Сравнительный анализ методов оценки прочности бетона монолитных конструкций

Гейде Сергей Сергеевич

На сегодняшний день в РФ нормативной документацией предусмотрено и определено несколько методов контроля и оценки прочности бетона.

По ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» они условно разделены на 3 группы:

— Прямые неразрушающие методы;

— Косвенные неразрушающие методы;

— Разрушающие методы;

При строительстве из монолитного железобетона бетонную смесь транспортируют на значительные расстояния. При этом, на один объект смесь могут поставлять несколько производителей. Соответственно, контроль качества бетона приходится производить не только на предприятиях, но и непосредственно на объектах строительства, а специалистам — контролировать готовые бетонные конструкции. [1]. В свою очередь, контроль прочности бетона в конструкциях зачастую производится не только в проектном возрасте 28 суток, а также и в промежуточном (3 или 7 суток). Это производится для контроля темпа набора прочности бетоном и при необходимости снятия опалубки и дальнейшего нагружения конструкции. Данный подход и специфика в монолитном строительстве, а также требуемая оперативность и достоверность результатов, делает необходимым и целесообразным использовать преимущественно неразрушающие методы контроля прочности бетона в конструкциях.

Использование традиционных методов испытания контрольных образцов (далее — КО), хранившихся в н.у., согласно ГОСТ 10180, применяется широко и сейчас, несмотря на требования ГОСТ 18105 о том, что для оценки и контроля прочности монолитных конструкций необходимо использовать схемы контроля В и Г [2]. Данные схемы подразумевают использование прямых и косвенных методов неразрушающего контроля. Однако в примечании к п.4.3 ГОСТ 18105 указано: «В исключительных случаях (при невозможности проведения сплошного контроля прочности бетона монолитных конструкций с использованием неразрушающих методов) допускается определять прочность бетона по контрольным образцам, изготовленным на строительной площадке и твердевшим в соответствии с требованиями п. 5.4, или по контрольным образцам, отобранным из конструкций....» [2]. Данное допущение может трактоваться различными способами и, в общем, напрямую не запрещает использование КО для оценки прочности бетона в конструкции.

Неразрушающие методы, в свою очередь делятся на прямые и косвенные. Прямые —отрыв со скалыванием (далее — ОС) и скалывание ребра. Косвенные методы основаны на определении и косвенной характеристики прочности бетона (скорости распространения ультразвука, упругого отскока, ударного импульса). Основные нормативные документы регулирующие испытания данными методами— ГОСТ 22690-2015 и ГОСТ 17624. Согласно п. 3.14 ГОСТ 22690, для определения прочности бетона в конструкциях предварительно устанавливают градуировочную зависимость (далее — ГЗ) между прочностью бетона и косвенной характеристикой прочности[3]. Кроме того, Согласно п. 8.3.1 и Приложению Б СП 13-102-2003, определение прочности бетона без построения ГЗ может быть выполнено только методами ОС, скалывания ребра и по испытанию образцов, отобранных из конструкции[4].

Иными словами, применять косвенные методы контроля без построения ГЗ невозможно, а построение зависимости ведет к неизбежному использованию разрушающих или прямых методов. Это вызвано большой неопределенность (погрешность) результатов измерения параметра. Помимо приборной погрешности огромную роль играют внешние факторы (обработка поверхности, дефекты, арматура и т.д.).

Кроме этого, полученный результат не может быть использован без уточнения зависимости для исследуемого бетона. Установление ГЗ, например, для ультразвукового метода, по требованиям п. 3.4 ГОСТ 17624 подразумевает испытание не менее 30 образцов или не менее 12 участков отрыва со скалыванием[5]. На большинстве объектов среднего масштаба, получить согласование заказчика на повреждение конструкций в таком объеме редко представляется возможным. На практике, при обследовании бетона, указанными требованиями, зачастую, пренебрегает большинство организаций, и применяют только косвенные методы. Это обусловлено высокой трудоемкостью и стоимостью испытаний прямыми и разрушающими методами [6].

В связи с вышесказанным для анализа применимости и справедливости использования различных методов для оценки прочности бетона тех или иных конструкций были проведены исследования степени взаимосвязи и расчет коэффициентов корреляции для результатов испытания бетона следующими методами и приборами:

1.Метод ОС — ОНИКС-ОС1;

2.Ультразвуковой метод — УКС-МГ4;

3.Испытание КО, хранящихся при н.у., и в условиях твердения конструкции;

Испытанию подвергались КО размером 100×100×100 мм, ОС производился анкером Ø 16мм, ультразвуковой метод — поверхностное прозвучивание. Классы бетонов всех испытываемых конструкций были от В25 до В35. Испытания проводились с учетом требований ГОСТ 22690 и 17624.

