

## К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ ИСПЫТАНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СЖАТИЕ

*Маклакова Светлана Николаевна*

*доцент, кафедра строительных конструкций*

*ФГБОУ ВПО «Костромская сельскохозяйственная академия»*

*Симухина Анна Владимировна*

*магистрантка 2-го года обучения*

*ФГБОУ ВПО «Костромская сельскохозяйственная академия»*

*Дустмурод Мирзомуродов*

*магистрант 2-го года обучения*

*ФГБОУ ВПО «Костромская сельскохозяйственная академия»*

Для подробного изучения этого вопроса следует в первую очередь рассмотреть руководящие и нормативные материалы, поскольку в основном ими следует руководствоваться в практике проектирования и эксплуатации. Стандартом предусмотрены контрольные проверки для трех видов нормируемой прочности:

- прочность в проектном возрасте;
- отпускная и передаточная прочность (для ненапрягаемых и напрягаемых железобетонных элементов и конструкций);
- прочность в так называемом промежуточном возрасте (при снятии несущей опалубки, предварительном нагружении конструкций).

По каждому из обусловленных видов нормируемой прочности выполняют контрольные испытания по следующим вариантам:

- вариант 1 - расчет характеристик однородности бетона по 30 результатам испытаний на прочность, используя данные экспериментов по предыдущим партиям образцов;
- вариант 2 - расчет характеристик прочности бетона по 15 результатам испытаний на прочность, используя данные эксперимента по предыдущим партиям образцов;
- вариант 3 - расчет характеристик однородности бетона по прочности, используя результаты неразрушающего контроля прочности в одной контролируемой партии продукции;
- вариант 4 - без определения характеристик прочности бетона, когда не имеется возможности использовать схемы по 1-му и 2-му варианту испытаний.

Конкретные типоразмеры конструкций и элементов для выбора вариантов испытаний приведены в соответствующих нормативных документах.

В качестве критериев оценки однородности бетона по прочности рекомендовано вычислять коэффициенты вариации следующих видов:

- средний коэффициент вариации ( $\bar{V}_m$ ) при контроле по первому варианту;
- скользящий коэффициент вариации ( $V_c$ ) при контроле по второму варианту;
- текущий коэффициент вариации ( $V_T$ ) при контроле по третьему варианту.

В любом случае коэффициент вариации рассчитывают по формуле вида

$$\bar{V}_m = \frac{S_m}{R_m} * 100, (1.1)$$

где  $R_m$  - фактическая прочность бетона в партии, МПа, рассчитываемая по уравнению

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}, (1.2)$$

где  $R_i$  - единичные значения прочности бетона, определяемые согласно [1];

$n$  - общее число единичных значений прочности бетона;

величину  $S_m$  (среднеквадратическое отклонение прочности бетона в партии, в МПа) рассчитывают по формуле

$$S_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_m)^2}{n - 1}}. (1.3)$$

По вычисленному значению коэффициента вариации нормативно [1] рекомендовано рассчитывать число образцов, которое используют при определении проектных значений классов бетона по прочности на сжатие (см. табл.1)

Таблица 1

### ЧИСЛО ОБРАЗЦОВ В СЕРИИ

Внутрисерийный коэффициент вариации,	5 и менее	Более 5 до 8 включительно	Более 8
--------------------------------------	-----------	---------------------------	---------

$\bar{V}_m, \%$			
Требуемое число образцов в серии, шт., не менее	2	3 или 4	6

Нормами предусмотрено, что если внутрисерийный коэффициент вариации по прочности на сжатие бетона достигает 8%, то необходимо провести внеочередную аттестацию испытательной лаборатории.

Так как однородность состава бетона очень существенно влияет на его прочностные характеристики, то, во-первых, нормативные требования устанавливают для смеси одного номинального состава, во-вторых, формирование образцов следует производить за один производственный цикл, который должен иметь продолжительность не менее 1 смены и не менее суток (соответственно для сборных и монолитных конструкций).

Допускается объединять в одну испытательную партию образцы бетона одинакового класса по прочности на сжатие, если

- наибольший коэффициент вариации по прочности бетона объединительной партии не превышает 13%;
- отклонение между максимальным и минимальным значениями вариации объединительной партии не превышает 2%;
- крупность заполнителя в объединительной партии не отличается более чем в 2 раза;
- расход цемента в различных партиях отличаются не более чем на 10% от среднего арифметического значения.

