

СВЕДЕНИЯ О БЕТОНЕ



БЕТОН- искусственный камень, полученный в результате

- ✓ тщательного подбора состава,
- ✓ перемешивания,
- ✓ транспортирования
- ✓ укладки
- ✓ уплотнения и
- ✓ твердения **бетонной смеси, состоящей из ВЯЖУЩЕГО, КРУПНОГО и МЕЛКОГО ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ, ВОДЫ и ДОБАВОК,** улучшающих свойства бетона.



Бетонные смеси и требования к ним

- **Бетонная смесь** состоит из **вяжущего** (обычно **цемент**), **мелкого** (**песок**) и **крупного** (**щебень или гравий**) заполнителей, **воды** и **добавок**, улучшающих свойства бетона.

$$B = Ц + П + Щ(Г) + В + Д$$

- Номенклатуру и массу компонентов определяет строительная лаборатория исходя из требуемого проектом класса бетона и характеристик материалов.
- Состав бетонной смеси может быть выражен двумя способами:
 - **в виде соотношения по массе** между количествами цемента (Ц), песка (П) и щебня (Щ).
Например: 1 : 2 : 4 (Ц : П : Щ) при водоцементном отношении $V/Ц = 0,6$;
 - **в виде расхода материалов на 1 м³ уложенной бетонной смеси.**
Например: Ц = 300 кг, П = 600 кг, Щ = 1 200 кг, В = 180 кг.

Подбор состава бетона

- Состав бетона подбирают специальные лаборатории на основании сведений о вяжущем и заполнителях (активность цемента, наибольшая прочность гравия или цемента, модуль крупности песка) таким образом, чтобы при минимальном расходе цемента получить бетон с заданными свойствами (заданные сроки твердения, проектная марка бетона, морозостойкость, водонепроницаемость, подвижность или жесткость смеси).

Состав бетона подбирают в определенной последовательности:

- определяют значение водоцементного отношения (по графикам и таблицам) и расход цемента (Ц) и воды (В) на 1 м³ бетона;
- находят наивыгоднейшее соотношение массы песка, щебня или гравия;
- устанавливают зерновой состав заполнителей;
- определяют предварительный состав бетона;
- пробным замесом проверяют удобоукладываемость бетонной смеси (при необходимости *вносят поправки в расчет состава бетона*);
- окончательно уточняют расход материалов на 1 м³ бетонной смеси;
- готовят опытные замесы для контрольных образцов и испытывают эти образцы для определения прочности бетона. Если прочность соответствует заданной марке бетона, состав утверждают для производства.
- При подборе состава учитывают естественную влажность материалов.

Подбор состава бетона

- Рассмотрим пример подбора состава бетона М300 с $R_b = 30$ МПа и осадкой конуса 4...5 см. Материал: портландцемент активностью $R_c = 37,5$ МПа, истинной плотностью $\rho_c = 3,1$ кг/л (3100 кг/м³); песок средней крупности истинной плотностью $\rho_p = 2,63$ кг/л (2630 кг/м³); гранитный щебень предельной крупности 40 мм, истинной плотностью $\rho_{щ} = 2,6$ кг/л (2600 кг/м³) и насыпной плотностью $\rho_n = 1,48$ кг/л (1480 кг/м³).

1. Определяют В/Ц отношение:

$$B/C = \frac{AR_c}{R_b + A \cdot 0,5R_c} = \frac{0,6 \times 37,5}{30 + 0,6 \times 0,5 \times 37,5} = 0,54,$$

где A — коэффициент, зависящий от качества заполнителей.

2. По графикам определяют расход воды B (в данном случае $B = 173$ л/м³).

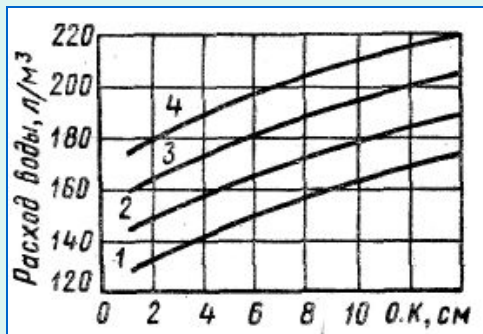


График для определения водопотребности бетонной смеси на портландцементе:

- 1 — для щебня крупностью 80 мм,
- 2 — то же. 40 мм. 3 — то же, 20 мм,
- 4 — то же, 10 мм

3. Вычисляют расход цемента →

$$C = \frac{B}{B/C} = \frac{178}{0,54} = 330 \text{ кг/м}^3.$$

4. Определяют пустотность щебня

$$P_{щ} = 1 - \frac{\rho_n}{\rho_{щ}} = 1 - \frac{1,48}{2,6} = 0,43.$$

Подбор состава бетона

5. По таблице определяют коэффициент раздвижки α , который показывает, на сколько объем растворной части (песок, цемент, вода) превышает объем пустот в щебне. Для данного случая $\alpha = 1,38$.

| Расход цемента, кг/м ³ | В/Ц | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| 250 | — | — | — | 1,26 | 1,32 | 1,38 |
| 300 | — | — | 1,3 | 1,36 | 1,42 | — |
| 350 | — | 1,32 | 1,38 | 1,44 | — | — |
| 400 | 1,31 | 1,4 | 1,46 | — | — | — |
| 500 | 1,44 | 1,52 | 1,56 | — | — | — |
| 600 | 1,52 | 1,56 | — | — | — | — |

6. Определяют расход щебня:

$$Щ = \frac{1000}{\alpha \left(\frac{П_{щ}}{\rho_{щ}} \right) + \left(\frac{1}{\rho_{щ}} \right)} = \frac{1000}{1,38 \left(\frac{0,43}{1,48} \right) + \left(\frac{1}{2,6} \right)} = 1280 \text{ кг/м}^3.$$

7. Расход песка:

$$П = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho_{ц}} + В + \frac{Щ}{\rho_{щ}} \right) \right] \rho_{п} = \left[1000 - \left(\frac{330}{3,1} + 178 + \frac{1280}{2,6} \right) \right] \times 2,63 = 587 \text{ кг/м}^3.$$

Таким образом определили состав на 1 м³(1000 л) бетона:

