

Бобров А.Д.,
магистрант кафедры «Управление строительством и
жилищно-коммунальным хозяйством»
Тюменский индустриальный университет
Россия, г. Тюмень

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

***Аннотация:** Прочность является основным нормируемым показателем качества бетонной конструкции. Однородность бетона влияет на несущую способность и надежность строительных сооружений. Доступность различных методов контроля прочности бетона и реализующих их приборов достаточно многообразна. В статье дан анализ достоинств и недостатков разрушающих и неразрушающих видов испытания бетонных изделий. Показан диапазон и погрешность измерения прочности бетона. Приведена экономическая оценка реализации строительной экспертизы. Выявлено, что в наилучшей степени выполнению задач контроля соответствует ультразвуковой метод.*

***Ключевые слова:** бетон, прочность, методы контроля, технико-экономические характеристики*

***Annotation:** Strength be the main normalized indicator of quality the concrete structure. Homogeneity of concrete affects bearing capacity and reliability of construction structures. The availability of various methods for monitoring the strength of concrete and the instruments implementing them is quite diverse. The article provides analysis of advantages and disadvantages of destructive and non-destructive types of testing of concrete products. The range and error of concrete strength measurement is shown. The economic evaluation of construction expertise*

realization is bring. It was revealed that the ultrasonic method in best degree the performance of tasks of control corresponds.

Keywords: *concrete, strength, control methods, technical and economic characteristics*

Качественно изготовленные бетонные конструкции способны прослужить соизмеримые с продолжительностью жизни человека десятки лет. На всех этапах существования объектов необходимо выполнять проверку их технического состояния [1]. Прочность бетона является важнейшим нормируемым показателем качества любого сборного бетонного, железобетонного изделия или монолитной конструкции [2]. Прочностные характеристики бетона одного и того же состава могут значительно различаться вследствие неоднородности составляющих материалов, качества дозировки, степени уплотнения, режима тепловой обработки и т.д. Однородность бетона влияет на несущую способность и надежность отдельных изделий и сооружений в целом [3]. Доступность различных методов контроля прочности бетона и реализующих их приборов достаточно многообразна. Изучение этих свойств предполагает использование разрушающих (сжатие, растяжение) и неразрушающих (прямые - скалывание ребра, отрыв со скалыванием, отрыв металлических дисков; косвенные - ударный импульс, упругий отскок, пластическая деформация, ультразвуковой) методов.

Общая характеристика видов контроля приведена в табл. 1.

Таблица 1

Методы определения прочности бетона

Метод	Достоинства	Недостатки
Сжатие, растяжение	Высокая достоверность и точность	Высокая трудоёмкость и стоимость
Скалывание ребра	Простота использования, отсутствие предварительной подготовки	Не применим, если слой бетона меньше 2 см или существенно повреждён, предназначен для линейных сооружений (сваи, колонны квадратного сечения, опорные балки)
Отрыв со скалыванием	Высокая точность, наличие общепринятых градуировочных зависимостей	Трудоёмкость, невозможность использовать в оценке прочности густоармированных и с тонкими стенами сооружений
Отрыв металлических дисков	Подходит для проверки прочности густоармированных конструкций, менее трудоёмкий относительно других прямых методов	Необходимость предварительной подготовки (диски наклеиваются на бетонную поверхность за 3..24 часа до проверки), ограничения по температурному режиму
Ударный импульс	Компактное оборудование, оперативность, низкая трудоёмкость, слабая зависимость от состава бетона, возможность устанавливать класс бетона, измерять под разными углами к поверхности	Относительно невысокая точность, определение прочности в слое глубиной только до 50 мм

Упругий отскок	Простота и скорость исследования, возможность оценки прочности густоармированных конструкций	Жёсткие требования к процедуре подготовки контрольных участков, контроль прочности на глубине до 30 мм, необходимость частых проверок, построение градуировочных зависимостей
Пластическая деформация	Доступность оборудования, простота, оперативность, низкая стоимость, может применяться для густоармированных конструкций,	Невысокая точность результатов, прочность бетона не более 50 МПа
Ультразвуковой	Возможность непрерывного контроля, невысокая стоимость. оценка прочности глубинных слоёв конструкции	Повышенные требования к качеству поверхности, большая погрешность при переходе от акустических характеристик к прочностным, высокая квалификация исполнителя

Результаты, полученные разрушающими методами, являются наиболее объективными, поскольку измеряется непосредственно усилие разрушения при сжатии или растяжении, исследуется образец материала именно из тела конструкции, влияние внешних факторов сведено к минимуму. На практике такой подход к обследованию конструкций применяется крайне редко вследствие высокой себестоимости операций контроля, локального повреждения конструкций и потери их эстетического вида [4].

