

УДК 691.32:620.1

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОНА И ЕЁ АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ*к.т.н., доц. Колохов В.В.**ГВУЗ "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры"*

Действующая сегодня система нормативных документов, обеспечивающих контроль качества бетонных изделий, опирается на ряд методик определения физико-механических свойств бетона, закрепленных в соответствующих государственных стандартах. Введенные в действие в январе 2010 г. ДСТУ Б В.2.7-226: 2009 (Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности) и ДСТУ Б В.2.7-220: 2009 (Бетоны. Определения прочности механическими методами неразрушающего контроля) опираются на известные методики, разработанные в прошлом веке, и реализуются соответствующей аппаратурой. Основным принципом методик (а также приборов их реализующих) является измерение косвенной характеристики взаимодействия «прибор – бетон» и вычисление на этой основе и на основе результатов предварительных лабораторных испытаний показателя прочности бетона. Еще одной аксиомой применения нормированных сегодня методов определения прочности бетона можно назвать проведения измерения параметров взаимодействия однократно в единственной точке поверхности бетонной конструкции или образца. Несмотря на жесткое требование к подготовке поверхности бетона перед проведением измерений и, даже, его неукоснительному и точному исполнению, считать условия, в которых производится измерение на лабораторном образце и на реальной конструкции идентичными друг другу, не представляется возможным. Анализ характера взаимодействия на поверхности бетона показывает, что при внедрении индентора в бетон наиболее существенный вклад в вариацию измеряемых показателей оказывает неоднородность бетона. Учитывая неустановившийся характер процесса взаимодействия, при однократном взаимодействии прибора с бетоном, в локальной области пространства трудно говорить о достаточной степени адекватности при воспроизведении результатов измерений.

Совершенствование приборной базы (аппаратурного обеспечения нормированной методологии) происходило, и происходит, исключительно путем совершенствования системы фиксирования и обработки информации. Большинство модернизаций приборов направлено на встраивание заводских тарировочных зависимостей в постоянные запоминающие устройства (ПЗУ) приборов. Корректировка «прошитых» зависимостей производится путем ввода значений корректирующих коэффициентов, определяемых по результатам лабораторных испытаний.

Особо необходимо отметить визуализацию и документирование получаемых результатов. Большинство современных приборов оборудованы

цифровыми жидкокристаллическими экранами, ПЗУ, микропроцессорами и оперативными запоминающими устройствами (ОЗУ) того или иного объёма для хранения результатов измерений и вычислений. Такое построение прибора позволяет, используя встроенные уточняемые тарировочные зависимости, а также статистическую обработку полученных результатов, визуализировать не промежуточные результаты в виде косвенных характеристик взаимодействия «прибор – бетон», а вычисленное значение прочности бетона с соответствующими статистическими показателями. Указанные выше атрибуты современных приборов неразрушающего контроля, добавленные в них в последнее время, существенно повысили их стоимость. Однако, при упрощении процедуры оценки прочности бетона на месте проведения испытаний, формализация процесса измерений скрывает физический смысл определения, превращая измерительный прибор в некий «чёрный ящик» выдающий результат, трудно поддающийся анализу без камеральной обработки. Кроме того, имеющаяся функция – передача данных измерений и вычислений, сохраненных в ОЗУ прибора в электронном виде, реализуется достаточно редко. Причин такого положения несколько, но, пожалуй, самая главная заключается в так называемом «человеческом факторе». Под этим термином в данном контексте следует понимать несоответствие возможностей прибора уровню квалификации специалиста его использующего. При недостаточной квалификации специалист применяет получаемую прибором интерпретацию «прочности бетона» без анализа состояния конструкции в целом, условий её эксплуатации действующих и предполагаемых к действию нагрузок. В противоположном случае квалификация эксперта позволяет ему учитывать неформализованные влияния, что приводит к получению оценки отличающейся от «предложенной» прибором и, соответственно, нуждающейся в корректировке полученных результатов.

Главным результатом работы эксперта является получение информации о несущей способности конструкций, их надежности и долговечности, то получение информации о «прочности бетона» конструкции можно рассматривать как явно недостаточную. Поскольку на результаты определения влияют ещё несколько факторов, информация о которых необходима для расчета надежности и долговечности, то построение методики получения этой информации, а также её аппаратного обеспечения является актуальной задачей.

Рассмотрим необходимые условия для построения такой методики.

Для проведения поверочных/проверочных расчетов необходима информация о геометрических параметрах конструкции, свойствах составляющих её материалов и нагрузках, действующих на конструкцию или предполагаемых к действию на неё.

Схема выполнения операций для осуществления поверочного расчета с использованием результатов определения прочности бетона методами неразрушающего контроля приведенная в [1], должна быть дополнена двумя операциями, выполняемыми при обследовании конструкций: определение геометрических характеристик конструкции и определение нагрузок

действующих на конструкцию или предполагаемых к действию на неё. Тогда схема примет вид (рис.1).



Рис. 1. Схема выполнения операций для осуществления проверочного расчета с использованием результатов определения прочности бетона методами неразрушающего контроля

Такая схема могла быть успешно реализована в предположении, что методы определения физико-механических характеристик бетона нечувствительны к уровню напряжений в конструкции и, кроме того, параметры бетона едины для всей конструкции. В реальных условиях невозможно изготовить всю конструкцию из одного и того же бетона, а уровень напряжений существенно искажает измеряемые параметры, что в конечном итоге может привести как к заниженной, так и к завышенной оценке несущей способности конструкции. Если в первом случае мы столкнемся исключительно с экономическими потерями, то во втором может возникнуть угроза безопасной эксплуатации, как отдельной конструкции, так и всего здания/сооружения.

