



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
СО 100% ГОСУДАРСТВЕННЫМ КАПИТАЛОМ

«КОНСТРУКТОРСКО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО  
БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА»

ОАО «КТБ ЖБ»

# СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

## СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

### БЕТОНЫ

ПРАВИЛА КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ  
БЕТОНА МОНОЛИТНЫХ БЕТОННЫХ  
И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
НЕРАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ  
С УЧЕТОМ ОДНОРОДНОСТИ

СТО 02495307-006-2009



Москва 2009 г.

## **Предисловие**

Цели и задачи разработки, а также использование стандартов организаций в РФ установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила разработки и оформления – ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения» и ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

### **Сведения о стандарте**

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЁН ОАО «Конструкторско-технологическое бюро бетона и железобетона». (Генеральный директор канд. техн. наук А.Н. Давидюк, гл. инженер Е.С. Фискинд, зав. отделом Н.В. Волков, Мосгостройнадзор канд. техн. наук В.В. Курилин)
2. РЕЦЕНЗЕНТ канд. техн. наук М.И. Бруссер
3. РЕКОМЕНДОВАН К ПРИМЕНЕНИЮ Научно-техническим Советом ОАО «КТБ ЖБ» (протокол № 8 от 28 июля 2008 г.).
4. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ приказом генерального директора ОАО «КТБ ЖБ» от 30 сентября 2008г. № 46-к.
5. ВВЕДЁН впервые

## Содержание

### Введение

|   |    |
|---|----|
| 1. Область применения .....   | 3  |
| 2. Нормативные ссылки .....   | 3  |
| 3. Термины и определения .....  | 4  |
| 4. Общие положения .....  | 4  |
| 5. Правила и нормы контроля .....   | 5  |
| 6. Оценка однородности бетона по прочности .....  | 6  |
| 7. Контроль и оценка прочности бетона в конструкциях .....                                      | 8  |
| Приложение 1. Значение коэффициента Стьюдента $t_{\alpha}$<br>(одностороннее ограничение) ..... | 12 |

## ВВЕДЕНИЕ

Контроль прочности бетона является одним из основных критериев определения качества строительства в целом. ГОСТ 18105, на основе которого разработан настоящий стандарт, был создан более 20 лет назад и, в основном, был ориентирован на правила контроля прочности сборного бетона и железобетона. Данная разработка приближена к реалиям сегодняшнего дня – контролю и оценке прочности бетона монолитных конструкций с учетом однородности этого материала.

# СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

## БЕТОНЫ.

### ПРАВИЛА КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА МОНОЛИТНЫХ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НЕРАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ С УЧЕТОМ ОДНОРОДНОСТИ

## CONCRETE

### RULES OF CONTROL AND ASSESMENT OF CONCRETE STRENGTH FOR CAST-IN-SITU CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE STRUCTURES BY NON-DESTRUCTIVE METHODS TAKING INTO ACCOUNT HOMOGENEITY

## 1. Область применения

Настоящий стандарт распространяется на тяжелый и мелкозернистый бетон, легкий конструкционный и конструкционно-теплоизоляционный бетон монолитных бетонных и железобетонных конструкций и устанавливает правила контроля и оценки прочности бетона на сжатие путем применения неразрушающих методов определения прочности, в том числе при осуществлении строительного надзора.

## 2. Нормативные ссылки

- В настоящем стандарте использованы следующие нормативные документы:
- |                        |  |
|------------------------|--|
| ГОСТ 10180-90          | Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.  |
| ГОСТ 17624-87          | Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности.  |
| ГОСТ 18105-86          | Бетоны. Правила контроля прочности.  |
| ГОСТ 22690-88          | Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.                              |
| ГОСТ 28570-90          | Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкций.                                |
| СП 13-102-2003         | Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.                                 |
| МДС 62-1. 2000         | Методические рекомендации по статистической оценке прочности бетона при испытании неразрушающими методами. |
| СТО 36554501-009- 2007 | Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности.  |
| СТО 36554501-011-2008  | Контроль качества высокопрочных тяжелых и мелкозернистых бетонов в монолитных конструкциях.                |
| СТО 02495307-005-2003  | Бетоны. Определение прочности методом отрыва со скалыванием.   |

### 3. Термины и определения

**Анализируемый период** – период времени, за который вычисляют средний по партиям коэффициент вариации прочности, характеризующий однородность бетона, для назначения требуемой прочности в течение последующего контролируемого периода.