$$Ц + П + Щ + В = 330 + 587 + 1280 + 178 = 2375 \text{ кг.}$$



**0 – 0,63
MM**



**0,8 – 2,0
MM**



**0,8 – 2,0
MM**



**1,6 – 4,0
MM**

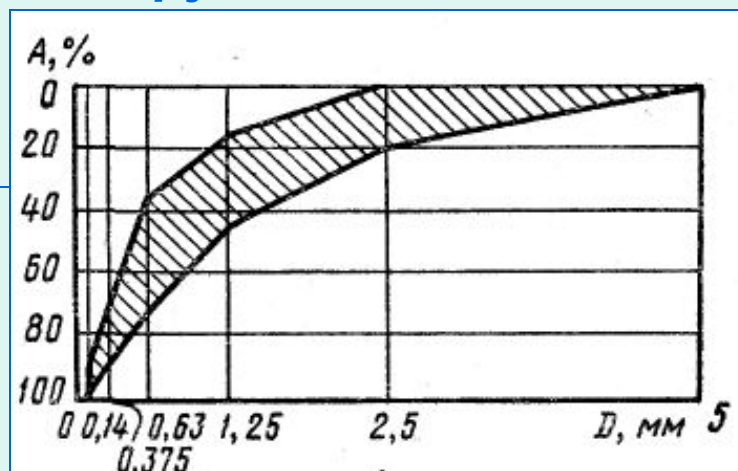


**2,0 – 5,0
MM**

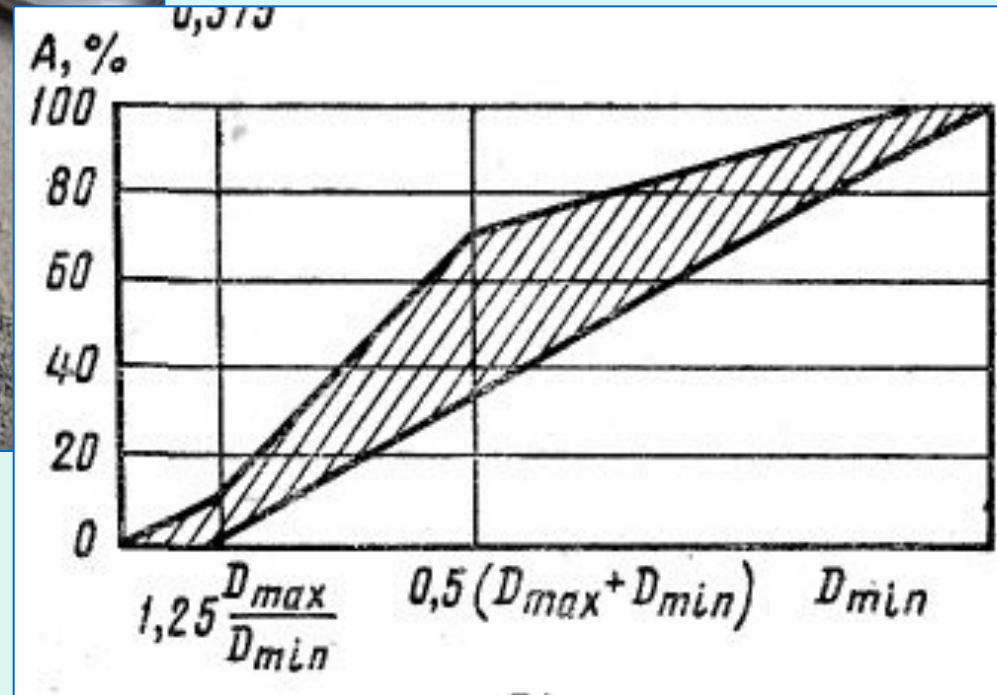
- Крупность песка оценивают модулем крупности $M_{кр}$, который является суммой полных остатков G (%) на ситах стандартного набора, деленной на 100:

$$M_{кр} = \frac{\sum G_{пол}}{100} = \frac{G_5 + G_{2,5} + G_{1,25} + G_{0,63} + G_{0,3} + G_{0,14}}{100}$$

- Результаты просеивания песка выражают графически. По оси абсцисс откладывают полные остатки (%), по оси ординат — диаметр отверстий контрольных сит. Точки соединяют линиями и получают кривую просеивания. Если кривая просеивания песка находится в заштрихованной зоне, такой песок соответствует предъявляемым к нему требованиям.
- Для бетона наиболее пригодна смесь среднего и крупного песка. *Использовать песок с модулем крупности менее 1,5 и более 3,5 по рекомендуется.*



зерновой состав гравия, щебня



Формы зерен заполнителя



круглая, шарообразная



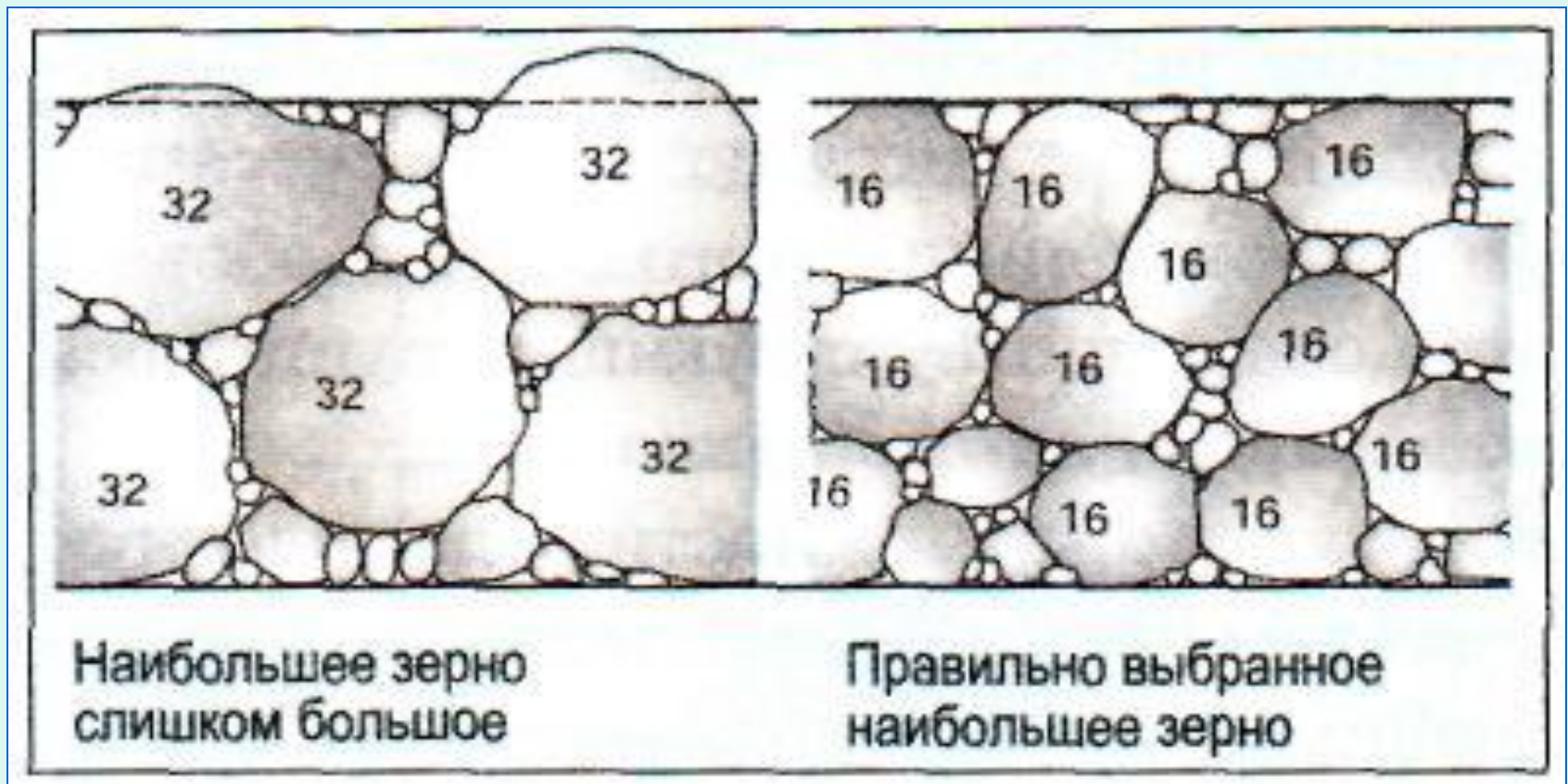
угловатая, кубической формы



Выбор наибольшего зерна заполнителя

Зависит от:

- ✓ Толщины бетонной конструкции
- ✓ Густоты ее армирования

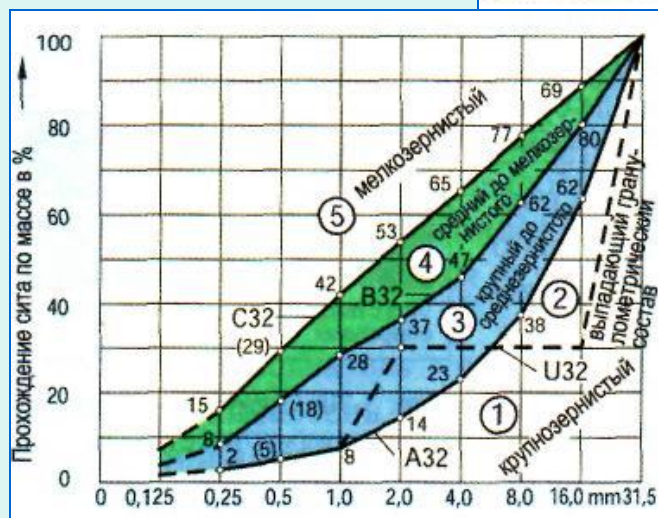
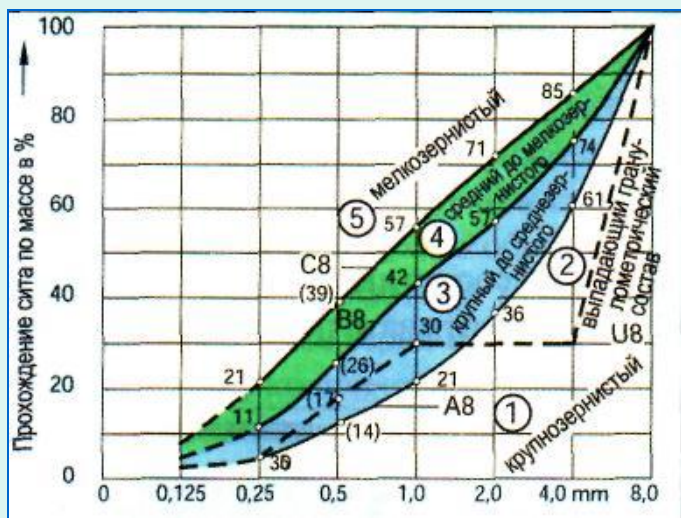
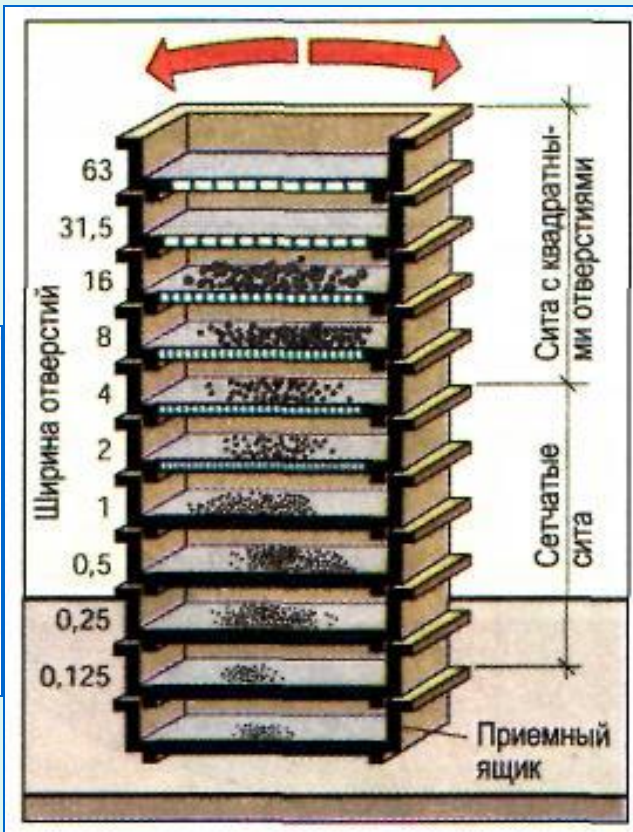


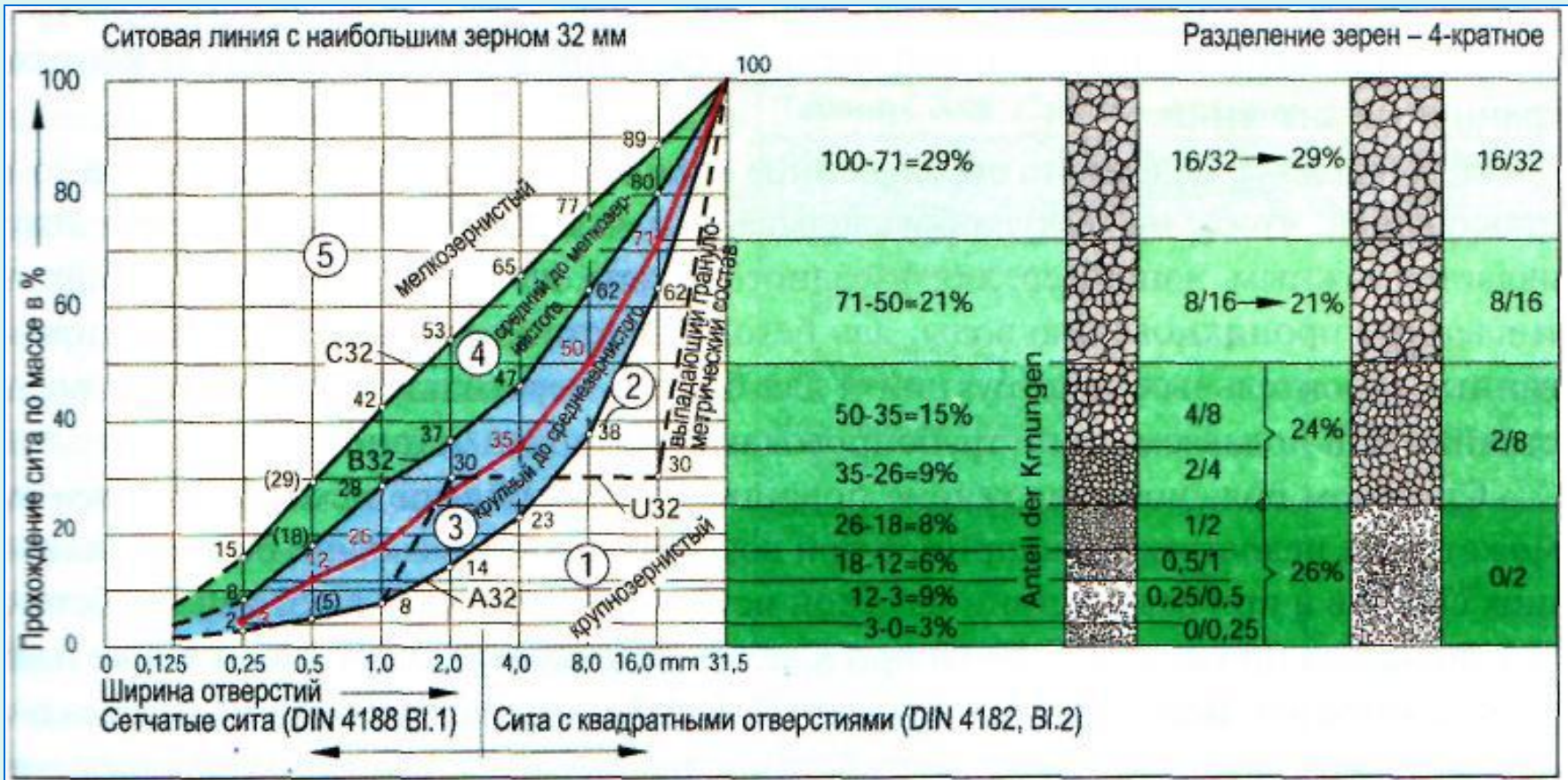
Выбор наибольшего зерна на примере бетонной плиты толщиной 50¹¹мм

Определение зернового состава заполнителя

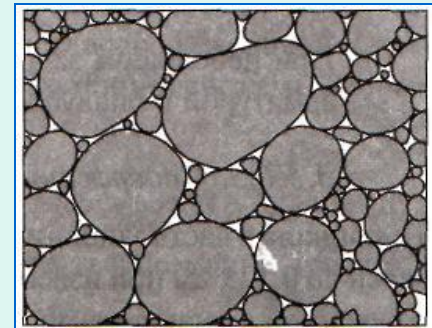
| Испытание | Общий остаток, г | Остатки на ситах, г | | | | | | | | |
|--|------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|------|-----|
| | | 0,25 | 0,5 | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 32,5 | 63 |
| Обозначение образца/зерновой группы 0/32 мм ③ «Крупно – до среднезернистого» | | | | | | | | | | |
| 1 | 10 000 | 9 740 | 8 770 | 8 190 | 7 360 | 6 480 | 4 950 | 2 900 | 0 | 0 |
| 2 | 10 000 | 9 670 | 8 800 | 8 210 | 7 440 | 6 500 | 5 000 | 2 840 | 0 | 0 |
| 3 | 10 000 | 9 690 | 8 830 | 8 200 | 7 400 | 6 520 | 5 050 | 2 960 | 0 | 0 |
| Сумма | 30 000 | 29 100 | 26 400 | 24 600 | 22 200 | 19 500 | 15 000 | 8 700 | 0 | 0 |
| Остаток, % | | 97 | 88 | 82 | 74 | 65 | 50 | 29 | 0 | 0 |
| Прохождение, % | | 3 | 12 | 18 | 26 | 35 | 50 | 71 | 100 | 100 |

Ситовые линии





- Крупный заполнитель для бетонной смеси должен состоять не менее чем из двух фракций. Чем больше число фракций содержит заполнитель, тем меньше в бетоне оказывается пустот.



