

Международная образовательная корпорация (Казахская головная архитектурно-строительная академия)

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНА ПО СНиП И ЕВРОНОРМАМ

В данной статье рассматривается порядок установления нормативных и расчетных характеристик бетона по СНиП и ЕКБ/ФИП.

Ключевые слова: бетон; характеристика бетона; СНиП и ЕКБ/ФИП.

BASIC CHARACTERISTICS of CONCRETE by CONSTRUCTION NORMS AND REGULATIONS AND EURONORMS

International Education Corporation (Kazakh leading academy of architecture and civil engineering)

In this article the order of establishment of standard and settlement characteristics of concrete on Construction Norms and Regulations and CEB/FIP is considered.

Keywords: concrete; characteristics of concrete; Construction Norms and Regulations and CEB/FIP.

Краткая история развития метода расчета. Первые нормы и технические условия на проектирование железобетонных конструкций появились в России в 1907-1908гг. Нормы тогда были основаны на расчете конструкций по допускаемым напряжениям. Начиная с 1920 г. в нашей стране появились принципиально новые методы расчета железобетона с учетом неупругих деформаций. Обширные исследования железобетонных конструкций позволило разработать новую методику расчета по разрушающим усилиям. Этот принцип положен в основу норм и технических условий проектирования железобетонных конструкций в 1934-1938гг.

Дальнейшим развитием теории железобетона стал созданный в СССР в 1955 г. единый метод расчета конструкций по предельным состояниям. Ныне действующие в нашей стране строительные нормы и правила основана именно на этот метод [1].

В настоящее время во многих странах используется метод расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям. Данный метод расчета был положен в основу рекомендаций ЕКБ/ФИП.

Европейский комитет по железобетону (ЕКБ) был основан в 1953г. Цель создания ЕКБ – обобщить накопленный опыт и знания в области проектирования железобетонных конструкций конструкторов-проектировщиков передовых стран.

Международная федерация предварительного железобетона (ФИП) учитывая огромную работу ЕКБ по усовершенствованию расчета железобетона, в 1970г. представил Международные единые рекомендации ЕКБ/ФИП по расчету и реализации сооружений из железобетона. Несмотря на некоторые недостатки, Международные единые рекомендации ЕКБ/ФИП имели важное значение и оказали большое влияние на развитие Национальных норм расчета железобетонных конструкций во многих странах.

При дальнейшей разработке норм и технических условий было решено создать единый Кодекс-образец Международных технических норм для железобетонных конструкций при сотрудничестве с другими техническими организациями, на основе которого появилась новая редакция в 1978г.

В настоящее время Кодекс-образец 1978г. представляет собой проверенную основу для выработки Национальных норм, соответствующих требованиям международного уровня [2].

Бетон для железобетонных конструкций. Характеристики бетона по СНиП. К бетонам предъявляются требования достаточной прочности, хорошего сцепления с арматурой, необходимой плотности для защиты арматуры от коррозии, а при эксплуатации в особых условиях — требования по морозо- и жаростойкости, стойкости при агрессивных воздействиях и т.д. Бетоны подразделяются по структуре, зерновому составу, условиям твердения и т.п.

Строительные нормы и правила (СНиП) приложимы к проектированию, как обычных железобетонных конструкций, так и предварительно напряженных, с использованием тяжелых, мелкозернистых и легких бетонов.

Физико-механические свойства бетона рассматриваются во взаимосвязи с его структурой, определяемой количеством воды, количеством и видом цемента, количеством, видом и прочностными характеристиками заполнителей.

Бетоны делятся на марки и классы. Марки устанавливаются в зависимости от назначения и условий эксплуатации конструкции и различаются по плотности D , по водонепроницаемости W , по морозостойкости F и по самоупрочению S_p .

Классы бетона устанавливаются по прочности на осевое сжатие B и на осевое растяжение B_t . Прочность бетона на осевое сжатие является ценным свойством, поэтому СНиП принимают ее в качестве основной характеристики. Этот показатель определяется как временное сопротивление сжатию бетонных кубов с размером ребра 15 см, испытанных через 28 дней хранения при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ по государственному стандарту с учетом статистической изменчивости прочности. Для установления класса бетона на сжатие испытывается большое количество образцов, строится кривая распределения Гаусса (рис.1), на основании которой рассчитывается наименьшее контролируемое значение временного сопротивления бетона, которое принимается за класс B . При этом доверительная вероятность должна быть не ниже 0,95.