Неразрушающие методы особенно актуальны, когда характеристики бетона и арматуры неизвестны, а объёмы контроля значительны [5]. Положительными сторонами этих методов являются: возможность проверки

на стройплощадках, сохранение целостности и эксплуатационных характеристик, широкая сфера применения. Основное преимущество прямых методов испытания бетона - это достоверность, а общими недостатками являются высокая трудоёмкость, необходимость определения глубины прохождения арматуры, частичное повреждение поверхности конструкций. Среди этих методов оптимальным по точности, доступности оборудования, универсальности использования и масштабу разрушения конструкции является метод отрыва со скалыванием. Косвенные методы имеют большую производительность, меньшую трудоёмкость, однако контроль ведется в поверхностном слое толщиной 25...30 мм, необходимо выполнение предварительной подготовки поверхности контролируемых участков и получение градуировочных зависимостей приборов в соответствие с фактической прочностью бетона по результатам разрушающих испытания контрольных партий. Следовательно, применение методов этой группы целесообразно для приблизительной оценки прочности, а также для выявления зон с отклонением прочности от среднего значения. Из всех косвенных методов неразрушающего контроля можно рекомендовать совместное использование метода ударного импульса и ультразвукового. Ультразвуковой контроль практически универсален, и применяется к большинству материалов, оборудование относительно просто в эксплуатации, обладает хорошей чувствительностью, оперативностью и безопасностью. При помощи ультразвука оценивается неоднородность макроструктуры и изменения химического состава.

Отдельные технические показатели методов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Диапазон и погрешность методов контроля прочности бетона

Метод	Диапазон измерения, МПа	Средняя погрешность измерения, %
1. Сжатие, растяжение	5...100	5
2. Скалывание ребра	10...70	19
3. Отрыв со скалыванием	5...100	17
4. Отрыв металлических дисков	5...60	23
5. Ударный импульс	10...70	14
6. Упругий отскок	5...50	12
7. Пластическая деформация	5...50	29
8. Ультразвуковой	10...40	8

Наиболее точными являются разрушающие методы, так как они проводятся в лабораторных условиях при определённой влажности и температуре. Экономическая оценка методов показана в табл. 3.

Таблица 3

Затраты труда и денежных средств на реализацию методов контроля

Метод	Трудоёмкость, чел/ч	Стоимость, Р	
		испытания	оборудования
1. Сжатие, растяжение	4	14000	550000
2. Скалывание ребра	0,8	5000	80000
3. Отрыв со скалыванием	1	6000	100000
4. Отрыв металлических дисков	1,2	7000	70000
5. Ударный импульс	0,3	3000	65000
6. Упругий отскок	0,2	1500	25000
7. Пластическая деформация	0,5	2000	5000
8. Ультразвуковой	0,1	2500	85000

Проведя ранжирование всех отмеченных выше параметров по уровню выполнения задач оценки прочности установлено, что в наилучшей степени им соответствует по точности испытание на сжатие образцов, а по оперативности и затратам денежных средств - ультразвуковой метод.

Использованные источники:

1. Жадановский Б.В. Контроль качества получаемых строительных материалов, изделий и конструкций на строительную площадку / Б.В. Жадановский, М.В. Кудрявцев, Е.С. Ерижокова // Системные технологии. - 2018. - № 29. - С. 11-18.
2. Носков И.В. Причины снижения и определение прочности бетона фундаментов методами разрушающего и неразрушающего контроля при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений / И.В. Носков, М.М. Решетов, В.Н. Лютов и др. // Вестник Евразийской науки. - 2020 - Т.12, №6. - С.4-16.
3. Новоселова И.В. Применение методов неразрушающего контроля при обследовании зданий в рамках строительной-технической экспертизы / И. В. Новоселова, Ю.С. Денисенко. З.И. Гагиева, А.Н. Питык // Инженерный вестник Дона. - 2019. - №1. - С. 109.
4. Улыбин А. В. О выборе методов контроля прочности бетона построенных сооружений / А.В. Улыбин // Magazine of Civil Engineering, - 2011. - №4. - С. 10-15.
5. Штенгель В.Г. Общие проблемы технического обследования неметаллических строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений / В.Г. Штенгель // Инженерно-строительный журнал. - 2010. - №7. - С. 4-9.