземистый цемент и другие вяжущие, отвечающие требованиям соответствующих ГОСТов.

Прочность бетона, МПа	100	150	200	250	300	400	500	600 и выше
Марка цемента	300	300	300...400	400	300...500	500...600	600	600

Мелкий заполнитель. В качестве мелкого заполнителя в тяжелом бетоне применяют песок, состоящий из зерен размером 0,16-5 мм и имеющий плотность более 1,8 г/см³.

Крупный заполнитель. В качестве крупного заполнителя для бетона применяют гравий, щебень с размером зерен 5-70 мм.

Вода, применяемая для затворения бетонной смеси и поливки бетона не должна содержать вредных примесей, препятствующих схватыванию и твердению вяжущего вещества.

Противоморозные добавки – вещества органического и неорганического происхождения, которые снижают температурный порог замерзания влаги, обеспечивает эксплуатационную твердость при отрицательной температуре.

3

Пластификаторы- полимерные добавки для бетона. Вводится в состав бетона для достижения следующих целей:

- улучшение подвижности и текучести. Это положительно сказывается на характеристиках формируемой монолитной конструкции. Удаётся избежать формирования пустот;
- повышение адгезии бетонной смеси к компонентам бетона и армирующим элементам;
- уменьшение размера пор, образующихся в бетоне после застывания раствора.

Ускорители твердения – вещества, ускоряющие набор прочности бетона :

- ускоряют процессы гидратации цемента посредством химических реакций, снижающих температуру замерзания воды.
- добавки, которые не вступают в реакцию с частицами цемента, но повышают растворимость частиц цемента и понижают температуру замерзания воды.
- активизируют процессы химических реакций гидратации цемента во время смешивания путем разрушения силикатных составляющих цемента, вследствие чего они быстрее растворяются в воде, а температура замерзания воды снижается.
- способствуют тепловыделению во время химической реакции гидратации цемента в смеси и понижают температуру замерзания воды.

По виду вяжущего бетоны разделяют на:

Цементные – приготавливают на различных цементах (наиболее распространенные); среди них основное место занимают бетоны на портландцементе и его разновидностях, применяемые для различных видов конструкций и условий их эксплуатации, используются бетоны на шлакопортландцементе и пуццолановом цементе.

К разновидностям цементных бетонов относятся:

декоративные бетоны, изготавливаемые на белом и цветных цементах;
бетоны для самонапряженных конструкций – на напрягающем цементе;
бетоны для специальных целей, получаемые на особых видах цемента – глиноземистом, безусадочном и т.д.

Силикатные – готовят на основе извести (известковокремнеземистые); для производства изделий применяют автоклавный способ твердения.

- Гипсовые – применяют для внутренних перегородок, подвесных потолков и элементов отделки зданий.
- Смешанные (цементно-известковые, известково-шлаковые);
- Шлакощелочные – изготавливают на молотых шлаках, затворенных щелочными растворами.

5 Полимербетоны изготавливают на различных видах полимерного связующего, основу которого составляют смолы (полиэфирные, эпоксидные, акриловые и др.) или мономеры, отверждаемые в бетоне с помощью специальных добавок. Эти бетоны более пригодны для службы в агрессивных средах и особых условиях воздействия (например, истирание).

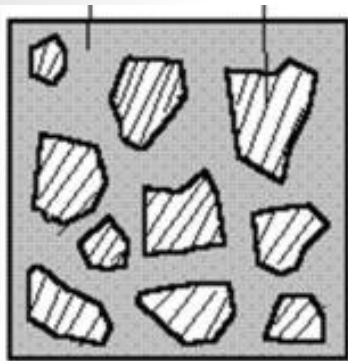
Полимерцементные бетоны изготавливают на смешанном связующем, состоящем из цемента и полимерного вещества. В качестве полимера используют, например, водорастворимые смолы и латексы.

По плотности:

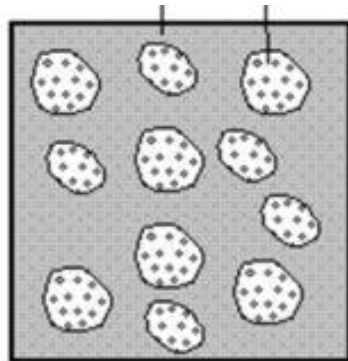
- особо тяжелые – плотностью более 2500кг/м³, изготавливаемых на особо тяжелых заполнителях (из магнетита, барита); эти бетоны применяют для специальных защитных конструкций;
- тяжелые – плотностью 2200-2500кг/м³ на песке, гравии или щебне из тяжелых горных пород; применяют во всех несущих конструкциях;
- облегченные - плотностью 1800-2200кг/м³ ; их применяют преимущественно в несущих конструкциях;
- легкие - плотностью 500-1800кг/м³; к ним относятся:
 1. легкие бетоны на пористых природных и искусственных заполнителях;
 2. ячеистые бетоны (газобетон и пенобетон) из смеси вяжущего, воды, тонкодисперсного кремнеземистого компонента и порообразователя;
 3. крупнопористые (беспесчаные) бетоны на плотном или пористом крупном заполнителе – без мелкого заполнителя; особо легкие (ячеистые и на пористых заполнителях плотностью менее 500кг/м³ , используемые в качестве

