

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 17.12.2021 11:24:40
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра уникальных зданий и сооружений

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 15 » _____ 2021 г.



ОБСЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Методические указания к лабораторным занятиям
по дисциплине «Обследование и испытание сооружений»
для студентов специальности 08.05.01
Строительство уникальных зданий и сооружений

Курск 2017

УДК 624.012

Составитель: М.С. Губанова

Рецензент

Доктор технических наук, профессор *В.И. Колчунов*

Обследование и испытание сооружений: методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Обследование и испытание сооружений» для студентов направления подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: М.С. Губанова. Курск, 2017. - 16 с. - Библиогр.: с. 16.

В настоящей методической разработке содержатся указания по выполнению лабораторных работ, направленных на усвоение основных методов определения кренов и прогибов конструкций, разрушающих методов определения прочностных характеристик материала конструкции.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Обследование и испытание сооружений» студентами специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.12.2017 . Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 0,93 . Уч.-изд.л. 0,84 . Тираж 100 экз. Заказ. 3636. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50лет Октября, 94.

Оглавление

1 Наблюдение за кренами и трещинами зданий и сооружений	4
2 Определение прогибов и деформаций перекрытий	10
3 Определение прочности бетонов на сжатие.....	12
Список литературы	16

1 Наблюдение за кренами и трещинами зданий и сооружений

Отклонение сооружения от проектного положения в вертикальной плоскости называется *креном*. Крен возникает от неравномерной осадки основания сооружения и определяется с помощью тяжелых отвесов, теодолитов и приборов вертикального проектирования. При наблюдениях за кренами зданий и сооружений предельные ошибки измерений не должны превышать:

- для стен гражданских и промышленных зданий - $0,0001 h$;
- для дымовых труб, башен, мачт - $0,0005 h$,

где h - высота сооружения.

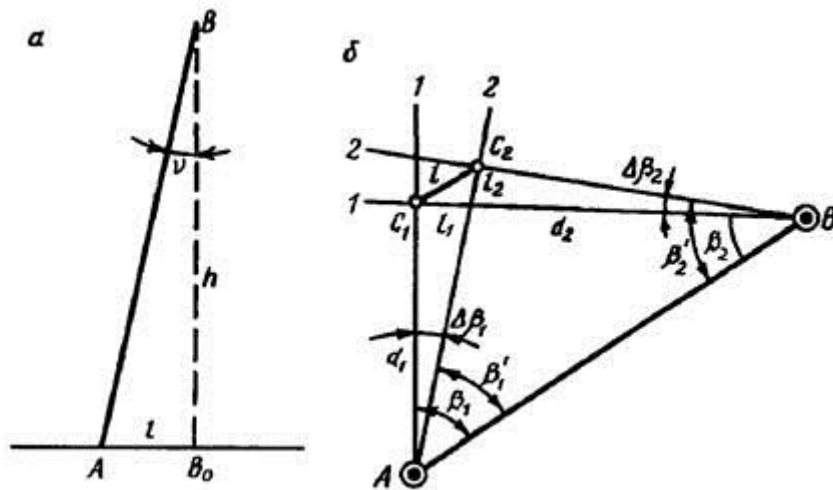


Рис. 1. Схемы определения крена сооружения: а - вертикальным проектированием, б - способом горизонтальных углов

При использовании отвеса для определения крена нить закрепляют вверху сооружения и по ее отклонению от сооружения определяют абсолютную величину крена i при помощи шкаловых устройств, например, линейки с миллиметровыми делениями. Крен в относительной мере выразится формулой

$$i = l/h$$

где h - высота сооружения; ℓ - отклонение от вертикали.

Этот простой способ обеспечивает требуемую точность при высоте сооружения до 15 м.

С помощью теодолита

Определение крена сооружения может быть выполнено с помощью теодолита, установленного над постоянным знаком примерно на расстоянии двойной высоты сооружения. Зрительную трубу наводят на заметную верхнюю точку сооружения В (см. рис. 3, а) и, опустив трубу вниз, отмечают проекцию этой точки B_0 на горизонтальной реечке, расположенной перпендикулярно к визирной линии теодолита. Аналогично определяют величину крена в другой вертикальной плоскости, перпендикулярной первоначальной. Если в первой плоскости величина крена была равной ℓ_1 , а в другой - ℓ_2 , то общая величина крена будет равна

$$\ell = (\ell_1 + \ell_2) 0.5$$

Для определения изменения величины и направления крена проводят цикл наблюдений через определенные промежутки времени с одних и тех же постоянных знаков.