Рассматриваемое осложнение, вероятно, может быть устранено путем уточнения характеристик бетона, вводимых в расчетную схему, и учета реальных параметров диаграммы деформирования бетона.

Качественно-количественные параметры вносимых уточнений должны определяться конструктором-расчетчиком исходя из необходимой для расчета степени детализации расчетной схемы, уровня ответственности конструкции (здания/сооружения) и требуемого уровня надежности.

В качестве методов, позволяющих получить необходимую информацию, использовать нормируемые сегодня методы неразрушающего контроля не

представляется возможным. Для них необходима существенная модернизация как в методическом, так и в аппаратном аспекте. Кроме того, как показано ранее, необходима «би-» (а возможно и «поли-») параметричность измерений при взаимодействии «прибор – бетон», а также комплексная увязка результатов измерений, полученных различными неразрушающими методами.

Исходя из вышесказанного, наиболее близка к идеальной следующая схема выполнения операций для осуществления поверочного расчета с использованием результатов определения прочности бетона методами неразрушающего контроля (рис.2)



Рис. 2. Схема выполнения операций для осуществления поверочного расчета с использованием результатов определения прочности бетона методами неразрушающего контроля

Внесенные изменения в схему касаются проведения дополнительных

измерений и определений свойств бетона несколькими неразрушающими методами предполагают использование усовершенствованных методик. С учетом различной чувствительности неразрушающих методов к изменению уровня напряжений в бетоне конструкции проведение испытаний параллельно различными методами в одной области конструкции позволит повысить надежность определения, усложняя, однако, сам процесс проведения испытаний. Проведение измерений становится более рутинным и формализованным и, соответственно, для повышения надежности и точности требует автоматизации процесса.

Существующая сегодня схема применения неразрушающих методов представлена на рис. 3.

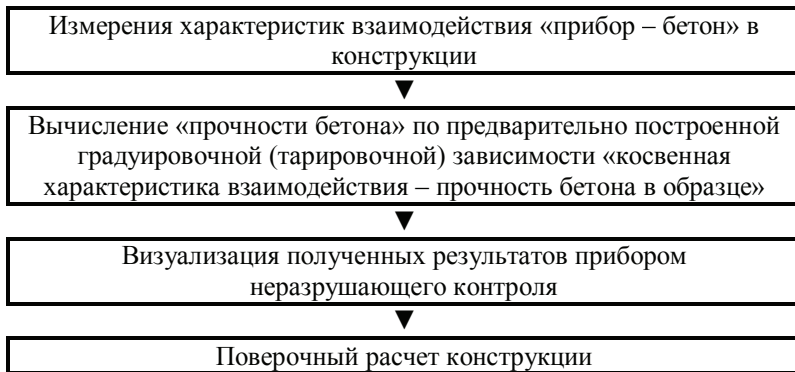


Рис. 3. Существующая схема применения неразрушающих методов

Рассмотренные ранее требования к модернизации методик определения физико-механических свойств бетона в конструкции, а также особенности проведения испытаний (в т.ч. человеческий фактор), представленные выше, позволяют предложить схему проведения дополнительных измерений и определений свойств бетона несколькими неразрушающими методами (рис. 4). Предлагаемая схема предполагает разработку датчиков-измерителей, реализующих каждый свой метод неразрушающего контроля и работающих под управлением центрального модуля, либо в виде отдельного блока, а возможно в виде специально разработанной программы/программного комплекса. Такая программа/программный комплекс должны совмещаться с вычислительными комплексами, реализующими метод конечных элементов (например: ЛИРА, СКАД и т.п.) и управлять обработкой информации от датчиков измерителей. При этом программу скорее всего удобнее располагать на компьютере одновременно с расчетным комплексом, а способ передачи информации между датчиками предпочтителен беспроводным. Т.е физическая реализация предлагаемой схемы возможна в виде переносного компьютера располагаемого вблизи обследуемой конструкции, нескольких

датчиков – измерителей реализующих один из методов неразрушающего контроля, системы передачи информации и управляющего модуля.

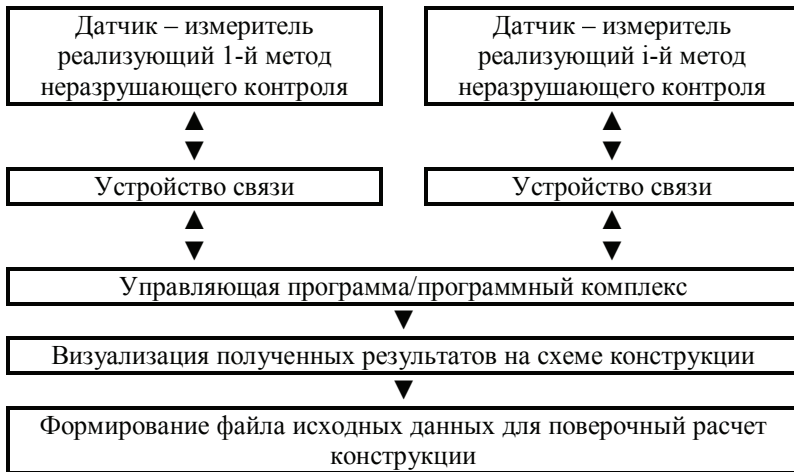


Рис. 4. Предлагаемая схема применения неразрушающих методов

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

- Применяемые в строительстве методы определения механических свойств бетона в конструкциях требуют усовершенствования, как в методическом, так и в аппаратурном плане;
- Предлагаемые схемные решения позволят повысить адекватность оценки технического состояния строительных конструкций.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Колохов В. В Некоторые аспекты применения методов неразрушающего контроля свойств бетона //Theoretical foundations of civil engineering Warsaw –2012. vol. 20. - pp.443-448