6

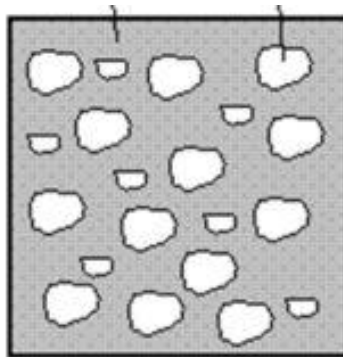
По структуре:



Плотная

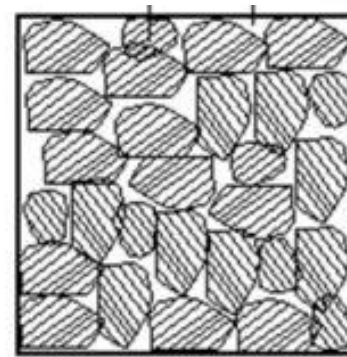


плотная с пористым
заполнителем

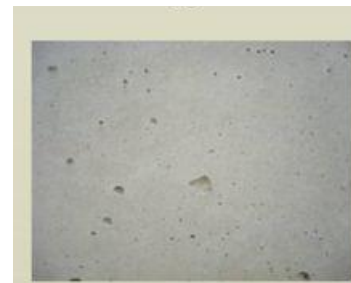
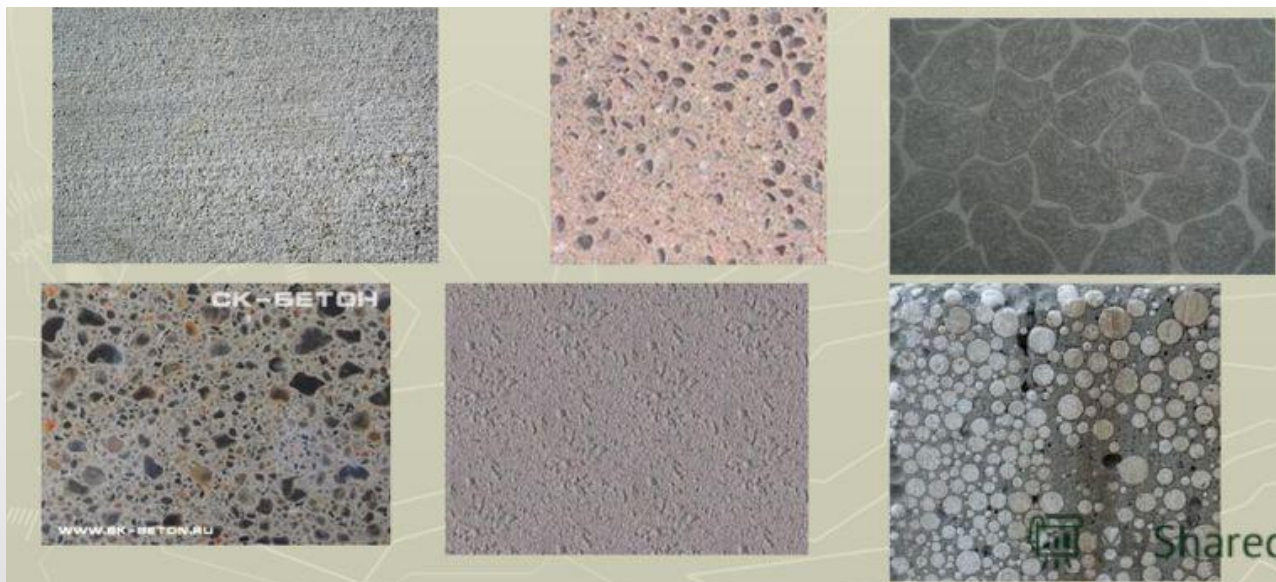


ячеистая

(крупнопористая)



зернистая



Свойства бетонной смеси

Бетонной смесью называют рационально составленную и тщательно перемешанную смесь компонентов бетона до начала процессов схватывания и твердения.

1) До схватывания цемента и превращения бетона в твердое тело – **бетонная смесь**

2) Период твердения и эксплуатации материала, обладающего всеми свойствами твердого тела – **бетон**.

Тиксотропия — способность разжижаться при периодически повторяющихся механических воздействиях (например, вибрации) и вновь загустевать при прекращении этого воздействия. Механизм: при вибрировании силы внутреннего трения и сцепления между частицами уменьшаются и бетонная смесь становится текучей. Это свойство широко используют при укладке и уплотнении бетонной смеси.

Удобоукладываемость - обобщенная техническая характеристика-способность бетонной смеси под действием определенных приемов и механизмов легко укладываться в форму и уплотняться, не расслаиваясь. Удобоукладываемость смесей в зависимости от их консистенции оценивают по подвижности или жесткости.