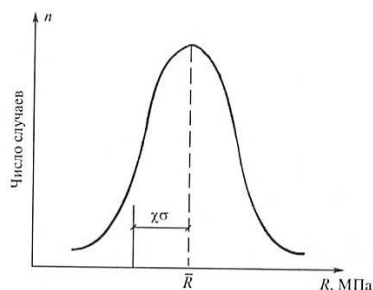


Рис – 1. Кривая распределения прочности бетона

Статистическая изменчивость прочности устанавливается следующим образом. По результатам испытания серии образцов определяют среднее значение временного сопротивления \bar{R} . По отклонениям сопротивлений каждого образца R_i от среднего сопротивления \bar{R} определяют среднее квадратичное отклонение или стандарт σ .

За значение класса бетона B принимают наименьшее контролируемое значение временного сопротивления, уменьшенное от среднего на величину $\chi\sigma$ (рис. 1). Следовательно, класс определяется по формуле

$$B = \bar{R} - \chi\sigma = \bar{R}(1 - \chi\nu), \quad (1)$$

где $\nu = \sigma/\bar{R}$ — коэффициент вариации прочности; χ — число стандартов.

Таким образом, класс бетона, определяемый таким способом, является нормативным кубиковым сопротивлением.

В расчетах конструкций используется призмная прочность бетона, нормативное значение которой устанавливается согласно его классу (нормативной кубиковой прочности) по эмпирической формуле

$$R_{bn} = B(0.77 - 0.00125B). \quad (2)$$

Нормативное сопротивление осевому растяжению также определяется по классу бетона:

$$R_{btn} = k_1 k_2 \sqrt[3]{B^2}, \quad (3)$$

где $k_1 = 0,8$ — для бетонов класса В35 и ниже; $k_1 = 0,7$ — для бетонов класса В40 и выше; $k_2 = 0,5$ при R_{btn} (в кг/см²); $k_2 = 0,234$ при R_{btn} (в МПа).

Сопротивление бетона для расчета конструкций по 1-ой группе предельных состояний определяется делением нормативных сопротивлений на коэффициенты надежности по бетону (при сжатии $\gamma_{bc} = 1,3$, при растяжении $\gamma_{bt} = 1,5$).

$$R_b = \frac{R_{bn}}{\gamma_{bc}} = \frac{R_{bn}}{1,3}; \quad R_{bt} = \frac{R_{btn}}{\gamma_{bt}} = \frac{R_{bn}}{1,5}. \quad (4)$$

Расчетные сопротивление бетонов высоких классов В50, В55, В60 умножаются соответственно на дополнительные понижающие коэффициенты 0,95; 0,925 и 0,90.

Соппротивление бетона для расчета по 2-ой группе предельных состояний определяется при коэффициентах надежности $\gamma_{bc} = \gamma_{bt} = 1,0$, то есть принимается равным нормативному. Расчетные характеристики бетонов в зависимости от их классов принимаются по СНиП [3 (табл.12 и 13)].

Характеристики бетона по ЕКБ/ФИП. В соответствии с нормами 150/DIS 2736 Кодекс-образец предписывает определять сопротивление бетона на сжатие испытанием образцов цилиндрической формы диаметром 150 мм и высотой 300 мм в возрасте 28 суток, хранимых во влажной среде при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Характеристическая прочность бетона f_{ck} определяется как величина, ниже которой можно ожидать не более 5% всех возможных изменений его прочности. Класс бетона соответствует характеристической прочности. Кодекс-образец выделяет девять классов: C12, C16, C20, C25, C30, C35, C40, C45, C50.

Среднее сопротивление бетона на растяжение f_{ctm} , МПа, определяется по его характеристической прочности:

$$f_{ctm} = 0.3 \sqrt[3]{f_{ck}^2} \quad (2.1)$$

Кроме f_{ctm} вводится минимальная характеристическая прочность на растяжение $f_{ctk;0.05} = 0.7 f_{ctm}$ и максимальная характеристическая прочность на растяжение $f_{ctk;0.95} = 1.3 f_{ctm}$.

