

А.В. Букин, А.Н. Патраков

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА МЕТОДАМИ РАЗРУШАЮЩЕГО И НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Дан сравнительный анализ результатов определения прочности бетона методами разрушающего и неразрушающего контроля. Проанализированы причины расхождений результатов испытаний. Определен поправочный коэффициент для корректировки базовых градуировочных зависимостей прочности бетона.

При обследовании несущих строительных конструкций зданий и сооружений, согласно СП 13-102-2003 [5], определяется прочность бетона на одноосное сжатие.

Известно, что в бетонных и железобетонных конструкциях прочность бетона определяют механическими методами неразрушающего контроля по ГОСТ 22690-88, разрушающего контроля образцов, отобранных из конструкций, по ГОСТ 28570-90 и контрольных образцов по ГОСТ 10180-90.

Для определения прочности бетона в конструкциях методами неразрушающего контроля, в соответствии с требованиями гл. 3 ГОСТ 22690-88, предварительно устанавливают градуировочную зависимость между прочностью бетона и косвенной характеристикой прочности (в виде графика, таблицы или формулы). При обследовании конструкций ГОСТ допускает применять градуировочную зависимость, установленную для бетона, отличающегося от испытываемого, с уточнением ее в соответствии с методикой, приведенной в приложении 9 ГОСТ 22690-88 [1].

При построении градуировочной зависимости проводят испытания предварительно изготовленных кубов бетона, обжатых в прессе, известными методами неразрушающего контроля (пластической деформации, ударного импульса, упругого отскока), образцов, отобранных из конструкции на участке, на котором предварительно проводятся вышеназванные испытания с последующим их разрушением.

Предприятия-изготовители современных приборов неразрушающего контроля в процессе их конструирования и апробирования формируют базовые градуировочные зависимости на основании результатов параллельных испытаний образцов-кубов, изготовленных из бетонов основного ряда классов с различными видами заполнителей, неразрушающими методами по ГОСТ 22690-88 [1] и затем в прессе (разрушением) по ГОСТ 10180-90 [4].

Приборы оснащаются базовыми градуировочными зависимостями и закладываются в электронную программу прибора либо, если прибор механического действия, поставляются с градуировочными зависимостями в виде графиков, таблиц, формул.

Практика показывает, что значения прочности бетона, определенные приборами неразрушающего контроля, в ряде случаев существенно отличаются от значений прочности бетона, определенных разрушающим контролем образцов, отобранных из обследуемой конструкции.

В работе дан сравнительный анализ результатов определения прочности бетона методами разрушающего и неразрушающего контроля. Определены причины расхождений величин прочности бетона. Определен коэффициент K_c для корректировки базовых градуировочных зависимостей, в соответствии с методикой приложения 9 ГОСТ 22690–88 [1].

Исследовался тяжелый бетон сборных и монолитных железобетонных конструкций строительных объектов Перми и Пермского края.

При испытаниях бетона использованы следующие приборы неразрушающего контроля: гидропресс измерителя прочности бетона «Оникс–ОС» (предприятие-изготовитель – научно-производственное предприятие «Интерприбор», г. Челябинск), реализующий метод отрыва со скалыванием – локального разрушения путем вырыва стандартного анкерного устройства № 3 или № 2; склерометр «ОМШ-1 ВК 15.00.000 ПС» (предприятие-изготовитель – научно-технический центр средств контроля качества «Контрос», г. Солнечногорск Московской области), реализующий метод упругого отскока, измеритель прочности бетона ИПС-МГ4 (предприятие-изготовитель – специальное конструкторское бюро «Стройприбор», г. Челябинск), реализующий метод ударного импульса.

Испытания образцов, отобранных из конструкций, разрушающим контролем, проведены следующими лабораториями:

1. Региональная испытательная лаборатория цемента Пермского государственного технического университета (кафедра строительных материалов и специальных технологий).
2. ООО «Испытательная лаборатория Оргтехстроя».
3. Лаборатория ООО «Краснокамский завод ЖБИ», г. Краснокамск Пермского края.