С помощью приборов вертикального визирования

Для определения кренов сооружений применяют оптические приборы вертикального визирования с уровнем для приведения визирной оси в отвесное положение. С помощью таких приборов крены сооружений высотой до 100 м можно определить с точностью до 1 мм.

Способ координат

Крен сооружения можно определить способом координат, для чего вокруг сооружения, на расстоянии около трех его высот, прокладывают замкнутый полигонометрический ход и вычисляют в частной системе координаты трех-четыре постоянно закрепленных на местности пунктов. С этих пунктов прямой засечкой определяют координаты заметной точки на вершине сооружения. По разности

координат между текущим и начальным циклами наблюдений находят составляющие приращения крена за данный промежуток времени

$$\Delta x = x_i - x_0, \Delta y = y_i - y_0$$

полную величину приращения крена и его направление

$$l = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$
$$\operatorname{tg} \alpha_l = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

Для наблюдений за изменениями величины крена высотных зданий и сооружений целесообразно пользоваться способом горизонтальных углов. В этом случае с закрепленных на местности пунктов А и В (рис. 3, б), находящихся в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, периодически измеряют высокоточным теодолитом углы между опорными направлениями АВ и ВА и направлениями на наблюдаемую верхнюю точку сооружения С. По разности углов между циклами измерений и горизонтальному проложению до наблюдаемой точки, которое определяется прямой засечкой из пунктов А и В, определяют составляющие крена ℓ_1 и ℓ_2 из равенств

$$\ell_1 = d_1 \Delta\beta_1 / \rho'' , \ell_2 = d_2 \Delta\beta_2 / \rho'' ,$$

Полную величину крена l определяют по формуле, а отношение линейной величины крена к высоте сооружения дает крен в относительной мере и вычисляется по сумме квадратов составляющих отклонения.

Практические методы оценки величины крена сооружения

В последнее время, в связи с бурным развитием сотовой связи (дымовые трубы используются в качестве основания для установки антенн), возникла задача определения их устойчивости к дополнительным нагрузкам – т.е. определение крена. При решении

этой задачи находят применение несколько способов (наиболее простой – описанный выше прямой способ, когда отклонения сооружения от вертикали определяют при помощи тяжелого отвеса) оценки крена в зависимости от застройки территории вокруг сооружения, т.е. от условий его видимости из точки установки теодолита.

Применяется тогда, когда верх и основание сооружения, например, дымовая труба, открыты для измерений горизонтальных углов и расстояний в двух (желательно, взаимно – перпендикулярных) плоскостях.

Порядок определения крена в этом случае следующий (рис. 4). Теодолит, тщательно поверенный и исправленный устанавливают на расстоянии, позволяющем производить наблюдения и измерения на малых зенитных расстояниях. Теодолит приводят в рабочее положение и наводят крест сетки нитей зрительной трубы на верх сооружения.

Берут отсчеты по горизонтальному кругу α_3 , α_4 при наведении креста сетки нитей (биссектора) на диаметрально – противоположные образующие дымовой трубы при неизменном положении зрительной трубы в вертикальной плоскости. Наводят зрительную трубу на основание сооружения и берут отсчеты α_1 , α_2 по горизонтальному кругу при наведении креста сетки нитей на диаметрально – противоположные образующие основания дымовой трубы при неизменном положении зрительной трубы в вертикальной плоскости. Разность средних отсчетов по горизонтальному кругу при наведении на верх и основание сооружения и будет составляющей крена в угловой мере в этой вертикальной плоскости сооружения. С целью повышения точности (уменьшения коллимационной погрешности) и для контроля измерения производят при двух положениях вертикального круга.