**Партия конструкций** – часть конструкции, одна или несколько конструкций, бетонированных в течение одних суток из бетонной смеси одного номинального состава.

**Контролируемый участок** – участок конструкции, на котором производят определение прочности бетона неразрушающими методами.

**Захватка** – объем бетона части монолитной конструкции в составе партии, уложенный при непрерывном бетонировании в течение не более одних суток.

**Прямой неразрушающий метод** – метод определения прочности бетона, основанный на связи прочности бетона в конструкции с усилием, необходимым для разрушения определенного технического характеристика прибора объема бетона этой конструкции.

**Косвенный неразрушающий метод** – метод определения прочности бетона в конструкции, основанный на корреляционной связи прочности бетона с её косвенной характеристикой.

**Градуировочная зависимость** – зависимость, связывающая косвенную характеристику прочности бетона с прочностью бетона, определенной методом отрыва со скалыванием или разрушающим методом.

**Коэффициент совпадения** – коэффициент, используемый для корректировки ("привязки") ранее установленной или универсальной градуировочной зависимости к бетону контролируемого объекта.

### 4. Общие положения

4.1. Определение прочности бетона в конструкциях следует производить механическими методами неразрушающего контроля по ГОСТ 22690 или ультразвуковым методом по ГОСТ 17624 с использованием предварительно экспериментально установленных градуировочных зависимостей косвенных характеристик прочности бетона от его прочности на сжатие, либо по эмпирическим формулам для прямых неразрушающих методов определения прочности бетона.

Правила, требования и методику построения градуировочных зависимостей следует принимать по ГОСТ 22690, ГОСТ 17624 и СТО 36554501-009-2007.

4.2. В случаях, когда построение градуировочной зависимости невозможно, допускается определение прочности бетона по имеющейся универсальной градуировочной зависимости или по градуировочной зависимости, установленной для бетона, отличающегося от испытываемого (составом,

возрастом, условиями твердения) с уточнением этих зависимостей по результатам параллельных испытаний бетона одних и тех же участков конструкций косвенными неразрушающими методами и разрушающими методами, не менее трех вырезанных или выбуренных образцов по ГОСТ 10180, или прямыми неразрушающими методами, не менее трех испытаний по ГОСТ 22690.

4.3. К прямым неразрушающим методам определения прочности бетона относятся методы отрыва со скалыванием и скалывания ребра (ГОСТ 22690).

4.4. К косвенным неразрушающим методам определения прочности бетона относятся:

- ультразвуковой метод;
- метод упругого отскока;
- метод пластической деформации;
- метод ударного импульса.

4.5. Оценка прочности бетона и установление его условного класса по прочности на сжатие должна производиться с применением статистических методов по ГОСТ 18105 и в соответствии с настоящим стандартом.

## 5. Правила и нормы контроля

5.1. Контроль прочности бетона в конструкциях должен проводиться для каждой партии конструкций.

5.2. Контроль бетона в партии конструкций проводится для оценки нормируемых видов прочности (промежуточной, в проектном возрасте) и может быть выборочным или сплошным.

5.3. Выборочный контроль прочности бетона проводится в соответствии с требованиями ГППР и технологических регламентов в промежуточном возрасте.

5.4. Сплошной контроль прочности бетона проводится в проектном возрасте.

5.5. При проведении выборочного контроля проверяется не менее одной конструкции из партии однородных конструкций или часть конструкции в случае, когда её бетонирование производилось более одних суток.

5.6. Число и расположение контролируемых участков в конструкциях следует назначать с учетом:

- задач контроля (определение фактической прочности или условного класса прочности бетона, выявление участков пониженной прочности и др.);
- вида конструкций (колонны, балки, плиты и др.);
- размещения захваток и порядка бетонирования;
- вида применяемого неразрушающего метода.