В табл. 1–4 сопоставлены результаты, полученные при испытаниях бетона конструкций методами разрушающего и неразрушающего контроля, на конкретных объектах. Для подсчета погрешности между лабораторными испытаниями (прессом) и приборами неразрушающего контроля за основной (100 %) принят метод лабораторных испытаний (пресс).

Таблица 1

Определение прочности бетона конструкций фундамента насосной станции промышленных стоков ЦБК «Кама» в г. Краснокамске Пермского края

Номер участка	Прочность бетона, $\frac{\text{кгс/см}^2}{\%}$		
	по методу упругого отскока (относительно прессы)	по методу ударного импульса (относительно прессы)	при лабораторных испытаниях в прессе
1	$\frac{411,9}{77}$	$\frac{406,1}{75}$	$\frac{538,0}{100}$
2	$\frac{415,4}{65}$	$\frac{399,3}{63}$	$\frac{637,0}{100}$
3	$\frac{408,5}{83}$	$\frac{396,3}{81}$	$\frac{491,0}{100}$
Среднее значение	$\frac{411,93}{70}$	$\frac{397,11}{68}$	$\frac{588,}{100}$
Коэффициент уточнения градуировочной зависимости K_c	1,35	1,39	–

Таблица 2

Определение прочности бетона контрольных образцов (стандартных кубов), изготовленных на ООО «Краснокамский завод ЖБИ», г. Краснокамск Пермского края (испытания проведены лабораторией завода)

Номер образца	Прочность бетона образца, кгс/см^2 (МПа), при испытаниях		Расхождение результатов единичных показаний прочности по прибору ОМШ-1 и в прессе, %	Среднее значение прочности бетона, кгс/см^2 (МПа), в серии по испытаниям		Коэффициент уточнения градуировочной зависимости K_c
	методом разрушения (пресс)	методом неразрушающего контроля (ОМШ-1)		в прессе	прибором ОМШ-1	
1	440	171	61	553,3	178,3	3,10
2	567	166	71			
3	545	173	68			
4	502	176	65			
5	573	171	70			
6	605	184	69			
7	625	184	71			
8	591	201	66			
9	532	179	66			

Таблица 3

Определение прочности бетона диафрагм жесткости монолитного железобетонного здания жилого дома по ул. Вильямса, 376 в Орджоникидзевском районе г. Перми

Этаж	Прочность бетона, МПа			
	по методу отрыва со скалыванием	по методу упругого отскока	по методу ударного импульса	при лабораторных испытаниях в прессе
Цокольный	27,3	25,8	26,7	26,3
1	28,5	30,5	28,8	28,2
2	28,1	25,5	26,1	26,0
3	30,8	30,0	29,5	30,8
Среднее значение	28,7	28,0	27,8	27,8
Коэффициент уточнения градуировочной зависимости K_c	–	1,03	1,03	–

Таблица 4

Определение прочности бетона конструкций монолитного железобетонного ростверка фундамента здания по ул. Крисанова, 12а в Ленинском районе г. Перми

Номер участка	Прочность бетона, $\frac{\text{кгс/см}^2}{\%}$		
	по методу упругого отскока (относительно прессы)		при лабораторных испытаниях в прессе образцов-цилиндров, отобранных из конструкции
	при наличии поверхностного слоя бетона	после удаления поверхностного слоя бетона	
1	$\frac{141,9}{62}$	$\frac{206,1}{90}$	$\frac{228,0}{100}$
2	$\frac{165,4}{70}$	$\frac{219,3}{93}$	$\frac{237,0}{100}$
3	$\frac{178,5}{74}$	$\frac{226,3}{94}$	$\frac{241,0}{100}$
Среднее значение	$\frac{161,9}{69}$	$\frac{217,2}{92}$	$\frac{235}{100}$
Коэффициент уточнения градуировочной зависимости K_c	1,45	1,08	–

