

**КАЗАХСКАЯ ГОЛОВНАЯ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ**

**ДИСЦИПЛИНА «ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНА – 1»
ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА**

Акад.проф. Колесникова И.В.

Прочность бетона в проектном возрасте характеризуют классами по прочности:

- на сжатие
- осевое растяжение,
- растяжение при изгибе

Класс – значение предела прочности из номинального ряда, гарантированное с обеспеченностью 0,95.

Класс бетона по прочности соответствует значению кубиковой прочности бетона на сжатие (МПа) с обеспеченностью 0,95.

Класс бетона обозначается буквой английского алфавита **B**.

ГОСТ 25192-12 «Бетоны. Классификация и общие технические требования» - с 01.07.13.

По прочности:

- средней прочности (класс по прочности при сжатии не более В50;
- высокопрочные (класс по прочности при сжатии более В55)

По скорости набора прочности:

- быстротвердеющие
- медленнотвердеющие

Определяется как отношение прочности бетона в возрасте 2 сут к прочности бетона в возрасте 28 сут., соответственно более 0,4 и не менее 0,4

КЛАССЫ БЕТОНОВ - ГОСТ 26633-2012

классы прочности на сжатие в проектном возрасте:

B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55;
B60; B70; B80; B90; B100.

Примечание - Допускается применение бетона промежуточных классов по прочности на сжатие B22,5 и B27,5;

на классы прочности на осевое растяжение:

0,8; 1,2; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8; 3,2; 3,6; 4,0,

на классы прочности на растяжение при изгибе:

0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8; 3,2; 3,6; 4,0; 4,4; 4,8; 5,2; 5,6;
6,0; 6,4; 6,8; 7,2; 8,0;

Для железобетонных конструкций рекомендуется применять класс бетона по прочности на сжатие не ниже В15

В европейских нормах 206-1 установлены классы для тяжелых бетонов от С8/1- до С100/115, для легких бетонов от LC8/9 до LC80/88: в числителе предел прочности образцов-цилиндров, в знаменателе – образцов-кубов

Соотношение между В/ R_y (средний уровень прочности) определяется по ГОСТ 18105 «Бетоны. Правила контроля прочности» в зависимости от коэффициента вариации прочности и вида бетона .
Для конструкционных бетонов он может составлять : от 1,1 до 1,64

$$B=R(1 - tv),$$

Где В-класс бетона по прочности, МПа;

R-средняя прочность, МПа;

t-коэффициент, характеризующий принятую при проектировании обеспеченность класса бетона;

v-коэффициент вариации прочности бетона.

Коэффициент вариации прочности бетона - V

Предел прочности бетона одного класса при массовом производстве в том числе при использовании одних и тех же материалов **не является постоянной величиной.**

Свойство любой однородной продукции иметь некоторое отклонение значений показателей называется статистической изменчивостью однородной продукции.

СИОП - является следствием погрешности дозирования, неоднородности уплотнения, недостаточно точного учета влажности заполнителей, ошибки измерения и ряда других факторов.

Среднеотраслевое значение коэффициента вариации $V=13,5\%$

Бетонные смеси **высшей категории** качества должны иметь коэффициент вариации не более **9%**.

В осенне-зимний период коэффициент вариации на 2-3% выше, чем в весенне-летний

Коэффициент вариации зависит от класса бетона

Для определения предела прочности бетона используются образцы:

кубы, призмы, цилиндры

Для перехода от класса бетона (В) к средней прочности (R_{сж}) при сжатии образцов 15х15х15 см (при нормативном коэффициенте вариации 13,5 % и t=0,95) следует применять формулу:

$$R_{сж} = B / 0,778$$

Например: для класса В5 (М75) – R_{сж}=6,43 МПа; В 7,5 (М100) R_{сж}=9,64 МПа; В25 (300) R_{сж}=32,13 МПа; В40 (М500) R_{сж}=51,4 МПа.

Переходные коэффициенты при испытаний на прочность при сжатии

Размер куба, см	10х10х10	15х15х15 базовый размер	20х20х20
Коэффициент	0,85	1,0	1,05

*кубы размером 15х15х15 см принимают в том случае, когда наибольшая крупность зерен заполнителя 40 мм.