В первом опыте, испытанию подвергались БНС с классом бетона В25 методами КО, хранившихся в н.у., и ультразвуковым методом. Коэффициент корреляции *r* составил *–0.38.*, что свидетельствует о слабой обратной взаимосвязи. Это значит, что оценить действительную прочность бетона в БНС, а также сопоставить результаты, чтобы сделать оценочную характеристику не представляется возможным, используя данные методы испытаний. В таком случае, требуется прибегнуть к методу отбора образцов из конструкции (выбуривание кернов), что также не всегда представляется возможным технологически. График взаимосвязи представлен на рисунке 1.

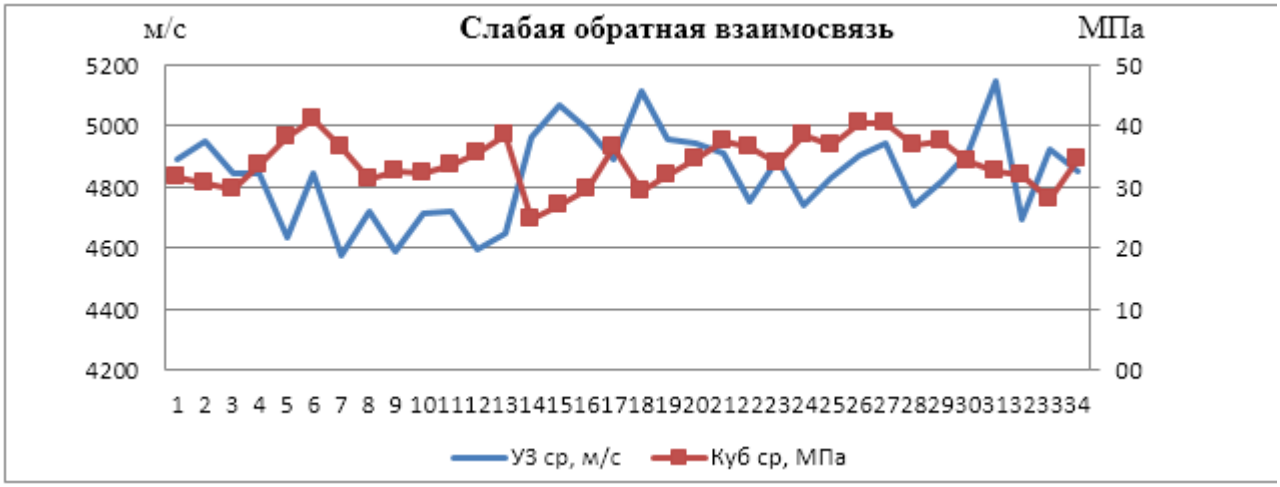
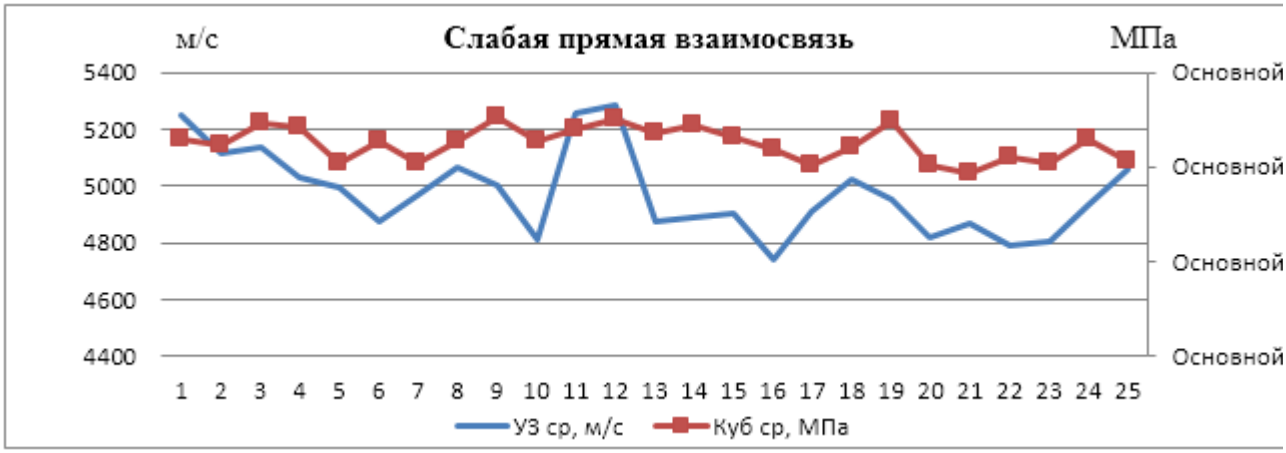