Плотная зерновая структура 13

- **Специальные добавки, входящие в состав бетона, подразделяются на две группы.**

К первой группе относятся смеси, **улучшающие свойства** :

- пластифицирующие, увеличивающие подвижность;
- стабилизирующие, предупреждающие расслоение;
- регулирующие схватывание;
- воздухововлекающие и пенообразующие;
- гидрофобизирующие и антикоррозийные;
- противоморозные и др.

Они добавляются в количестве 0,1...2% от массы Ц.

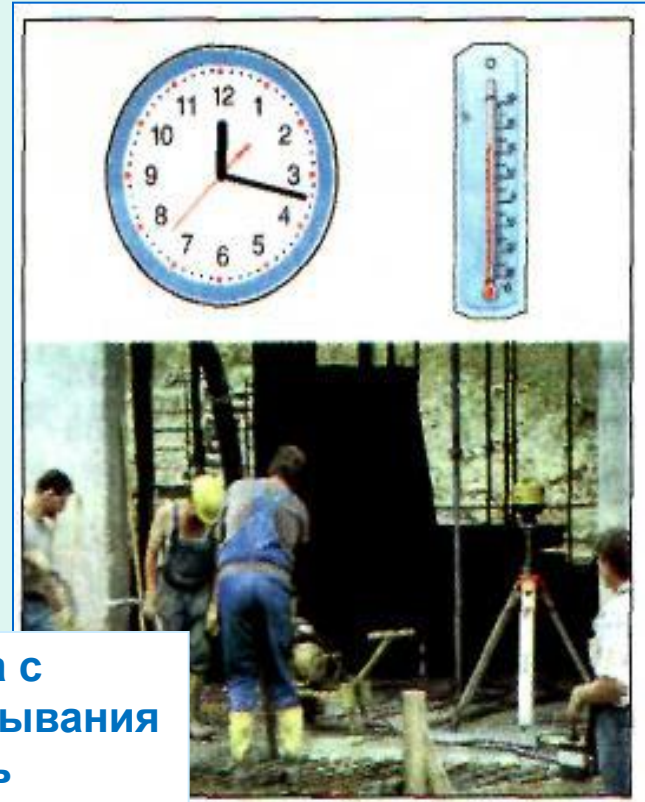
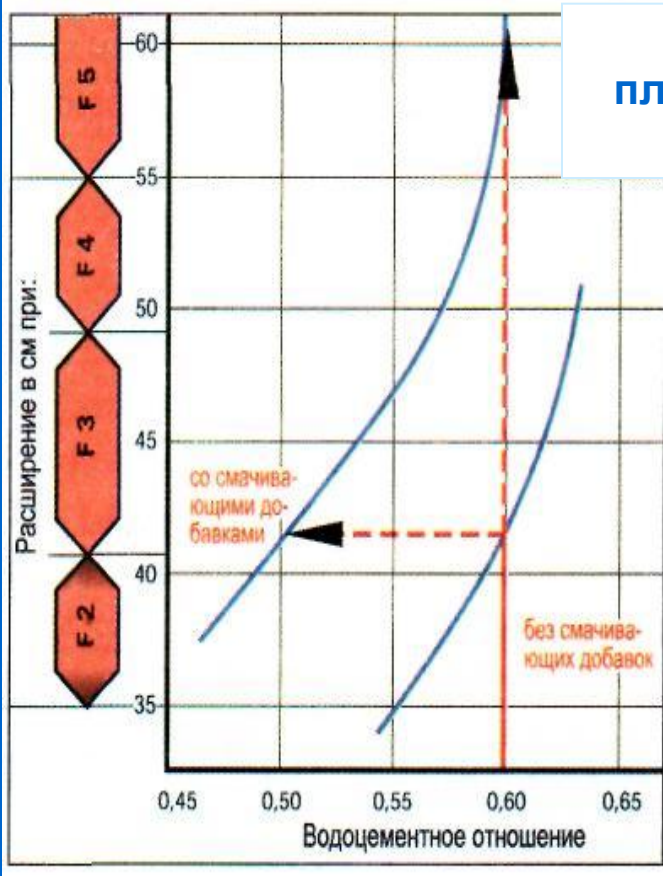
Ко второй группе относятся добавки, вводимые в количестве 5...20% **для экономии цемента**: золы, шлаки и специальные добавки, повышающие плотность, жаростойкость и т.д.

Применение пластифицирующих добавок

- **При одном и том же водоцементном отношении:**
- **повышение текучести свежего бетона при одном и том же содержании воды**
- **повышение расширяемости**
- **изменение консистенции**
- **более легкая и быстрая укладка свежего бетона**
- **Применение при тесном расположении арматуры и в тонких конструкциях**
- **Уменьшение водоцементного отношения:**
- **сохранение консистенции**
- **меньшее содержание воды**
- **меньшая усадка**
- **более высокая прочность на сжатие**
- **более высокая ранняя прочность**
- **более высокая плотность**
- **более высокая долговечность**

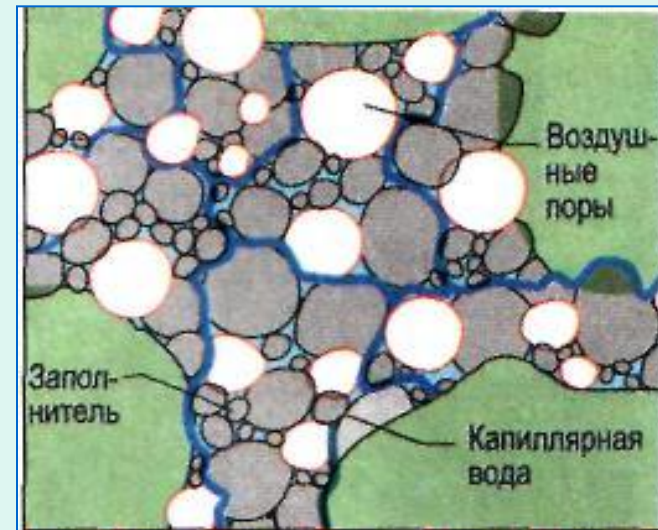
Применение в высокопрочном бетоне и в сборных бетонных элементах

Действие пластифицирующих добавок



Укладка бетона с замедлителем схватывания в летний день

Структура бетона с воздухововлекающими добавками (сильно увеличена)



Виды бетона по виду заполнителя

| Вид бетона | Заполнитель | Плотность, кг/дм ³ |
|--------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Нормальный | Щебень, гравий, песок | $> 2, \leq 2,5$ |
| Легкий бетон | Керамзит, вермикулит, аглопорит... | $\leq 2,0$ |
| Тяжелый | Железная руда, свинцовая дробь... | $> 2,5$ |

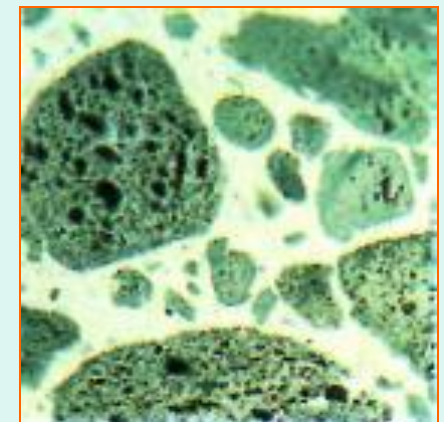
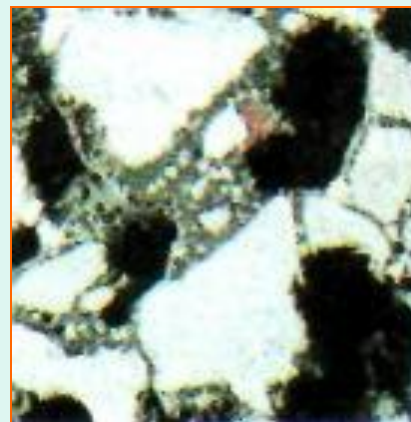
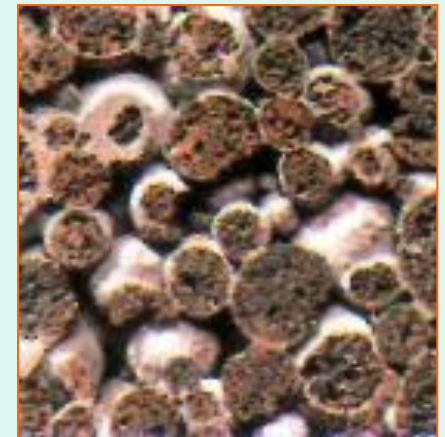
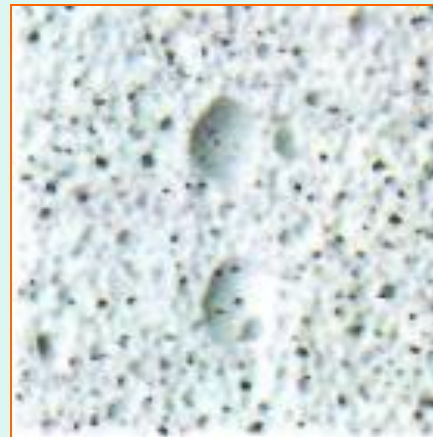