**на производстве необходимо обеспечивать среднюю прочность или заданную марку бетона.

**превышение заданной прочности допускается не более 15 %, т.к. это ведет к перерасходу цемента.

Коэффициенты перехода ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

Вид напряженного состояния	Коэффициент перехода			
	Сжатие	Растяжение осевое	Растяжение при изгибе	Растяжение при раскалывании
Сжатие	1,00	0,07	0,12	0,08
Растяжение осевое	14,28	1,00	1,82	1,20
Растяжение при изгибе	8,33	0,55	1,00	0,67
Растяжение при раскалывании	12,50	0,83	1,50	1,00

Предел прочности зависит от:

- прочности цементного камня
- прочности заполнителя
- величины сцепления между цементным камнем и заполнителем

Прочность цементного камня зависит от

- вида и активности (предела прочности) цемента
- пористости цементного камня, которая в свою очередь зависит от В/Ц в бетоне и объема вовлеченного воздуха

Прочность заполнителя зависит от

- минералогического состава (природы заполнителя)
- пористости заполнителя (для легких бетонов)

Величина сцепления между цементным камнем и заполнителем зависит от

- минерального состава клинкера цемента
- от формы и поверхности зерен заполнителя
- наличия тонкодисперсных примесей

Традиционно для определения предела прочности бетона используемая зависимость, предложенная Б.Г.Скрамтаевым, П.Ф.Шубенкиным, Ю.М. Баженовым, 1966 г.

Определение предела прочности производится для бетона в проектном возрасте: для цементных бетонов – 28 суток.

$$R_6 = AR_{ц}(\frac{Ц}{В} - 0,5),$$

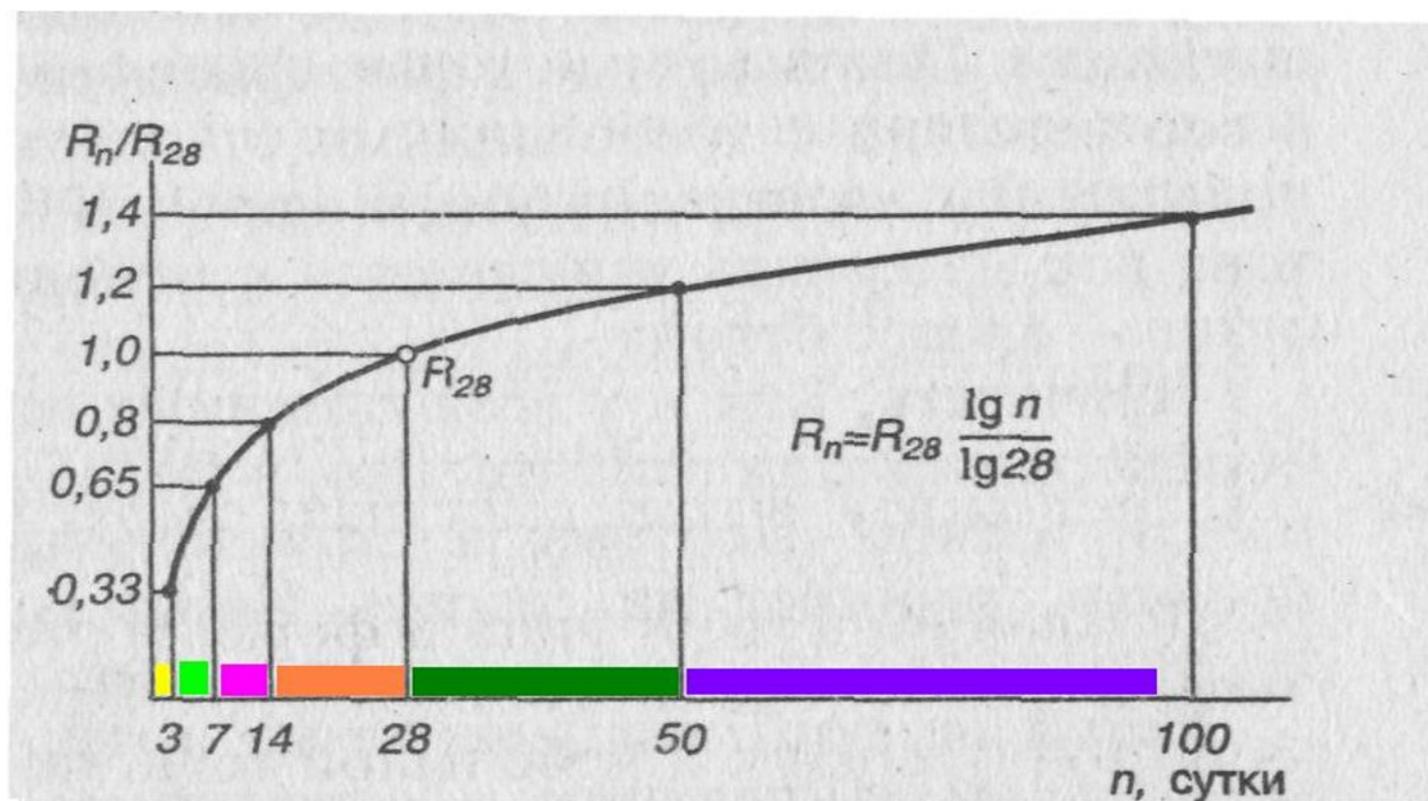
$$R_6 = A_1 R_{ц}(\frac{Ц}{В} + 0,5).$$

Для практических целей рекомендуется использовать простую зависимость, удобную для применения в программных продуктах (см раздаточный материал)