Рисунок 1 — Взаимосвязь значений испытаний КО с УЗ

Во втором и третьем опыте испытаниям подвергались конструкции с бетоном В30, В35. Результаты расчета коэффициентов корреляции *r* для бетона В30 при сопоставлении результатов «КО/ультразвуковой метод» и «КО/ОС» *0,45* и *0,56*. Это свидетельствует о слабой и средней прямой взаимосвязи. Графики взаимосвязи на рисунке 2.

Результаты расчета коэффициентов корреляции *r* для бетона В35 при сопоставлении результатов «КО/ультразвуковой метод» и «КО/ОС» *0,23* и *0,28*. Это свидетельствует о слабой прямой взаимосвязи. Графики взаимосвязи на рисунке 3.



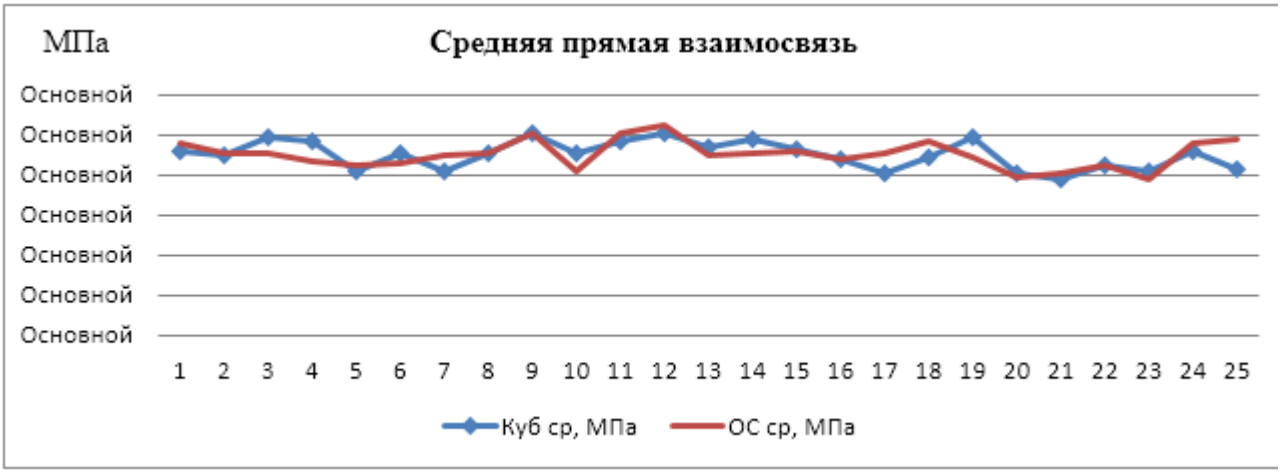
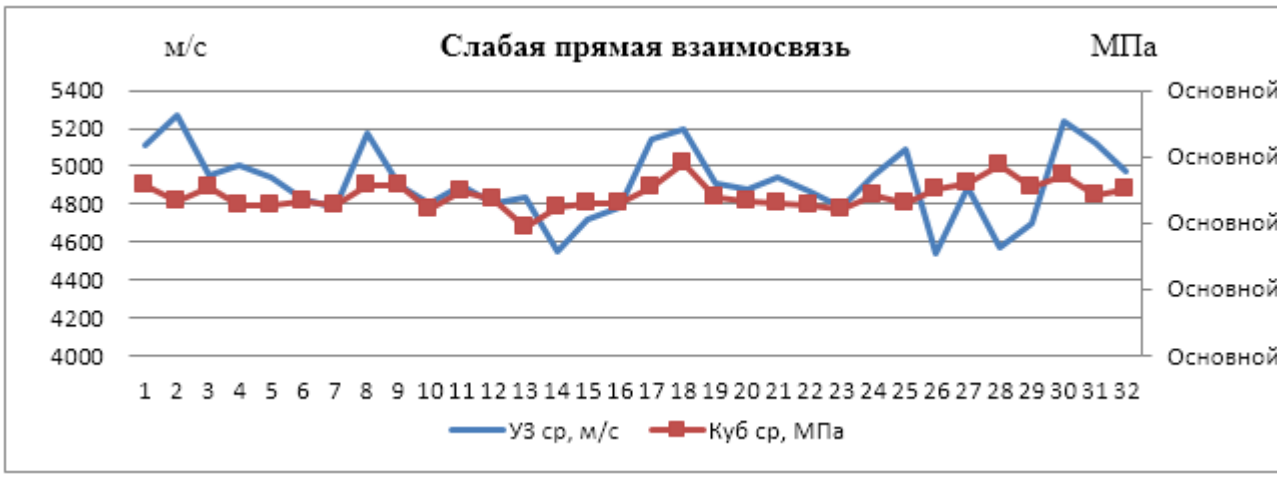