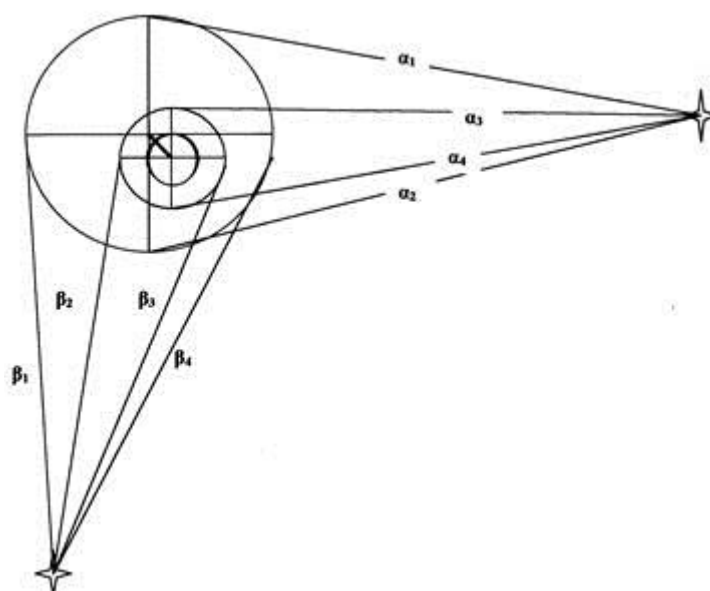


Рис. 2. Схема измерений горизонтальных углов при определении крена дымовой трубы в двух плоскостях близких к 90°

В том случае, когда необходимо определить характер наклона сооружения (т.е. различить крен и изгиб трубы) указанные измерения производят на нескольких зенитных расстояния (сечениях, см. рис. 5), одновременно определяя высоту сечения H_i . Величина h_0 определяется по вертикально – установленной у основания сооружения рейке при отсчете по вертикальному кругу, равном MO или MZ .

Разность отсчетов по горизонтальному кругу при неизменном положении зрительной трубы в вертикальной плоскости (т.е. на высоте исследуемого сечения) определяет угловой размер исследуемого сечения (например, диаметр дымовой трубы).

Для перевода крена и размеров сечений сооружения, выраженных в угловой мере, в линейную величину определяют цену одного градуса (минуты, секунды) в линейной мере. Для этого у основания дымовой трубы устанавливают горизонтально и перпендикулярно направлению на точку измерения (станцию) нивелирную рейку и берут отсчеты по горизонтальному кругу при наведении креста сетки нитей на концы рейки (с целью повышения точности при двух кругах). Цена одного градуса равна частному от деления длины рейки (например, 3, 5 м) на разность отсчетов по горизонтальному кругу. Если диаметр основания несколько метров и разность диаметров основания и верха трубы значительная, в

полученную цену деления следует ввести поправки за редуцирование ее на вертикальную ось. Поправка вычисляется в виде коэффициента учитывающего диаметр основания (коэффициент равен частному от деления расстояния от точки установки теодолита до центра основания дымовой трубы на расстояние от точки установки теодолита до точки установки рейки).