Легкий бетон

- Бетон с плотностью в сухом состоянии не более $2,0 \text{ т/м}^3$ и с заполнителем плотной или пористой структуры считается легким бетоном
- Легкий бетон в противоположность нормальному (тяжелому) бетону обладает большей пористостью. Кроме того, он отличается от нормального бетона по своему составу и свойствам.

Виды легкого бетона

- В соответствии с различными областями применения существуют различные легкие бетоны с различной пористостью. К ним относятся газобетон, легкий бетон с пористостью насыпи с плотным или пористым заполнителем и легкий бетон с плотной структурой и пористым заполнителем.



Бетонная смесь



Связность (Консистенция)

- связность — способность бетонной смеси сохранять свою однородность при транспортировании, погрузке, выгрузке, укладке и уплотнении.

То есть бетон не должен расслаиваться. Необходимое для определенной консистенции количество цементного клея зависит в основном от гранулометрического состава (ситовой линии) заполнителя.

- Богатые песком заполнители, например, для достижения одинаковой консистенции требуют больше цементного клея, чем менее богатые песком заполнители.
- Форма зерен и шероховатость их поверхности определяют требуемое количество бетонного клея. Смеси одинаковых ситовых линий из недробленого заполнителя для достижения одинаковой консистенции требуют меньшего количества цементного клея, чем заполнители из дробленого материала.
- Повышенное содержание цементного клея повышает риск образования усадочных трещин.
- **Уменьшить количество цемента не снижая связности и подвижности бетонной смеси можно добавкой пластификатора или золы - унос.**

Удобоукладываемость бетонной смеси



Удобоукладываемость бетона

Удобоукладываемость бетонной смеси: ПОДВИЖНОСТЬ ЖЁСТКОСТЬ



Снятие
формы

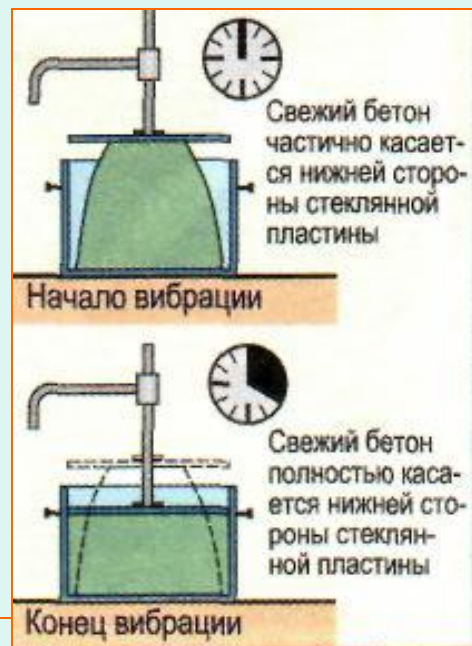


Измерение
разности
высот

Получение величины осадки конуса

- При **ИСПЫТАНИЯХ ПОДВИЖНОСТИ БЕТОННОЙ СМЕСИ** (испытания на осадку) резервуар в форме усеченного конуса высотой 30 см заполняется бетоном в три слоя, уплотняется по 25 ударов рейки каждый слой, после чего форма снимается. Время от заполнения формы до ее снятия должно составлять не более 150 секунд. Бетон осаживается после снятия формы, сохраняя очертания усеченного конуса. Величиной осадки конуса является расстояние от верхней грани резервуара до верхней части осевшего конуса из бетона.
- **ПОДВИЖНОСТЬ БЕТОННОЙ СМЕСИ** выражается в СМ осадки конуса.
- Испытания подвижности бетонной смеси проводятся для мягких и пластичных бетонов.

Удобоукладываемость бетонной смеси: ПОДВИЖНОСТЬ ЖЁСТКОСТЬ



- При ИСПЫТАНИЯХ ВЕБЕ (определение **ЖЁСТКОСТИ БЕТОННОЙ СМЕСИ** по времени осадки) для определения **КЛАССА ПО ВРЕМЕНИ ОСАДКИ** для данной консистенции (Вебе) металлическая форма в виде усеченного конуса заполняется, как и при испытаниях подвижности бетонной смеси, после чего она снимается с образца. Образец стоит в сосуде. Стеклопластина, которая может свободно двигаться в вертикальном направлении на рычаге, устанавливается на поверхность бетона. После этого включается вибростол. Время осадки (**в секундах**) — это время до того, как стеклянная пластинка будет полностью соприкоснуться с поверхностью бетона.
- Испытания Вебе подходят для бетона с жесткой и жесткопластичной консистенцией.

Фазы твердения бетона

- При смешении составных частей бетона из воды и цемента образуется **БЕТОННЫЙ КЛЕЙ (ЦЕМЕНТНОЕ ТЕСТО)**, который полностью обволакивает зерна заполнителя и заполняет пространство между ними. При твердении цементного клея возникает **СВЕЖИЙ БЕТОН** и **ТВЕРДЫЙ БЕТОН**. Так как для твердения необходима вода, говорят о **ГИДРАТАЦИИ**.
- Процесс твердения бетона происходит в три фазы: **СХВАТЫВАНИЕ, ЗАТВЕРДЕВАНИЕ и НАБОР ПРОЧНОСТИ**. В течение этого процесса образуются кристаллы, связывающие воду. В этом физико-химическом процессе высвобождается тепло (гидратационное тепло).
- **СХВАТЫВАНИЕ** начинается непосредственно после смешивания составляющих частей. Цементные зерна связываются по своей поверхности с частью воды в **ГИДРАТ**, который называют **ЦЕМЕНТНЫМ ГЕЛЕМ**.
- При **ЗАТВЕРДЕВАНИИ** гидраты срачиваются друг с другом все больше и больше и частично перекрывают пустоты между цементными зернами, называемые гелевыми порами. Одновременно из цементного геля образуются шестиугольные кристаллы, и пластичное цементное тесто затвердевает. Затвердевание может начинаться **не ранее 45 мин** после смешивания.