5.7. При контроле отдельных конструкций число участков испытаний прочности бетона косвенными неразрушающими методами должно быть не менее 6, а прямыми неразрушающими методами - не менее 3.

5.8. Число контролируемых участков назначается не менее:

- для стен и перекрытий - 3 участков на захватку;

- для колонн и пилонов - 6 участков на каждую конструкцию;
- для горизонтальных линейных конструкций - 1 участок на 4 м длины.

5.9. При определении класса бетона партии конструкций, измеряя прочность бетона косвенными неразрушающими методами, общее число контролируемых участков должно быть не менее:

- 15 при средней прочности бетона до 20 МПа;
- 20 при средней прочности бетона до 30 МПа;
- 25 при средней прочности бетона выше 30 МПа.

5.10. При определении класса бетона партии конструкций с применением прямых неразрушающих методов общее число контролируемых участков должно быть не менее:

- 6 для метода отрыва со скалыванием;
- 9 для метода скалывания ребра.

5.11. Число измерений, выполняемых на каждом контролируемом участке, принимают по действующим стандартам на методы неразрушающего контроля (ГОСТ 22690 и ГОСТ 17624).

В качестве единичного значения прочности бетона контролируемого участка принимают среднее значение измерений прочности на данном участке.

## 6. Оценка однородности бетона по прочности.

6.1 Однородность прочности бетона в конструкциях характеризуется средним партионным коэффициентом вариации  $V_m$ .

Статистическую оценку прочности бетона с учетом его однородности производят по результатам определения прочности неразрушающими методами по пункту 4.1. настоящего стандарта, при этом использование установленной градуировочной зависимости допустимо при коэффициенте корреляции градуировочной зависимости  $r \geq 0,7$  и коэффициенте вариации установленной градуировочной зависимости  $V \leq 15\%$ .

6.1.1. Коэффициент вариации установленной градуировочной зависимости вычисляется по формуле

$$V = \frac{S_{T.H.M}}{\bar{R}_{i.CP}}, \quad (1)$$

где  $\bar{R}_{i.CP}$  - средняя прочность бетона образцов, использованных для построения градуировочной зависимости;

$S_{T.H.M}$  - средняя квадратическая ошибка построенной градуировочной зависимости, вычисляемая по формуле

$$S_{T.H.M} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{\phi} - R_m)^2}{n-2}}, \quad (2)$$

где  $n$  - число серий образцов, использованных для построения градуировочной зависимости;



$R_{i\phi}$  и  $R_{in}$  – значения прочности бетона  $i$  серии образцов, определенные, соответственно, по ГОСТ 10180 и по градуировочной зависимости.

6.1.2. В случае построения градуировочной зависимости по данным параллельных испытаний одних и тех же участков методом отрыва со скалыванием и косвенным неразрушающим методом средняя квадратическая ошибка градуировочной зависимости  $S_T$  определяется по формуле

$$S_T = \sqrt{S_{T.Н.М}^2 + S_{T.М.О.С.}^2}, \quad (3)$$

где  $S_{T.М.О.С.}$  – средняя квадратическая ошибка градуировочной зависимости метода отрыва со скалыванием, принимаемая равной 0,04 от средней прочности бетона участков, использованных при построении градуировочной зависимости анкерным устройством с глубиной заделки 48 мм; 0,05 от средней прочности при анкере глубиной 35 мм; 0,06 от средней прочности при анкере глубиной 30 мм и 0,07 от средней прочности при анкере глубиной 20 мм.

6.1.3. Коэффициент корреляции градуировочной зависимости  $r$  вычисляется по формуле

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (R_{in} - \bar{R}_{in}) \times (R_{i\phi} - \bar{R}_{i\phi})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (R_{in} - \bar{R}_{in})^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (R_{i\phi} - \bar{R}_{i\phi})^2}}. \quad (4)$$

6.2. При контроле прочности бетона прямыми неразрушающими методами в партии конструкций в случае, когда за единичное значение прочности принимается прочность бетона на контролируемом участке, среднее квадратическое отклонение  $S_m$  прочности бетона в партии вычисляют по формуле

$$S_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_m)^2}{n-1}}, \quad (5)$$

где  $R_i$  – прочность бетона отдельного участка конструкции;

$R_m$  – средняя прочность бетона в партии конструкций;

$n$  – число контролируемых участков.