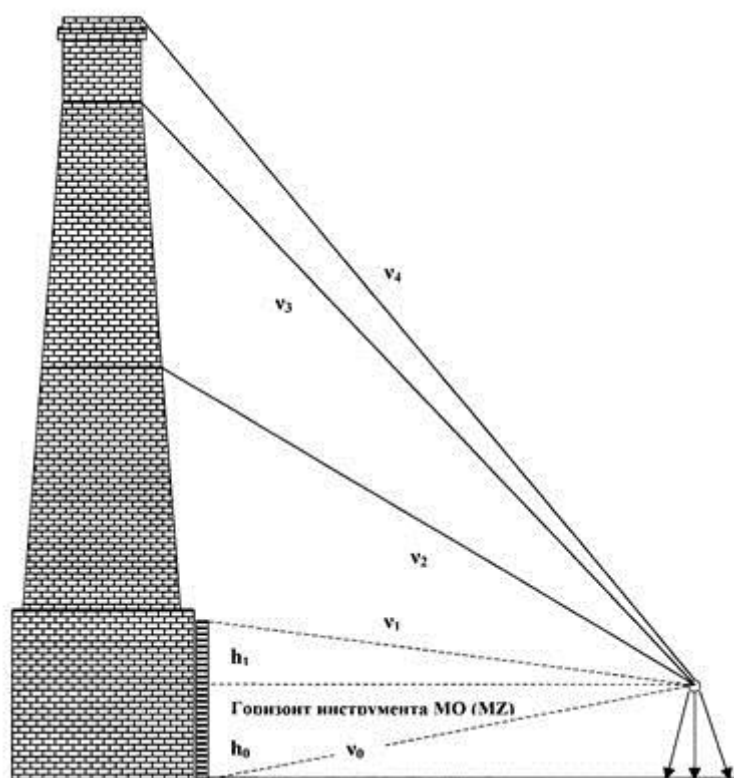


Рис. 3. Измерение горизонтальных углов на различных сечениях (зенитных расстояниях)

Расстояние от точки установки теодолита (станции) до основания сооружения (трубы, в частности) измеряют с помощью ленты или рулетки в прямом и обратном направлениях. К измеренному расстоянию прибавляют величину радиуса основания сооружения. При отсутствии условий для прямых измерений (т.е. при наличии препятствий технического и технологического плана) расстояния измеряют с помощью электронного дальномера или используя принципы оптических дальномеров с постоянным вертикальным базисом.

Указанные выше действия повторяют, измеряя горизонтальные углы $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ на другой точке (станции), лежащей в перпендикулярной плоскости. Действительная величина крена равна корню квадратному из суммы квадратов его составляющих во взаимно – перпендикулярных плоскостях.

2 Определение прогибов и деформаций перекрытий

Деформацию перекрытий определяют прогибомером П-1 или нивелиром НВ-1 со специальной насадкой.

Перед началом замеров штوك устанавливают в такое положение, чтобы показания в мерной трубке соответствовали нулю. Затем трубку с диском передвигают по поверхности потолка; через каждый полный поворот диска снимают отсчеты по мерной трубке. Прогибы измеряют в различных точках потолка.

Таким же образом прогибомером П-1, нивелиром НВ-1 измеряют прогибы несущих элементов лестниц - балок, маршей и плит.

Определение кинетики развития деформаций осуществляется путем многократных их измерений через определенные интервалы времени (от одних до 30 суток) в зависимости от скорости развития деформации.

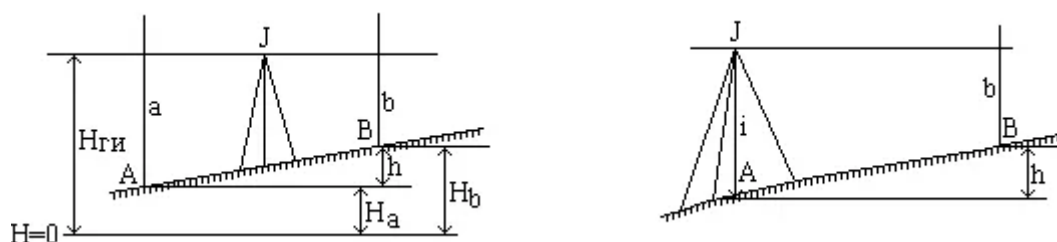


Рис. 4 Определение разницы отметок с помощью нивелира

Основной причиной появления общих деформаций зданий и сооружений являются неравномерные осадки грунтов оснований, что является следствием, как правило, изменения гидрогеологических условий, чрезмерного увлажнения грунтов, надстройки существующего здания без учета несущей способности фундаментов и т.п.

Наблюдения за деформациями зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации, проводят в случаях появления трещин, раскрытия швов, перемещения и наклона строительных конструкций, а также резкого изменения условий эксплуатации.

Цель наблюдения за деформациями состоит в том, чтобы установить, стабилизировались или продолжают развиваться осадки здания и другие изменения в конструкциях.

Если в процессе наблюдения не были выявлены основные или наиболее вероятные причины деформаций, то наблюдения продолжают вести длительное время.

Деформации разделяют на местные, когда происходят смещение или повороты в узлах конструкций, растяжение или сжатие элементов, и общие, когда перемещаются и деформируются ряд конструкций или здание в целом.

Для измерений деформаций, осадок, кренов, сдвигов зданий и сооружений и их конструкций применяют методы инженерной геодезии. Измерения производятся специализированными организациями согласно ГОСТ 24846-81 и рекомендациям «Руководства по наблюдениям за деформациями зданий и сооружений».