На основании анализа и синтеза результатов испытаний выявлены следующие *причины* расхождений величин прочности тяжелого бетона на одноосное сжатие методами разрушающего контроля в сравнении с неразрушающими методами контроля:

1. Разница в результатах исследований между испытаниями в прессе (методом разрушения – одноосного сжатия) и приборами неразрушающего контроля ОМШ–1 (методом неразрушающего контроля – упругого отскока) и ИПС-МГ4 (методом неразрушающего контроля – ударного импульса) объясняется тем, что приборы неразрушающего контроля по условиям испытаний использовались для определения прочности поверхностного слоя. Поверхностный слой характеризуется по составу меньшим количеством крупного заполнителя и большим количеством цементного раствора. Вследствие этого поверхностный слой обладает меньшими, чем основной массив, прочностными характеристиками, и класс бетона поверхностного слоя на одну-две ступени ниже класса бетона основного массива конструкции.

2. Разница в результатах исследований между испытаниями в прессе (методом разрушения – одноосного сжатия) и методом неразрушающего контроля – отрыва со скалыванием (прибор «Оникс-ОС») минимальна и находится в пределах допустимой относительной погрешности прибора (2 %). Тем самым полученные данные подтверждают возможность использования метода неразрушающего контроля – отрыва со скалыванием, без установления индивидуальных градуировочных зависимостей при использовании стандартного анкерного устройства, что согласуется с требованиями п. 3.14 ГОСТ 22690–88 источника [1]. Анализ данных результатов предполагает также, что на глубине 30–40 мм от поверхности бетонных конструкций прочностные характеристики бетона стабилизируются и основной массив бетона приобретает устойчивую равнопрочность материала при достаточном качестве основных циклов производства работ (укладки, уплотнения, прогрева при отрицательных температурах, выдерживания бетона).

Таким образом установлено, что независимо от способа исследования железобетонных конструкций прочность бетона имеет тенденцию нарастания с поверхности в глубину массива, на некоторой глубине от поверхности прочностные характеристики бетона стабилизируются и основной массив бетона приобретает устойчивую равнопрочность материала. Следовательно, для достоверности получаемых значений прочности неразрушающими методами (пластической деформации, ударного импульса, упругого отскока) необходимо перед испытаниями снимать поверхностный слой бетона.

Установлена устойчивая закономерность: чем выше прогнозируемый (проектный) класс исследуемой конструкции, тем больше разница величин прочности, полученных разрушающим методом (пресс) и неразрушающим методом контроля. Выявленная закономерность предполагает следующее:

1) для малых и средних классов бетона (В7,5–В25) нарастание прочности с поверхности в глубинные слои плавное, т.е. прочность поверхностных слоев соизмерима с прочностью основного массива;

2) для высоких классов бетона (В25–В40) нарастание прочности с поверхности в глубинные слои резкое, т.е. прочность поверхностных слоев значительно ниже прочности основного массива;

3) для малых и средних классов бетона (В7,5–В25) корректно использование неразрушающих методов контроля с базовыми настройками приборов, полученными при сопоставительных испытаниях с разрушающим методом в процессе конструирования прибора на предприятии-изготовителе, согласующимися с требованиями ГОСТ 22690–88 [1];

4) для высоких классов бетона (В25–В40) использование неразрушающих методов контроля допустимо только в строгом соответствии с табл. 1, п.3.14 и прил. 9 ГОСТ 22690–88 [1], т.е. с корректировкой коэффициента K_c градуировочной зависимости для бетонов, отличающихся от испытываемых (по составу, возрасту, условиям твердения, влажности) в соответствии с предлагаемой методикой [1].

Список литературы

1. ГОСТ 22690–88. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. – М., 1989.

2. ГОСТ 18105–86. Бетоны. Правила контроля прочности. – М., 1987.

3. ГОСТ 28570–90. Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций. – М., 1991.

4. ГОСТ 10180–90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М., 1991.

5. СП 13-102–2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений / Госкомитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России). – М., 2004.

Получено 30.08.2010