В тех случаях, когда в качестве единичной прочности бетона принята средняя прочность бетона конструкции, вычисленная как среднее арифметическое значение прочности контролируемых участков конструкций, среднее квадратическое отклонение прочности бетона партии конструкций  $S_m$  вычисляют с учетом средних квадратических отклонений градуировочной зависимости по формуле

$$S_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (R_i - R_m)^2}{n-1} + \frac{S_T^2}{P}}, \quad (6)$$

где  $S_T$  – средняя квадратическая ошибка градуировочной зависимости метода отрыва со скалыванием (по пункту 6.1.2);

$P$  – число контролируемых участков конструкции;

$n$  – число проконтролированных конструкций в партии.

6.3. При контроле прочности бетона косвенными неразрушающими методами среднее квадратическое отклонение определяется следующими формулами.

В случае, когда за единичное значение прочности принимается прочность бетона на контролируемом участке, среднее квадратическое отклонение прочности бетона партии  $S_m$  определяется по формуле

$$S_m = (S_{н.м} + \frac{S_T}{\sqrt{n-1}}) \times \frac{1}{0.7r + 0.3}, \quad (7)$$

где  $S_{н.м}$  – среднее квадратическое отклонение прочности бетона, полученное по данным испытаний неразрушающими методами;

$n$  – количество участков испытаний в конструкции;

$r$  – коэффициент корреляции градуировочной зависимости.

Количество участков испытаний принимают по пункту 5.7.

В тех случаях, когда в качестве единичной прочности бетона принята средняя прочность бетона конструкции, среднее квадратическое отклонение прочности бетона в партии конструкций  $S_m$  определяется по формуле

$$S_m = \sqrt{S_{н.м}^2 + \frac{S_T^2}{P}}, \quad (8)$$

где  $S_{н.м}$  – среднее квадратическое отклонение прочности бетона, полученное по данным испытаний неразрушающими методами;

$P$  – число участков испытаний в конструкции, которое принимают:

$$4 \leq P < 6 \text{ при } \frac{S_{н.м}}{S_T} \leq 0,7; \quad P \geq 6 \text{ при } \frac{S_{н.м}}{S_T} > 0,7.$$

## 7. Контроль и оценка прочности бетона в конструкциях

7.1. При контроле прочности бетона конструкций оценке подлежат нормируемые в проектной и технологической документации прочности бетона в проектном и промежуточном возрасте.

7.2. Контроль и оценка прочности бетона в конструкциях осуществляется в следующих случаях:

- при операционном контроле прочности бетона, уложенного на строительной площадке в конструкции;
- при обследовании конструкций и при осуществлении строительного надзора;

7.3. При осуществлении приемочного контроля бетонных и железобетонных конструкций необходимо обеспечить следующее соотношение фактической прочности бетона в конструкции и требуемой прочности:

$$R_m \geq R_T, \quad (9)$$

где  $R_m$  – фактическая средняя прочность бетона в партии конструкций, определяемая по пункту 4.1. настоящего стандарта, МПа;

$R_T$  – минимально допустимое значение прочности бетона в партии конструкций, соответствующее ее однородности, МПа,

$$R_T = B_{\text{норм}} K_T \quad (10)$$

$$\text{или} \quad R_T = B_{\text{норм}} K_T 0,95, \quad (11)$$

где  $K_T$  – коэффициент требуемой прочности бетона, принимаемый по табл. 2 ГОСТ 18105 в зависимости от коэффициента вариации  $V_m$  данной партии конструкций при  $n \geq 30$ , или по формуле

$$K_T = \frac{1}{1 - t_\alpha V_m} \quad \text{при } n < 30,$$

где  $t_\alpha$  – коэффициент Стьюдента, принимаемый по приложению 1 настоящего стандарта;

$n$  – количество единичных значений прочности.