Серия контрольных образцов при определении прочности бетона в сборных конструкциях рекомендуется изготавливать не менее чем из 2-х проб, отбираемых от одной партии в неделю при классах бетонов не выше В30 или 4-х проб, отбираемых от двух партий в неделю при классах прочности бетонов на сжатие равных В35 и выше.

Следует отметить также требования к условиям твердения бетонных образцов для испытаний на сжатие. Образцы должны твердеть в одинаковых с конструкциями условиях до момента определения отпускной или передаточной прочности. При определении прочности образцов в проектном состоянии условия твердения должны происходить в нормальных условиях (температура  $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$  и относительная влажность  $95 \pm 5\%$ ).

При производстве монолитных бетонных конструкций контрольные образцы следует изготавливать на строительной площадке в условиях, установленных проектом производства работ или технологическими регламентами на производство.

Особо следует отметить испытания по определению прочности бетонных образцов неразрушающими методами.

Согласно стандарту [2] установлены методы определения механической прочности на сжатие для бетонов с использованием эффекта упругого отскока, ударного импульса, пластической остаточной деформации и других способов неразрушающего контроля. Эти методы используют для определения механических характеристик прочности в проектном возрасте бетона, а также при обследовании конструкций.

Все вышеперечисленные методы основаны на связи некоторых косвенных характеристик бетона с его прочностными характеристиками.

Метод упругого отскока основан на эффекте зависимости прочности бетона от величины упругого отскока удаляемого бойка от поверхности испытываемой конструкции.

Метод ударного импульса использует связь прочности бетона с величиной энергии удара.

Метод классической деформации использует зависимость величины пластического отпечатка на поверхности бетонной конструкции от геометрических параметров отпечатка.

Существуют и другие методы неразрушающего контроля, основанные на более сложных физических эффектах (метод ультразвукового контроля).

В случае применения всех перечисленных косвенных методов необходимо предварительно получить так называемые градуировочные зависимости. Следует учитывать, что градуировочные зависимости получают экспериментальным путем с использованием конкретных результатов по определению прочности бетонов различных классов по прочности на сжатие, что отражают в руководящих и нормативных материалах. В частности, ГОСТ 22690-2015 рекомендует выбирать метод испытания с использованием таблицы 2.

Таблица 2

#### ПРЕДЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

Метод испытания	Предельное значение характеристик прочности бетона, МПа
Упругий отскок	5...50
Ударный импульс	5...150
Пластическая деформация	5...50

При определении прочности тяжелых бетонов (для В60 и выше) следует учитывать особые условия, установленные стандартом [3].

Установлены также особые правила для построения и применения градуировочных зависимостей.

Отметим также, что термодинамические условия (температура, давление) также должны быть соответствующими как при построении градуировочных зависимостей, так и при непосредственном испытании на прочность бетона в конструкции.

Выполненный анализ условий испытания показал, что основным методом определения механических характеристик прочности бетонов является метод испытания контрольных образцов различной формы и размеров до разрушения.

Однако этому методу присущи серьезные недостатки, основными из которых являются:

- наличие сил трения по контактным поверхностям «плита испытательной машины -исследуемый образец»;
- принимаемое согласно нормативам напряженное состояние, имеющее место при сжатии, фактически в каждой точке испытываемого образца является неоднородным и объемным;
- зависимость результатов испытаний от крупности частиц заполнителя;
- несоответствие допусков на форму и размеры исследуемых образцов необходимым требованиям по точности.

Учитывая изложенное, а также принимая во внимание возросший в последнее время интерес к зданиям и сооружениям повышенного уровня ответственности, совершенно очевидной становится необходимость более глубокой проработки вопроса о совершенствовании методики испытаний бетона. В частности, модернизация методики даст возможность получать более объективные значения характеристик прочности, определяющих надежность конструкций при их эксплуатации, а также обеспечит и надежность применяемых методов проектирования.

#### **Список литературы**

1. ГОСТ 10180-12. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. М.: Госстрой СССР, 1989-38с.
2. ГОСТ 24452-80. Бетоны. Методы определения призмной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона. М.:Госстрой СССР, 1980-10с.
3. ГОСТ 48105 – 2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. М.:Госстрой СССР, 2010-24с.  
ОСТ 18105–2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. М.: Стандартиформ, 2012.  
ОСТ 28570–90. Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкций. М.: Издательство стандартов, 1990.

– © Маклакова С.Н., 2019