

УДК 69.058.2

**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА БЕТОНА****Л.В. САВЕНОК, Е.С. СМОЛЯКОВА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.И. КОЛТУНОВ)*

Представлен развернутый анализ контроля прочности бетона неразрушающими методами, оценка достоинств и недостатков каждого из приведенных методов, а так же особенности проведения испытаний по контролю качества бетона вне и на строительной площадке.

Введение. Согласно постановлению министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь «О проведении контроля и оценки прочности бетона» от 11.09.2015г.: «На строительных площадках, объектах строительства РБ сложилась устойчивая практика проведения контроля прочности бетона в конструкциях по контрольным образцам-кубам, изготовленным из бетонной смеси, поставляемой на объект. Многочисленные исследования показывают, что не обеспечивается идентичность уплотнения, и выдерживания, условий твердения, ухода за бетоном изготовленных контрольных образцов бетона и непосредственно в конструкциях. В связи с этим, руководствуясь п. 3 Указа Президента Республики Беларусь от 14.01.2014, № 26, Минстройархитектуры считает необходимым указать на обязательность соблюдения требований ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» в части контроля прочности бетона монолитных железобетонных конструкций при проведении производственного контроля прочности бетона. Настоящий стандарт регламентирует при контроле прочности монолитных конструкций проведение сплошного неразрушающего контроля прочности бетона всех конструкций контролируемой партии. Контроль и оценку прочности бетона необходимо производить непосредственно в конструкциях приборами неразрушающего контроля с привлечением специалистов аккредитованной лаборатории[1]. Исходя из этого, анализ методов контроля прочности бетона неразрушающими методами является актуальным на сегодняшний день и позволяет оценить потенциал каждого из методов и целесообразность их использования на строительной площадке.

Проведение испытаний. При исследовании методов контроля прочности бетона неразрушающими методами были рассмотрены наиболее известные и часто применяемые, а именно: метод ударного импульса, ультразвуковой метод, метод пластических деформаций [2], метод отрыва со скалывание и метод скалывания ребра.

Испытания были проведены на кубиках размерами 100×100 мм и классом бетона С25/30, фундаментных блоках (ФБС) С 25/30 и конструкции монолитного фундамента С30/37. Число контролируемых участков при испытаниях назначалось выборочно.

Были испытаны кубы 100х100 из одной партии: бетонная поверхность верхних граней имела местные наплывы и впадины, и соответственно категория поверхности А6, боковые грани и нижние не имели значительных дефектов, и соответственно категория поверхности А2 (рис. 1).



Рис. 1. Образец для испытания (кубик 100х100)

После проведения экспериментов кубики были испытаны при помощи пресса для определения их истинной прочности на сжатие и класса бетона (С 25/30). При этом испытания проводились на всех гранях кубиков без зачистки. После испытаний на не зачищенной поверхности образцы были зачищены до шероховатости класса 2-Ш и испытания повторились. Кроме этого, была испытана серия фундаментных блоков (ФБС) в лабораторных условиях и конструкций монолитного фундамента на объекте (рис. 2).

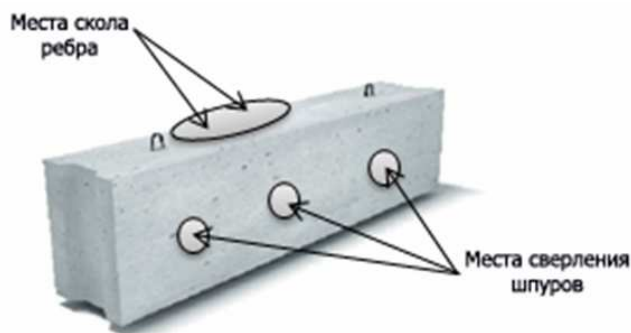


Рис. 2. Образец для испытания (ФБС)

В лабораторных условиях кубиковая прочность бетона на сжатие определялась методами пластических деформаций, ударного импульса, отрыва со скалыванием, скалыванием ребра и ультразвуковым методом. При этом после проведения испытаний боковая поверхность зачищалась 2 раза: наждачной бумагой и фрезой.

На строительной площадке конструкции были разделены на контролируемые участки. На 30 участках средняя фактическая кубиковая прочность бетона на сжатие определялась методом отрыва со скалыванием. На 9 участках, где имеются многочисленные раковины на поверхности конструкций, а также шаг расположения арматурных стержней составляет менее 150 мм, использовался метод ударного импульса.

Результаты. Из серии проведенных испытаний можно сделать вывод, что наиболее точными методами неразрушающего контроля прочности бетона являются методы отрыва со скалыванием и скалывание ребра. Такие методы как ультразвуковой и метод ударного импульса позволяют ориентировочно оценить прочность бетона (рис. 3–5).