Твердение бетона



- **НАБОР ПРОЧНОСТИ** начинается с образования длиноволокнистых кристаллов (игольчатых кристаллов), которые соединяются своими волокнами друг с другом и, таким образом, образуют прочную структуру. Так из цементного геля образуется цементный камень.
- При наборе прочности зерна заполнителя фиксируются в своем положении. Набор прочности или гидратация оканчивается, когда все цементные зерна превращаются в цементный камень. Этот физико-химический процесс может продолжаться очень долго. □



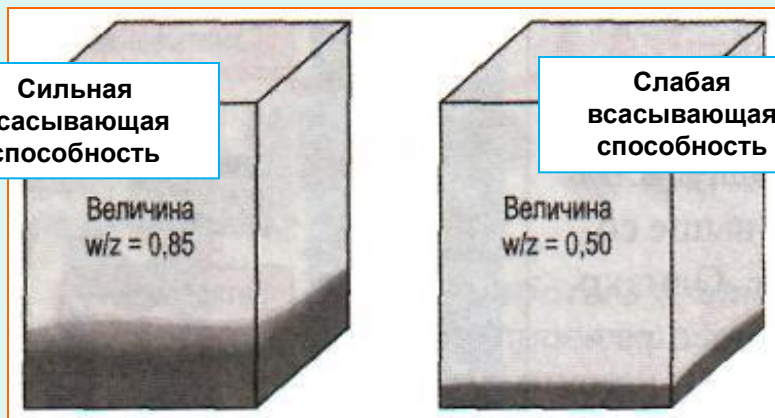
- Для окончательной гидратации необходимо наряду с созданием определенных температурных условий обеспечить бетон достаточным количеством воды. Например, портландцемент требует количество воды около 40% от его веса. Из этого количества около 25% связывается химически, около 15% остается в кристаллизации.
- Гидратация при высоких температурах протекает ускоренно, так как при этом быстрее могут образовываться длиноволокнистые гидраты. Следствием этого является более высокая начальная прочность. При низких температурах гидратация замедляется, поэтому начальная прочность достигается позже. При температурах ниже 5 °С гель уже не может образовываться.
- При досрочном высыхании бетона образование геля прерывается. Бетон «усыхает от жажды». Он не достигает требуемой конечной прочности, что например, видно по отслоению песка на поверхности бетона. Слишком малое количество воды, кроме того, может привести к уменьшению объема цементного геля, т.е. к усадкам. При этом вода высыхает в порах геля. Усадка тем больше, чем выше составляющая геля в общем объеме бетона. Однако если снова будет добавлена вода, то говорят о разбухании, т.е. об увеличении объема. Во всяком случае, разбухание значительно меньше усадки. Изменения объема могут привести к напряжениям в бетоне и к ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЮ.

Водоцементное отношение

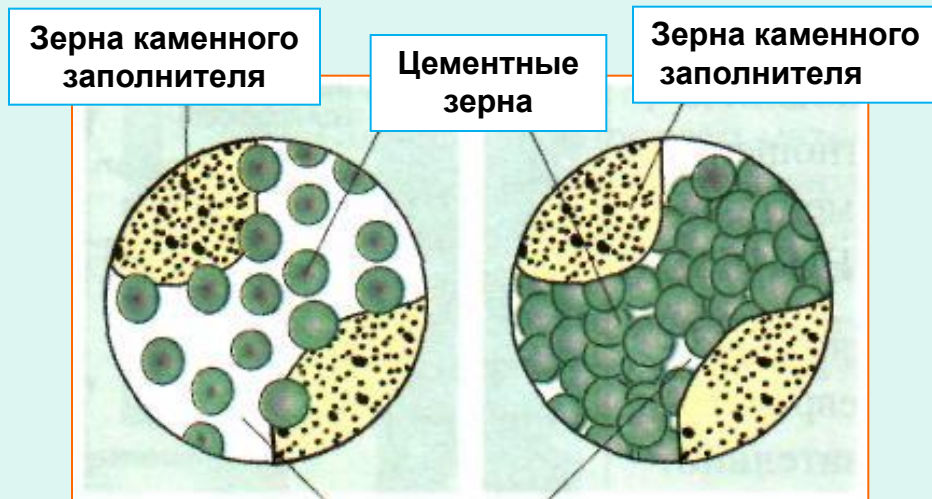
Отношение по массе количества воды к количеству цемента называют **ВОДОЦЕМЕНТНЫМ ОТНОШЕНИЕМ**:

Водоцементное отношение (В/Ц) = масса воды (кг) / масса цемента (кг);

Наиболее прочная структура образуется при водоцементном отношении, равном 0,4.



Бетон с различными значениями В/Ц



При высоких водоцементных отношениях пространство между двумя цементными зернами так велико, что оно не может быть заполнено при полной гидратации цемента. Остается **ИЗБЫТОЧНАЯ ВОДА**, которая испаряется и оставляет **ПУСТОТЫ**. Эти пустоты, называемые также **ПОРАМИ** или **КАПИЛЛЯРАМИ**.

Капиллярные поры в бетоне

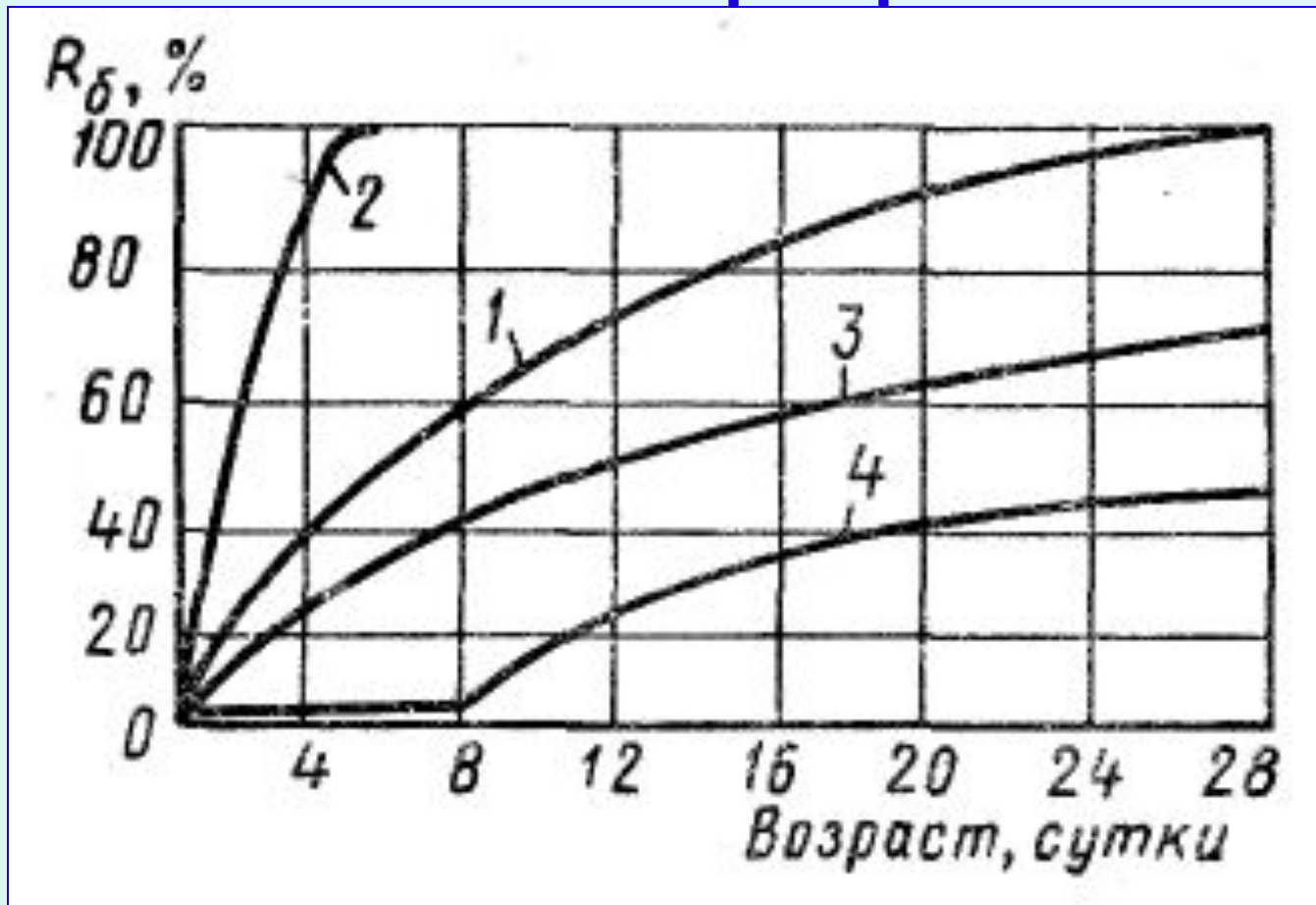
- ✓ Капилляры в бетоне вследствие высокого содержания воды и цемента ведут к **УМЕНЬШЕНИЮ ПРОЧНОСТИ НА СЖАТИЕ** затвердевшего бетона.
бетон с В/Ц = 0,75 имеет только половину прочности бетона с В/Ц = 0,40.
- ✓ Прибавляется также способность бетона всасывать воду. Это приводит в железобетоне к **ОПАСНОСТИ КОРРОЗИИ** арматуры.
для защиты арматуры от коррозии следует выдерживать значение В/Ц до 0,60.
- ✓ Слишком высокое содержание цемента в бетоне, кроме того, не только не экономично, но и невыгодно, потому что цемент при твердении усаживается. При этом повышается опасность **ОБРАЗОВАНИЯ УСАДОЧНЫХ ТРЕЩИН**.