8

Подвижность служит характеристикой удобоукладываемости пластичных смесей, способных деформироваться под действием собственного веса. Подвижность характеризуется осадкой стандартного конуса, отформованного из испытываемой бетонной смеси. (видео)

Жесткость — характеристика удобоукладываемости бетонных смесей, у которых не наблюдается осадки конуса ($OK = 0$). Ее определяют по времени вибрации (в секундах), необходимому для выравнивания и уплотнения предварительно отформованного конуса из бетонной смеси с помощью специального прибора – вискозиметра.

Связность — способность бетонной смеси сохранять однородную структуру, т. е. не расслаиваться в процессе транспортирования, укладки и уплотнения. При механических воздействиях часть воды как наиболее легкого компонента отжимается вверх. Крупный заполнитель, плотность которого обычно больше плотности растворной части (смеси цемента, песка и воды), опускается вниз. Легкие заполнители (керамзит и др.), наоборот, могут всплывать. Все это делает бетон неоднородным, снижая его прочностные показатели.

Указанные свойства бетонной смеси обеспечиваются правильным подбором состава бетона.

Основной закон прочности бетона

Прочность бетона зависит от

- прочности составляющих его материалов;
- прочностью затвердевшего цементного камня;
- прочностью его сцепления с заполнителем.

Прочность цементного камня зависит от двух факторов: активности (марки) используемого цемента и соотношения количеств цемента и воды (Ц/В)

Для каждой бетонной смеси существует оптимальное количество воды,

Прочность сцепления между цементным камнем и заполнителем определяется в основном качеством поверхности заполнителя. Для обеспечения высокой прочности сцепления поверхность зерен заполнителя должна быть чистой и шероховатой. Например, бетон на щебне при прочих равных условиях прочнее бетона на гравии.

формула Болломея -

Скрамтаева

$$R_b = AR_c (C/B \pm b)$$

Для обычных бетонов (марок ниже М500) в интервале $C/B = 1,4 \dots 2,5$

$$R_b = AR_c (C/B - 0,5)$$

а для высокопрочных бетонов при $C/B = 2,5 \dots 3,3$

$$R_b = AR_c (C/B + 0,5)$$

Основные свойства тяжелого бетона

Ползучесть — склонность бетона к росту пластических деформаций при длительном действии статической нагрузки. *Особенно активно ползучесть развивается, если бетон нагружается в раннем возрасте.*

Усадка — процесс сокращения размеров бетонных элементов при их нахождении в воздушно-сухих условиях. Основная причина усадки — сжатие гелевой составляющей при потере воды. Усадка бетона тем выше, чем больше объем цементного теста в бетоне. В среднем усадка тяжелого бетона составляет 0,3...0,4 мм/м.

Вследствие усадки бетона в бетонных и железобетонных конструкциях могут возникнуть большие усадочные напряжения, поэтому элементы большой протяженности разрезают усадочными швами во избежание появления трещин. При усадке бетона 0,3 мм/м в конструкции длиной 30 м общая усадка составит 10 мм. Усадочные трещины в бетоне на контакте с заполнителем и в самом цементном камне могут снизить морозостойкость и послужить очагами коррозии бетона.

Пористость. Как это ни покажется странным, такой плотный материал, как бетон имеет заметную пористость. 5-10%

11

Водопоглощение - благодаря капиллярно-пористому строению бетон может поглощать влагу как при контакте с ней, так и непосредственно из воздуха. Гигроскопическое влагопоглощение у тяжелого бетона незначительно, но у легких бетонов (а в особенности у ячеистых) может достигать соответственно 7...8 и 20...25 %.

По **водонепроницаемости** бетон делят на марки W0,2; W0,4; W0,6; W0,8 и W1,2. Марка обозначает давление воды (МПА), при котором образец-цилиндр высотой 15 см не пропускает воду при стандартных испытаниях.

Морозостойкость — главный показатель, определяющий долговечность бетонных конструкций в нашем климате.

Установлены следующие марки бетона по морозостойкости: F25; F35; F50; F75; F100...F1000. (видео)

Теплопроводность тяжелого бетона даже в воздушно-сухом состоянии велика — около 1,2... 1,5 Вт/(м • К), т. е. в 1,5...2 раза выше, чем у кирпича. Поэтому использовать тяжелый бетон в ограждающих конструкциях можно только совместно с эффективной теплоизоляцией.

Класс бетона определяется величиной гарантированной прочности на сжатие с обеспеченностью 0,95.

Бетоны подразделяются на классы: В1,;

В1,5; В2,; В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30;

В35; В40; В50; В55; В60.

Средняя прочность или **марка тяжелого бетона** определяется пределом прочности (МПа) при сжатии стандартных бетонных кубов 15 x 15 x 15 см, изготовленных из рабочей бетонной смеси в металлических формах и испытанных в возрасте 28

сут после твердения в нормальных условиях температура +15...20 гр С, относительная влажность окружающего воздуха 90...100%. ,

Превышение заданной прочности допускается не более чем на 15%, так как это ведет к перерасходу цемента. (видео)