3 Определение прочности бетонов на сжатие

Для мониторинга технического состояния и оценки надежности конструктивных систем ответственных зданий и сооружений часто на стадии их возведения изготавливают контрольные образцы (например, бетонные кубики), которые хранят в условиях, схожих с условиями эксплуатации объекта капитального строительства и используют для оценки прочностных характеристик при плановых обследованиях. В ходе данной лабораторной работы предполагается определить кубиковую прочность бетона на сжатие путем испытаний образцов. Затем, косвенным методом, по значению кубиковой прочности бетона, определить призмическую прочность бетона.

Изготовление образцов для испытаний

Физико-механические характеристики бетона определяются при испытании образцов, изготовленных и выдержанных в соответствии с ГОСТ 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам». За базовый размер принят образец с размерами рабочего сечения 150х150 мм.

В зависимости от задач испытаний бетонные образцы могут изготавливаться и храниться в стандартных условиях или в условиях, аналогичных тем, в которых изготавливаются и выдерживаются конструкции.

Образцы изготавливают сериями в формах по ГОСТ 22685-77 «Формы для изготовления контрольных образцов бетона. Технические условия». Для стандартных производственных испытаний серия должна состоять не менее чем из трех образцов.

Перед испытанием образцы должны в течение 2...4 часов находиться в помещении лаборатории при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не менее 55 %. На образцах выбирают и отмечают грани, к которым будут приложены усилия при испытании, при этом слои укладки бетона должны быть параллельны усилиям (исключение составляют предназначенные для

раскалывания образцы, у которых слои должны быть перпендикулярны действующим усилиям).

Измерения линейных размеров образцов производят с точностью $\pm 1\%$. Каждый линейный размер образца-куба вычисляют как среднее арифметическое значение результатов двух измерений по серединам двух противоположных граней. Результаты измерений линейных размеров и обнаруженные дефекты записывают в журнал испытаний.

Испытание образцов

Испытание образцов производится на испытательных машинах или прессах, аттестованных организациями Госстандарта или ведомственными метрологическими службами. Тип (марку) испытательной машины (пресса, установки) и выбранную шкалу силоизмерителя записывают в журнале испытаний.

Определение прочности

Подготовленные к испытанию образцы-кубы устанавливаются одной из заранее выбранных граней на нижнюю опорную плиту пресса таким образом, чтобы смещение центра образца относительно центра плиты не превышало 1% длины ребра куба (рисунок 5).

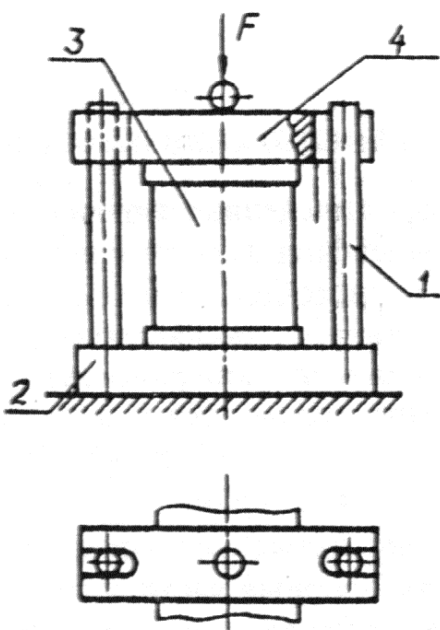


Рисунок 5 – Схема для проведения испытаний образцов-кубов на осевое сжатие (определение кубиковой прочности):
1 – направляющие; 2 – нижнее нагрузочное устройство;
3 – образец; 4 – верхнее нагрузочное устройство

Напряжение в образцах при нагружении должно возрастать непрерывно с постоянной скоростью (0,6-0,4 МПа/с) до его разрушения (рисунок 6).