Рисунок 2 — Взаимосвязь испытаний КО с УЗ и КО с ОС



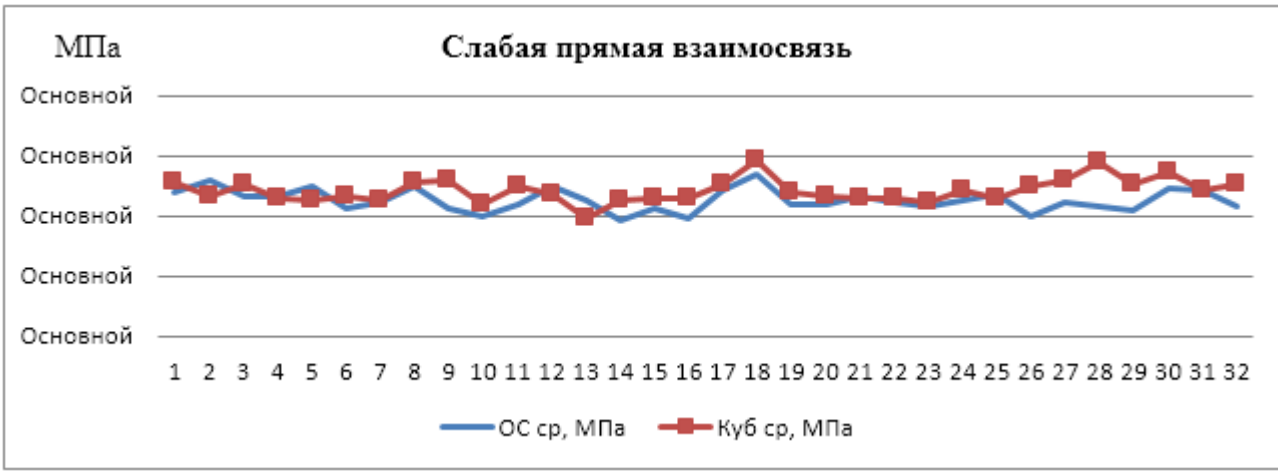


Рисунок 3 — Взаимосвязь испытаний КО с УЗ и КО с ОС

Для всех случаев, при сопоставлении результатов, полученных испытаниями контрольных образцов, хранившихся при н.у. и ультразвуковым методом, ГЗ для этого класса бетона степень взаимосвязи получилась низкая. Это говорит о том, что существующие результаты испытаний бетона одной партии одних и тех же конструкций имеют низкую прямую степень взаимосвязи. При сопоставлении аналогичных результатов для класса бетона В25 взаимосвязь имела отрицательное значение, это значит, что результаты испытаний прочности бетона вовсе противоречат друг-другу.

То есть при контроле и оценке прочности бетона в конструкциях не представляется возможным, на основе только этих данных определить, результаты каким методов наиболее приближены к действительным значениям прочности бетона в конструкции. Оценка прочности по КО возможна, только в случае, когда и неразрушающие методы и испытания «кубиков» свидетельствуют о том, что бетон набрал проектную прочность. В случае спорных ситуаций и противоречивых результатов нельзя дать однозначный ответ о прочности бетона в конструкции.

Литература

1. Бербеков Ж. В. Неразрушающие методы контроля прочности бетона // Молодой ученый. — 2012. — № 11. — С. 20-23.
2. ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.
3. Г О С Т 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля
4. С П 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.
5. ГОСТ 17624 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности (с Поправкой).
6. Улыбин А.В. Выбор методов контроля прочности бетона // http://vectornk.ru. — 30.05.2016, дата обращения 17.05.2018.