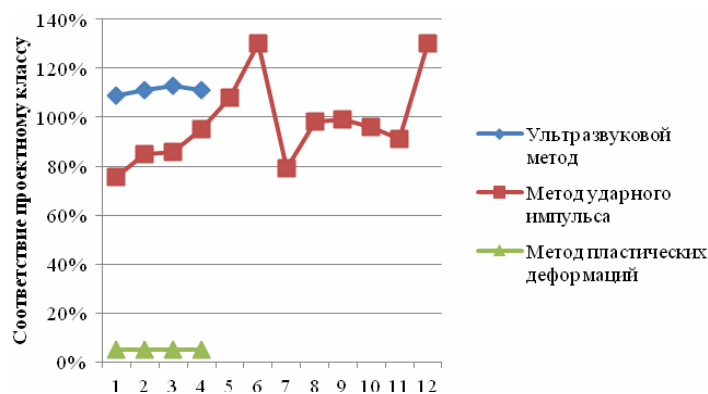


Рис. 3. Испытание кубиков 100×100

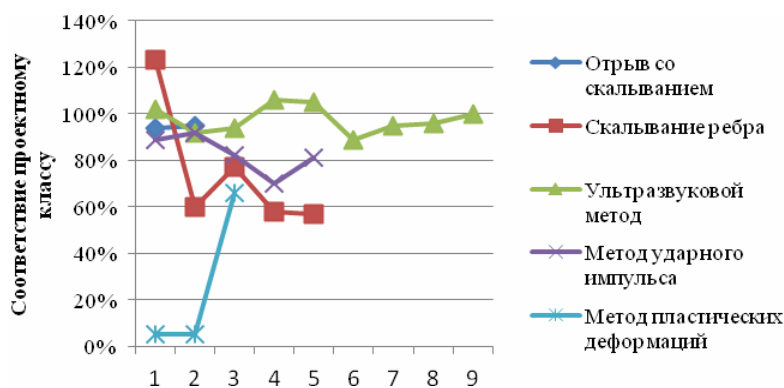


Рис. 4. Испытание ФБС в лабораторных условиях

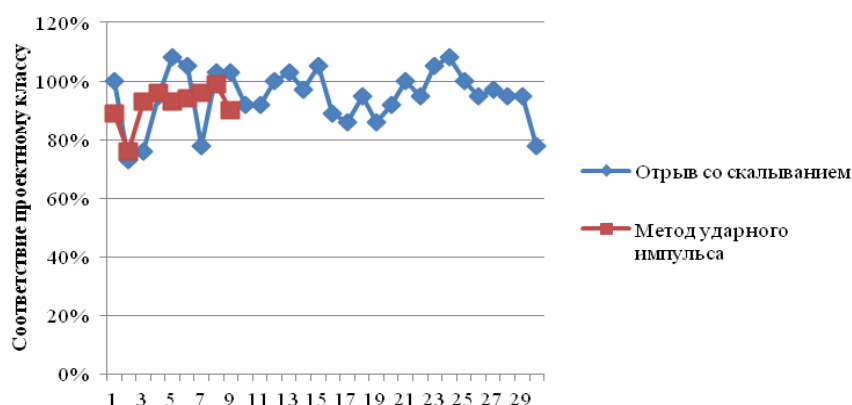


Рис. 5. Испытание монолитных конструкций фундамента

В результате оценки стоимости и трудозатрат методов [3] (табл. 1, 2), а также сравнения их действительной и допустимой погрешности (табл. 3) были выделены достоинства и недостатки каждого (табл. 4).

Таблица 1

Стоимость и трудозатраты методов неразрушающего контроля бетона согласно

№	Метод неразрушающего контроля	Трудоемкость, чел.-дн	Стоимость, руб.
1	Ультразвуковой метод	0,061	78 400
2	Метод ударного импульса	0,066	84 900
3	Метод пластических деформаций	0,066	84 900
4	Метод отрыва со скалыванием	0,27	346 950
5	Метод скалывания ребра	0,27	346 950

Примечание: стоимость работ, которая приходится на 1 чел.-дн. равна 1 285 тыс. руб.