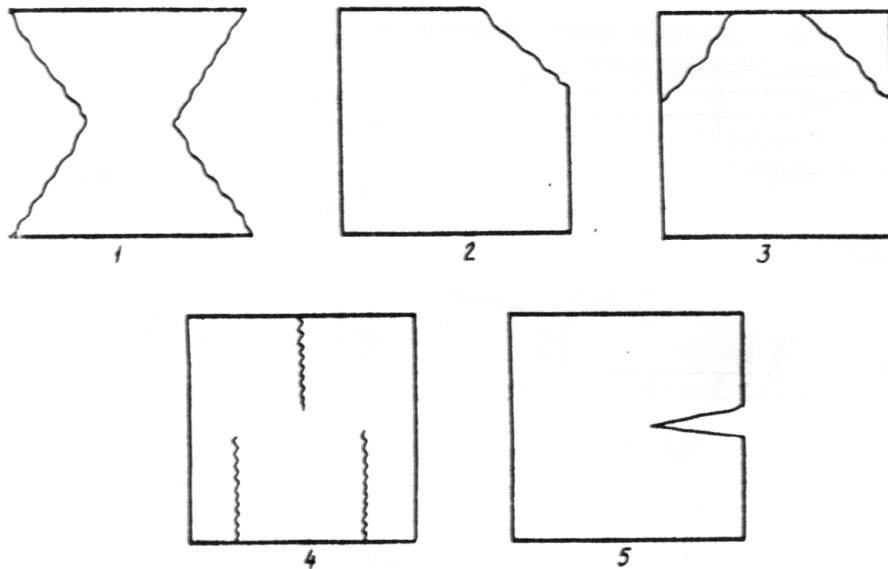


Рисунок 6 – Характер разрушений при проведении испытаний образцов-кубов на осевое сжатие:
1 – нормальное разрушение; 2-5 – дефектные разрушения

Прочность бетона R , МПа, вычисляется для каждого образца по формуле:

$$R = kN / A \quad (1.1)$$

где N – разрушающая нагрузка, Н;

A – рабочая площадь образца (среднее арифметическое площадей двух противоположных граней), мм²;

k – масштабный коэффициент, определяемый в зависимости от размеров ребер образцов и принимаемый не менее значений, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Значения масштабных коэффициентов для кубов различных размеров

Куб	Размер ребра, мм				
	70	100	150	200	300
Масштабный коэффициент k	0,85	0,95	1,0	1,05	1,1

Значения полученных прочностей для опытных образцов заносят в журнал испытаний (таблице 2).

Таблица 2 – Пример заполнения журнала испытаний бетонных кубов

Дата	Номер образца	Масса	Размеры	Плотность	Площадь	Максимальная нагрузка	Прочность образца	Средняя из серии*
		кг	см	кг/м ³	см ²	кН	МПа	МПа
01.03	1	8,118	15,2× ×15,1× ×14,8	2390	229,5	5049	22	

* Прочность бетона в одной серии образцов определяют как среднеарифметическое значение прочностей \bar{R} в i -ой серии:

- из двух образцов – по двум образцам;
- из трех образцов – по двум наибольшим по прочности образцам;
- из четырех образцов – по трем наибольшим по прочности образцам.

При отбраковке дефектных образцов прочность бетона в серии определяют по всем оставшимся образцам (не менее двух).

Коэффициент вариации прочности бетона V_m , %, определяют по формуле:

$$V_m = S_m / R_m, \quad (1.2)$$

где S_m – среднее квадратичное отклонение прочности в партии, характеризующее изменчивость прочности (стандарт);

R_m – среднее значение временного сопротивления бетона сжатию, установленное при испытании партии стандартных кубов:

$$R_m = B / (1 - 1,64V_m^{завода}), \quad (1.3)$$

где B – класс бетона по прочности на сжатие;

$V_m^{завода} = 0,135$ – коэффициент вариации прочности для тяжелого бетона, установленный заводами изготовителями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. – М.: ЦИТП Госстроя России, 2001.
2. ГОСТ 8829-94. Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости. – М., 1998.
3. Рекомендации по методике определения параметров, характеризующих свойства различных бетонов при расчете прочности нормальных сечений стержневых железобетонных элементов. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1984.
4. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – М.: Стройиздат, 1991.
5. Железобетонные и каменные конструкции / В.М. Бондаренко, Р.О. Бакиров, В.Г. Назаренко и др.; под ред. В.М. Бондаренко. – М.: Высшая школа, 2004.