Формулу (10) используют в случаях, когда за единичное значение принимают среднюю прочность бетона конструкции, а формулу (11) – когда за единичное значение принимают прочность бетона контролируемого участка конструкции.

Коэффициент вариации  $V_m$  рассчитывают по формуле

$$V_m = \frac{S_m}{R_m}, \quad (12)$$

где  $S_m$  – среднее квадратическое отклонение прочности бетона в партии конструкций,

или его величину принимают равным указанному в документе предприятия-изготовителя о качестве бетонной смеси, из которой изготовлена данная партия конструкций. При этом предприятие – изготовитель несет полную ответственность за достоверность представленных данных.

При контроле прочности бетона в промежуточном возрасте оценивается соответствие фактического условного класса бетона на момент испытания, нормируемой проектом величине. В этом случае условный класс бетона по прочности на сжатие определяют по формуле

$$B_{\text{уч.}} = \frac{R_m}{K_T}, \quad (13)$$

где  $R_m$  - фактическая средняя прочность бетона, МПа, в партии конструкций по результатам испытаний неразрушающими методами;

$K_T$  - коэффициент требуемой прочности, принимаемый по таб. 2 ГОСТ 18105 в зависимости от коэффициента вариации прочности бетона данной партии конструкций  $V_m$ .

Коэффициент вариации прочности бетона  $V_m$  рассчитывают по формуле 12, либо принимают по документу о качестве бетонной смеси предприятия-изготовителя.

В случае, когда за единичное значение прочности принимают прочность бетона, контролируемого участка конструкции, коэффициент  $K_T$  умножают на 0,95.

При количестве участков испытаний бетона в партии менее 15, условный класс бетона рассчитывают по формуле

$$B_{\text{уч.}} = R_m(1 - t_\alpha V_m), \quad (14)$$

где  $t_\alpha$  - коэффициент Стьюдента, принимаемый по приложению 1 настоящего стандарта.

В случае, когда за единичное значение прочности принимают прочность бетона контролируемого участка конструкции, правую часть формулы делят на 0,95.

Таким же образом, как и при контроле прочности бетона конструкций в промежуточном возрасте, допускается проводить оценку соответствия фактического класса бетона по прочности на сжатие - проектному классу.

7.4. При обследовании и осуществлении строительного надзора за прочностью бетона в конструкциях условный класс прочности бетона следует определять по формуле

$$B_{\text{уч.}} = R_m(1 - t_\alpha V), \quad (15)$$

где  $R_m$  - фактическая средняя прочность бетона конструкции или группы конструкций;

$t_\alpha$  - коэффициент Стьюдента, принимаемый по приложению 1 настоящего стандарта в зависимости от числа испытаний;

$V$  - коэффициент вариации прочности бетона, который определяется по формуле

$$V = \frac{S_m}{R_m}, \quad (16)$$

где  $S_m$  - среднее квадратическое отклонение прочности;

$R_m$  - фактическая средняя прочность бетона конструкции или группы конструкций.

В случае, если установленная градуировочная зависимость или градуировочная зависимость, уточненная в соответствии с приложением 9 ГОСТ 22690, отсутствуют, условный класс бетона по прочности на сжатие определяют без статистической оценки, принимая его равным  $0,8 R_m$ , но не более минимального значения прочности бетона отдельного участка.

**Значение коэффициента Стьюдента  $t_\alpha$**   
**(одностороннее ограничение)**

| Количество<br>единичных<br>значений прочности | $t_\alpha$ | Количество<br>единичных значений<br>прочности | $t_\alpha$ |
|---|------------|---|------------|
|   |            | 11  | 1,81       |
| 2   | 6,31       | 12  | 1,80       |
| 3   | 2,92       | 13  | 1,78       |
| 4   | 2,35       | 14  | 1,77       |
| 5   | 2,13       | 15  | 1,76       |
| 6   | 2,01       | 20  | 1,75       |
| 7   | 1,94       | 25  | 1,73       |
| 8   | 1,89       | 30  | 1,71       |
| 9   | 1,86       | 40  | 1,70       |
| 10  | 1,83       | $\infty$                                      | 1,64       |