Выбор значения f_{ct} , которое следует включать в расчет, зависит от характера задачи:

f_{ctm} - при расчете конструкции на изгиб;

$f_{ctk;0.95}$ - при расчете побочных воздействий до образования трещин в бетоне или при определении минимального процента армирования;

$f_{ctk;0.05}$ - при расчете образования трещин.

Значения прочностных характеристик бетона на растяжение приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Прочность на растяжение и модуль деформаций бетона

f_{ck} , МПа	12	16	20	25	30	35	40	45	50
$f_{ctk;0.05}$, МПа	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
f_{ctm} , МПа	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0
$f_{ctk;0.95}$, МПа	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2
E_{cm} , ГПа	26,0	27,5	29,0	30,5	32,0	33,0	35,0	36,0	37,0

Расчетные сопротивления бетона определяется делением характеристической прочности на коэффициент надежности: $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c$. При этом коэффициенты надежности принимаются: $\gamma_c = 1,5$ – для основных сочетаний нагрузок, $\gamma_c = 1,3$ – для особых сочетаний нагрузок,

Кодекс-образец предусматривает возможность уменьшения коэффициента γ_c до 1,4 при очень надежном контроле качества бетона (например, для некоторых сборных конструкций) и увеличения до 1,6 при недостаточном уровне такого контроля.

Для стадии эксплуатации коэффициент $\gamma_c = 1,0$, то есть в расчет вводятся либо средние сопротивления бетона, либо их характеристические величины.

При расчете железобетонных элементов используется идеализированная диаграмма $\sigma - \epsilon$ для бетона, показанная на рис.2. Коэффициент 0,85 перед f_{cd} учитывает уменьшение прочности на сжатие, вызванное неблагоприятным влиянием длительного действия нагрузок.

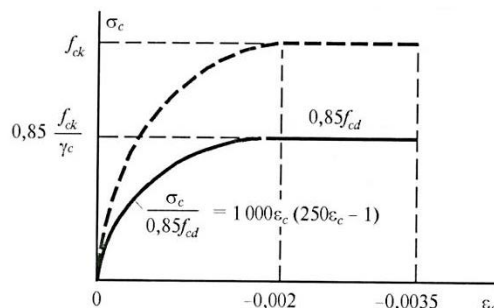


Рис - 2. Расчетная диаграмма $\sigma - \epsilon$ для бетона

Для сечений с двузначной эпюрой напряжений (сечение не полностью сжато) допускается принимать упрощенную прямоугольную эпюру в сжатой зоне высотой, равной $0,8x$ (рис.3).

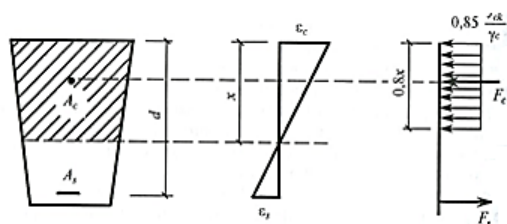


Рис – 3. Прямоугольная диаграмма распределения напряжений в сжатом бетоне

Сжимающее напряжение в бетоне принимается равным $0,85f_{cd}$ для сечений постоянной ширины или увеличивающейся по направлению к наиболее сжатым фибрам и $0,8f_{cd}$ – для сечений, ширина которых уменьшается по направлению к тем же фибрам (например, для таких сечений как круглых, треугольных и трапециевидальных).

Из анализа двух норм по характеристикам бетона видно, что достижения советской науки по исследованию работ железобетонных конструкций был положен и в основу рекомендаций ЕКБ/ФИП.

Список литературы:

1. Евстифеев В.Г. Железобетонные и каменные конструкции. В 2 ч. Ч. 1. Железобетонные конструкции. – М.: Изд. центр «Академия», 2011. - 432 с.
2. Колмогоров А.Г., Плевков В.С. Расчет железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам. – М.: Изд-во «АСВ», 2011. - 496с.
- 3.СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. - М.,1989-37 с.

Краткая сведения об авторах:

1. Салимов Ильяс Нурланулы – студент 3-го курса, обучается в английской группе Стр(РПЗС)-14-6**. Тел. +7 702 49457000.
2. Ажгалиева Бану Аккуановна – магистр, ассистент профессора факультета общего строительства. Тел. +7 705 419 5463.