Для определения зависимости прочности бетона при сжатии от рецептурных и технологических факторов рекомендуется, например, зависимость:

$$R = k_1 k_2 k_3 k_{sp} k_4 k_d k_{ц} k_R (1-BB)^{3,3} \alpha R_{ц} / (B/Ц)^{1,39}$$

- k_1 – к-т, учитывающий влияние различных условий уплотнения в лаборатории и при производстве (0,85-1,1)
- k_2 - к-т, учитывающий влияние геометрии конструкции (0,85-1,0)
- k_3 - к-т, учитывающий влияние различных условий твердения бетона в лаборатории (НУ) и при производстве (0,85-1,05)
- k_{sp} - к-т, учитывающий влияние различных суперпластификаторов на предел прочности бетона (0,5-1,2). Для бетонов следует использовать пластификаторы, обеспечивающие значение не ниже 0,9. Величина коэффициента определяется индивидуальной совместимостью цемента и суперпластификатора
- k_4 - к-т, учитывающий влияние способа укладки бетонной смеси (кран-бадья, ленточный конвейер, бетононасос) на предел прочности бетона (0,9-1,05)
- k_d - к-т, учитывающий влияние добавок (кроме пласт-ров) (0,85-1,15)
- k_{II} - к-т, используемый при определении активности цемента по соотв.ГОСТ
- k_R - к-т, учитывающий влияние прочности заполнителей (1-гранит, 1,05-1,3-базальт, 1,15-диабаз, 1,2-габбро). Определяется при значениях $V \setminus Ц$ менее 0,3
- V_B – объем вовлеченного воздуха (менее 0,07)
- a – к-т учитывающий содержание ПГ и вид заполнителя (0,23-0,3)
- R_c – активность цемента по ГОСТ 310.4, МПа
- $V, Ц$ – расход воды и цемента



Методы определения прочности по ГОСТГОСТ 10180-2012

Метод	Форма образца	Номинальные размеры образца, мм
Определение прочности на сжатие и на растяжение при раскалывании	Куб	Длина ребра: 100; 150; 200; 250; 300
	Цилиндр	Диаметр : 100; 150; 200; 250; 300 Высота
Определение прочности на осевое растяжение	Призма квадратного сечения	100х100х400; 150х150х600; 200х200х800; 250х250х1000; 300х300х1200
	Цилиндр	Диаметр : 100; 150; 200; 250; 300 Высота , равная 2
Определение прочности на растяжение при изгибе и при раскалывании	Призма квадратного сечения	100х100х400; 150х150х600; 200х200х800; 250х250х1000; 300х300х1200

При расчете пределов прочности как результат испытаний образцов различной геометрии используются **масштабные коэффициенты** для приведения прочности бетона в образцах базовых размеров и формы (см. справочный материал)

Поправочный коэффициент для ячеистого бетона учитывает влажность образцов в момент испытания.

Влияние скорости нагружения на предел прочности

Согласно стандарта скорость нагружения устанавливается в пределах 0,2-0,8 МПа/сек, так, чтобы общее время нагружения составляло не менее 30 сек.

Такая прочность называется **кратковременной**

Прочность при ударе, сейсмическом воздействии оценивается

динамической прочностью - в 1,05...2,2 раза больше кратковременной

При длительном воздействии постоянного по величине напряжения (при длительно действующей нагрузке в эксплуатационных условиях) бетон

характеризуется **уровнем длительной прочности (реальной прочностью бетона) -**

Составляющей 0,72...0,85 от кратковременной прочности

При стесненных условиях развития деформаций (например, в трубобетонных изделиях) прочность характеризуется **пределом прочности при многоосном напряжении – его значения всегда выше, чем прочность при осевом сжатии**

При воздействии циклических нагрузок (мосты, дорожные, аэродромные покрытия, фундаменты под оборудование и т.п.) определяется **предел прочности при циклическом действии нагрузки (выносливость)**.

Соотношение между кратковременной прочностью и пределом прочности бетона при циклическом воздействии определяется через коэффициент асимметрии цикла- соотношения минимального и максимального напряжений (определяют, используя справочные и экспериментальные данные).

Предел выносливости определяется количеством циклов до разрушения и зависит от коэффициента асимметрии цикла, свойств, определяющих трещиностойкость бетона – предел прочности при растяжении, сцепление цементного камня с заполнителем, модуль упругости, влажное состояние.

Основы физики прочности бетона при сжатии см. видеоматериал,
основную литературу. Конспект самостоятельно.