Таблица 2

Стоимость приборов для методов неразрушающего контроля бетона [4, 5]

№	Метод неразрушающего контроля	Прибор	Стоимость, руб.
1	Ультразвуковой метод	Пульсар-2.1(2.2,2М)	2370–3060
2	Метод ударного импульса	ИПС-МГ 4.03(01,04)	1410–1740
3	Метод пластических деформаций	Молоток Кашкарова	от 180
4	Метод отрыва со скалыванием	ПОС-50МГ4 «Скол»	2160–2880
5	Метод скалывания ребра	ПОС-50МГ4 «Скол»	2160–2880

Таблица 3

Сравнение действительной и допустимой погрешности методов неразрушающего контроля бетона

№	Метод неразрушающего контроля	Действительная погрешность	Допустимая погрешность
1	Ультразвуковой метод	2–15%	+/-2%
2	Метод ударного импульса	10–30%	+/-8%
3	Метод пластических деформаций	50–100%	+/-12%
	Метод отрыва со скалыванием	5–10%	+/-2%
5	Метод скалывания ребра	10–15%	+/-2%

Таблица 4

Достоинства и недостатки методов неразрушающего контроля прочности бетона

Методы неразрушающего контроля бетона				
ультразвуковой	ударного импульса	пластических деформаций	отрыва со скалыванием	скалывания ребра
Достоинства				
1. Позволяет осуществлять испытания изделий любой формы многократно, вести непрерывный контроль нарастания	1. Приборы отличаются небольшим весом и компактностью. 2. Определение прочности является	1. Дешевизна оборудования. 2. Возможность использования в полевых условиях, где невозможно приме-	1. Отличается наибольшей точностью. 2. Градуировочные зависимости прописаны в стандартах	1. Не требует никаких подготовительных работ. 2. Отличается наибольшей точностью. 3. Градуировочные

или снижения прочности. 2. Контролирует прочность не только в поверхностных слоях бетона. 3. Применяется для дефектоскопии. 4. Прибор компактен и удобен в использовании. 5. Небольшие трудовые затраты	простой операцией, результаты выдаются единицах измерения прочности на сжатие. 3. Позволяет определять класс бетона, производить измерение прочности под разными углами. 4. Исключаются ошибки, связанные с человеческим фактором. 5. Трудозатраты невелики	нить другой метод		зависимости прописаны в стандартах
Недостатки				
1. Метод нельзя использовать для контроля качества высокопрочных бетонов (диапазон контролируемых прочностей 10...40 МПа). 2. Погрешность при переходе от акустических характеристик к прочностным. 3. Градуировочную зависимость определяют для конкретного состава бетона т.к. применение градуировочных зависимостей для неизвестного состава бетона приводит к ошибкам определения прочности. 4. Высокая стоимость прибора	1. Определяет прочность в поверхностном слое бетона (до 50 мм). 2. Погрешность измерений +/- 8%. 3. Удар наносится строго перпендикулярно поверхности. 4. На проведение испытания влияет влажность бетона	1. Точность испытания бетона молотком невысока. 2. Износ ударных устройств в работе, что приводит к изменению силы удара. 3. Необходимость тарировки. 4. Удар наносится строго перпендикулярно поверхности. 5. На проведение испытания влияет влажность бетона	1. Наибольшая трудоемкость испытаний (подготовка шпуров для испытания). 2. Невозможность использования метода в густоармированных и тонкостенных конструкциях. 3. Частично повреждает поверхность конструкции. 4. Прибор не компактен и имеет сравнительно немаленький вес. 5. Необходимость определения глубины залегания арматуры	1. Используется главным образом для линейных конструкций. 2. Невозможность использования метода в густоармированных и тонкостенных конструкциях. 3. Частично повреждает поверхность конструкции. 4. Трудоемкость испытаний. 5. Прибор не компактен и имеет сравнительно немаленький вес. 6. Необходимость определения глубины залегания арматуры

Выводы. Оценив стоимость и трудовые затраты методов, сделан вывод, что самым дешевым по трудовым затратам является ультразвуковой метод, самым дорогим – отрыв со скалыванием и скалывание ребра, что впоследствии влечёт за собой ещё и оштукатуривание места отрыва или скола. По стоимости прибора, самый дешевый – молоток Кашкарова (метод пластических деформаций), самый дорогой – Пульсар – 2.1(2.2,2М) (ультразвуковой метод).

Были рассмотрены 5 методов неразрушающего контроля прочности бетона [6].

Из серии проведенных испытаний можно сделать вывод, что наиболее точными методами неразрушающего контроля прочности бетона являются методы отрыва со скалыванием и скалывание ребра.

Такие методы как ультразвуковой и метод ударного импульса позволяют лишь ориентировочно оценить прочность бетона.

Можно отметить, что опыт человека, проводящего испытания существенно сказываются на результатах.

ЛИТЕРАТУРА

1. О проведении контроля и оценки прочности бетона : Письмо м-ва арх. и стр-ва Респ. Беларусь от 11 сент. 2015 г. № 02-1-05/10168.
2. Рекомендации по определению прочности бетона эталонным молотком Кашкарова по ГОСТ 22690.2-77/ НИИУОС при МИСИ им. В.В. Куйбышева. – М. : Стройиздат, 1985. – 24 с.
3. Сборник норм затрат трудовых ресурсов НЗТ 8.02.02-2014.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.interpribor.ru/>.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stroypribor.com/>.
6. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля : ГОСТ 22690-88. – 10 с.