- Прочность бетона R_b зависит главным образом от трех факторов: количества цемента C , его активности R_c и водоцементного отношения V/C . При увеличении C/V конечная прочность бетона возрастает, при увеличении V/C — снижается.

$$R_b = A \cdot R_c (C/V - 0,5)$$

- Кроме того, на прочность бетона оказывают влияние свойства заполнителей, способы перемешивания, доставки, укладки бетонной смеси, условия твердения и др. факторы.

Влияние температуры окружающей среды на интенсивность набора прочности бетона



1 - при нормальных условиях 15...20 °C,

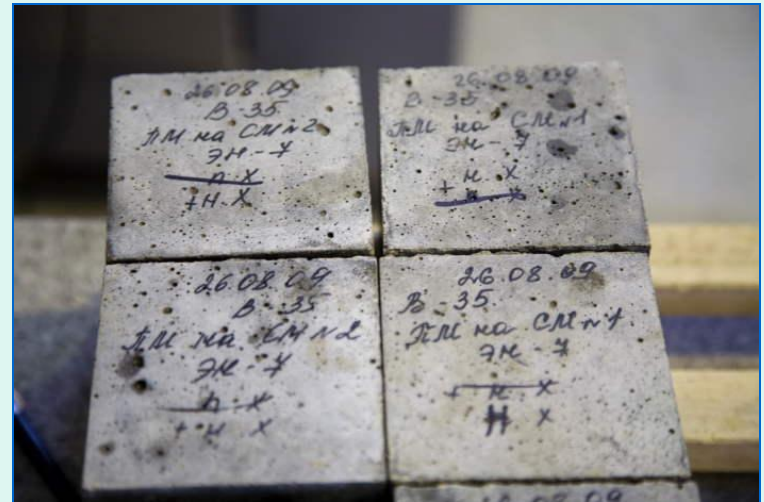
2 - при 40 °C, **3** - при 12 °C,

4 - при замораживании и дальнейшем оттаивании

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОНА



КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОНА



Классы и марки бетонов

| Классы бетона по прочности | Средняя прочность бетона данного класса, кгс/см ² | Ближайшая марка бетона по прочности |
|----------------------------|--|-------------------------------------|
| Сжатие | | |
| B0,35 | 5,01 | M5 |
| B0,75 | 10,85 | M10 |
| B1 | 14,47 | M15 |
| B1,5 | 20,85 | M25 |
| B2 | 28,94 | M25 |
| B2,5 | 32,74 | M35 |
| B3,5 | 45,8 | M50 |
| B5 | 65,5 | M75 |
| B7,5 | 98,2 | M100 |
| B10 | 130,97 | M150 |
| B15 | 196,5 | M200 |
| B20 | 261,9 | M250 |
| B22,5 | 294,5 | M300 |
| B25 | 327,4 | M350 |
| B30 | 392,9 | M400 |
| B35 | 458,4 | M450 |
| B40 | 523,9 | M550 |
| B45 | 589,4 | M600 |
| B50 | 654,8 | M700 |
| B55 | 720,3 | M700 |
| B60 | 785,8 | M800 |
| B65 | 851,5 | M900 |
| B70 | 917,0 | M900 |
| B75 | 932,5 | M1000 |
| B80 | 1048,0 | M1000 |

- Для перехода от класса бетона к средней прочности бетона (МПа) необходимо B разделить на $0,778$. Например, для для класса $B5$ средняя прочность $5 / 0,778 = 6,43$ МПа

Приспособление УРИ

Предназначено для испытания на растяжение при изгибе бетонных балочек 100x100x400мм по ГОСТ 10180-90.



| Классы бетона по прочности | Средняя прочность бетона данного класса, кгс/см ² | Ближайшая марка бетона по прочности |
|----------------------------|--|-------------------------------------|
| Осевое растяжение | | |
| Bt0,4 | 5,2 | P5 |
| Bt0,8 | 10,5 | P10 |
| Bt1,2 | 15,7 | P15 |
| Bt1,6 | 20,9 | P20 |
| Bt2,0 | 26,2 | P25 |
| Bt2,4 | 31,4 | P30 |
| Bt2,8 | 36,7 | P35 |
| Bt3,2 | 41,9 | P40 |
| Bt3,6 | 47,2 | P45 |
| Bt4,0 | 52,4 | P50 |

Классы и марки бетонов на осевое растяжение

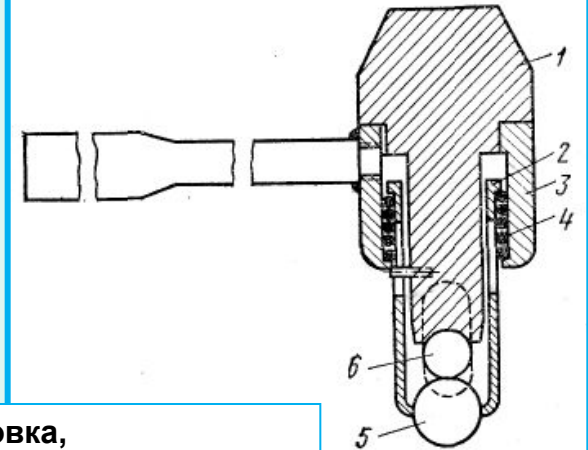
ВЛАГОМЕР



- **Важнейшими факторами, оказывающими влияние на качество бетона на данном этапе, являются условия и длительность твердения. Условия твердения считают нормальными, если бетон находится в теплой и влажной среде. При преждевременном высыхании или замерзании взаимодействие цемента с водой прекращается, что отрицательно сказывается на строении и свойствах бетона.**

Неразрушающие методы контроля прочности бетона:
с помощью ультразвука,
методом упругого отскока,
методом пластических деформаций с помощью эталонных молотков с шариком
5 по размерам вмятин на бетоне и на эталонном стержне 6.
Молоток Кашкарова — инструмент

предназначенный для определения прочности ЖБИ, либо монолитного железобетона. Состоит из сменного металлического стержня с известной прочностью (эталонный стержень), индентора (шарика), стакана, пружины, корпуса с ручкой и головки. Согласно ГОСТ 22690-88 длина молотка 300 мм, вес 0,9 кг. Принцип действия: молотком наносится удар по поверхности бетона. При помощи углового масштаба или измерительной лупы замеряется размер отпечатков, получившихся на бетоне и стержне. Зная прочность стержня из соотношения диаметров отпечатков вычисляется прочность бетона.



- 1 — головка,
- 2 — стакан,
- 3 — корпус,
- 4 — пружина,
- 5 — шарик,
- 6 — эталонный стержень



Склерометром определяют прочность бетона на основе его твердости путем царапания по его поверхности.

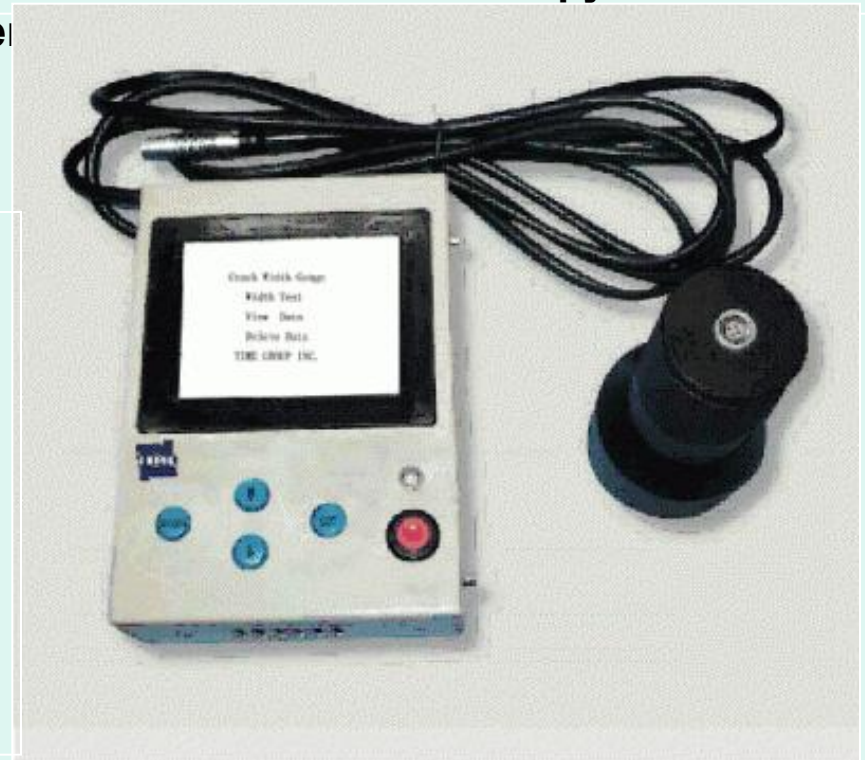
Измеритель глубины трещины в бетоне TC200

TC200 - предназначен для измерения глубины трещины в бетоне на основе принципа акустической дифракции. В то же самое время, также используется для измерения скорости распространения ультразвуковой волны в бетоне. Этот прибор интеллектуальное оборудование для неразрушающего контроля, обладающее функциями автоматического обнаружения, сохране



Измеритель ширины трещины TC400

TC400 - предназначен для автоматического обнаружения поверхностных трещин на различных строительных материалах в режиме реального времени и наблюдением за процессом образования трещин. Этот прибор интеллектуальное оборудование для неразрушающего контроля, обладающее функциями автоматического обнаружения, сохранения и вывода данных.



Основные показатели качества бетонов

| Показатели качества бетона | Классы, марки | Нормативно-технические документы по определению качества |
|-----------------------------------|--|--|
| По прочности на сжатие | B0,35; B0,5; B0,75; B1,0; B1,5; B2,0; B2,5; B3,5; B5; B10; B12,5; B15; B20; B22,5; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60; B65; B70; B75; B80; B85; B90 | ГОСТ 10180; ГОСТ 17624; ГОСТ 22783; ГОСТ 28570; ГОСТ 18105 |
| По прочности на осевое растяжение | $B_{t0,4}$; $B_{t0,8}$; $B_{t1,2}$; $B_{t1,6}$; $B_{t2,0}$; $B_{t2,8}$; $B_{t3,2}$; $B_{t3,4}$; $B_{t3,6}$; B_{t4} | - |
| По морозостойкости | F15; F25; F35; F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500; F600; F800; F1000 | ГОСТ 10060; ГОСТ 7025; ГОСТ 26134 |
| По водонепроницаемости | W2; W4; W6; W8; W12; W14; W16; W18; W20 | ГОСТ 12730.5 |
| По средней плотности | D200; D300; D400; D500; D600; D700; D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D1400; D1500; D1600; D1700; D1800; D1900; D2000; D2200; D2400; D2600; D2800; D3000; D3500; D4000; D4500; D5000 | ГОСТ 12730.2, ГОСТ 17623, ГОСТ 27005 |

Силосы цемента



Силос для
заполнителя

Мешалка

Бетонный завод
(схема)



ДОЗИРОВКА
составляющих бетона
производится по массе в
кг с помощью
управляемых дозаторных
установок
Вода затворения, которая
не должна содержать
вредных для бетона
составляющих, измеряется
счетчиком воды в **м³**.

БЕТОН заказывается по СВОЙСТВАМ.

При этом переработчик бетона определяет требования, которым он должен соответствовать на основе ГОСТ . При этом для нормального бетона необходимо представить следующие данные.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

- ✓ **Класс прочности на сжатие.**
- ✓ **Класс экспозиции.**
- ✓ **Номинальная величина наибольшего зерна заполнителя.**
- ✓ **Класс консистенции**
- ✓ **Вид применения бетона (например, неармированный бетон, железобетон, предварительно напряженный бетон).**

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

- ✓ **Вид цемента и класс цемента.**
- ✓ **Развитие прочности.**
- ✓ **Развитие тепла во время гидратации.**
- ✓ **Задержка твердения.**
- ✓ **Сопротивление проникновению воды.**
- ✓ **Сопротивление истиранию.**
- ✓ **Разрывная прочность на растяжение.**
- ✓ **Другие технические требования (например, особый метод укладки, особые требования по отделке поверхности).**

БЕТОН заказывается **ПО СОСТАВУ**.

Изготовитель гарантирует заказанный состав бетона. При этом заказчику следует представить следующие данные.

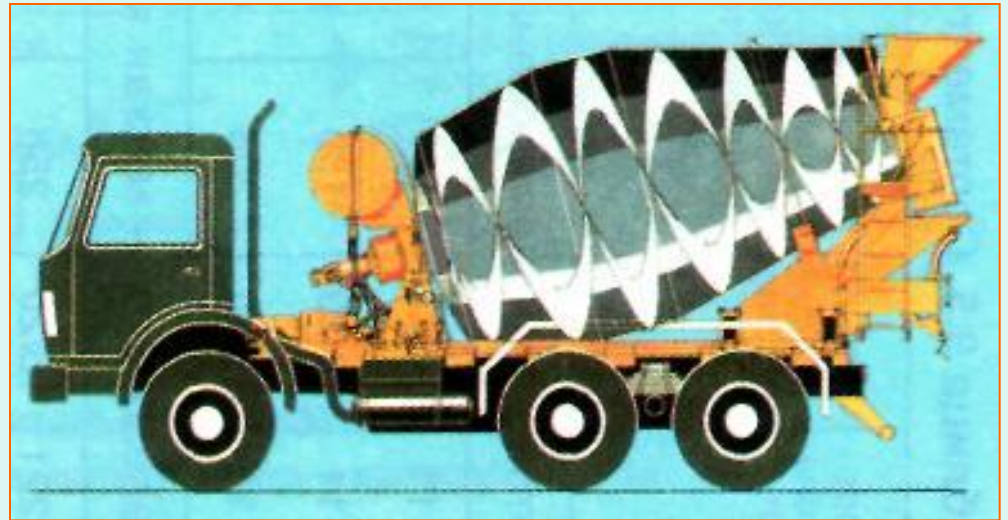
ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

- ✓ Требования по соответствию ГОСТ
- ✓ Содержание цемента.
- ✓ Вид цемента и класс прочности цемента.
- ✓ Величина В/Ц или класс консистенции.
- ✓ Вид заполнителя.
- ✓ Номинальная величина наибольшего зерна заполнителя.
- ✓ Применение добавок или дополнительных материалов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

- ✓ Происхождение исходных материалов для бетона.
- ✓ Дополнительные требования к заполнителю.
- ✓ Требования к температуре свежего бетона при поставке.
- ✓ Другие технические свойства.

Транспортировка



- Смешанный на заводе свежий бетон доставляется на стройплощадку в транспортных бетономешалках (автомиксерах)
- Приготовленный на площадке бетон может перевозиться на стройплощадку в простых грузовиках - самосвалах. Во время перевозки бетон следует защищать от вредных погодных воздействий (жара, холод, осадки, ветер). Особенно следует следить за тем, чтобы цементный клей не пропададал.

КОНТРОЛЬ ПОСТАВЛЕННОГО БЕТОНА



- Перед разгрузкой автомиксера отбирается пробное количество свежего бетона для его испытания и проверяется его консистенция.
- Если консистенция бетона к моменту его передачи выше указанной в заказе, то бетон отправляется обратно.
- В случае бетонов жесткой консистенции **ГОСТ** допускает изменение консистенции. Это относится к внесению добавок и воды под ответственность изготовителя.
- Для этого автомиксер должен быть оборудован предназначенным для этой цели дозатором.
- После внесения добавок бетон должен быть снова перемешан. Дополнительное внесение добавок должно быть отмечено в накладной.

- **На площадке следует следить за тем, чтобы автомиксеры полностью освобождались от бетона не позже чем через 90 минут после первого добавления воды к цементу. При перевозке бетона в автомобилях без мешалки бетон жесткой консистенции должен разгружаться не позже чем через 45 минут после смешивания. При теплой погоде или сильном солнечном облучении это время должно быть сокращено, чтобы избежать высыхания бетона.**