

Леонovich С.Н., Снежков Д.Ю.

ОПЫТ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЬ ПРОЧНОСТИ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Возрастающие требования к качеству бетона не могут быть выполнены без повышения надежности контроля его качеств на всех стадиях технологической цепи; начиная с изготовления отдельных конструкций, в процессе возведения здания и заканчивая его эксплуатацией.

Особая роль при этом принадлежит неразрушающим методам контроля. Неразрушающие методы контроля прочности бетона, нашедшие свое место в практике строительства, можно разделить на две группы:

- ✓ методы, основанные на локальном разрушении (микро - макро) фрагмента (участка) изделия: отрыв со скалыванием, скалывания ребра, пластической деформации;
- ✓ методы прогнозирующие прочность по упруго- деформативным свойствам ; в частности, метод упругого отскока и ультразвуковой импульсный метод.

Обеспечение требований к надежности контроля каким-либо одним методом выглядит проблематичным, речь может идти о системе основанной на использовании нескольких взаимно дополняющих методов контроля.

Среди методов неразрушающего контроля прочности бетона, ультразвуковой импульсный метод стоит несколько особняком. Несмотря на многолетнюю историю развития этого метода и совершенствования приборных средств его реализации, сам он так и не приобрёл самостоятельности и широкого практического применения. Как правило, использование ультразвукового контроля бетона ограничивается индустриальной технологией бетона и железобетона.

Причин тут несколько: с одной стороны это сильная зависимость оценки прочности от технологических факторов бетона: - состава, режима твердения, влагосодержания и др. и отсутствие достоверной статистики влияния этих факторов на результаты замеров прочности бетонных конструкций, а с другой - отсутствие удобных и простых в обращении портативных приборов ультразвукового контроля бетона.

Необходимо отметить, что наибольшая погрешность в оценке прочности бетона на основе стандартного метода наблюдается на стадии "созревания" бетона. Для бетонных изделий возрастом более года наблюдается ослабление влияния "технологического" фактора на оценки прочностных параметров.

Определенный интерес может представлять опыт совместного применения с приборами реализующими метод отрыва со скалыванием (ГПНС - 4) и упругого отскока (склерометр Шмидта) портативного ультразвукового прибора УКБ-111 при обследовании железобетонных конструкций зданий находящихся в длительной эксплуатации.

Прибор УКБ-111 (см. рис.1) был разработан на кафедре "Технология строительного производства" и создавался как средство контроля отпускной прочности бетона в конструкциях для предприятий строительной индустрии. Оценка прочности бетона производится им на основе традиционного ультразвукового метода для поверхностного способа контроля. Особенностью прибора является автоматический пересчет информационного параметра - времени распространения ультразвукового импульса, по тарировочной зависимости, в отсчет прочности бетона, который и выводится на цифровой дисплей.

Дополнительным информационным параметром, который может учитываться при измерении скорости ультразвука является показатель затухания колебаний в бетоне. Он косвенно оценивается по амплитуде первого вступления (полупериода) принятого акустического сигнала. Действующими нормативными

вами использование этого параметра не регламентируется, но как показали многочисленные испытания для тяжелых бетонов возраста 1-5 дней (после тепловлажностной обработки), учет затухания позволяет снизить величину среднеквадратичной ошибки оценки прочности на 3÷6% , при типовом её значении 12÷15%.

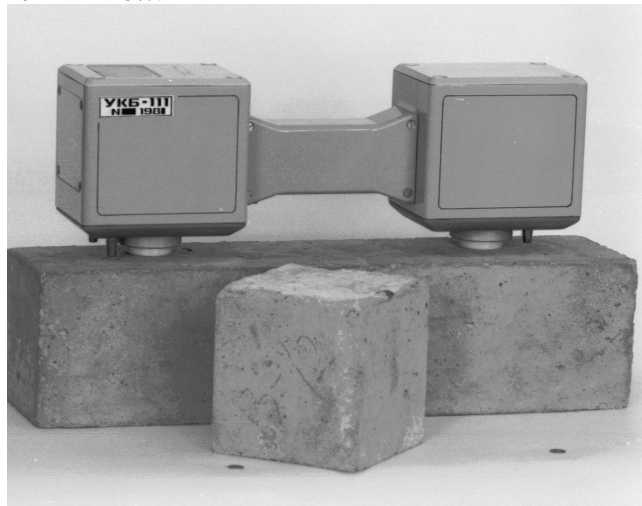


Рис. 1. Ультразвуковой прибор контроля прочности бетона УКБ-111.

Алгоритм учета затухания ультразвука производился в соответствии с формулой (1).

$$R = R_t(t - K \cdot \Delta d), \quad (1)$$

где $R_t(t)$ - характеристика "время-прочность";

Δd - отклонение показателя затухания от опорного значения;

K - весовой коэффициент.

При этом необходимо отметить усиление влияния на точность измерения нестабильности акустического контакта.

С увеличением возраста бетона степень влияния параметра Δd снижается, что приходится учитывать уменьшением значения коэффициента K .

По мере завершения процессов структурообразования в бетоне происходит заметное нивелирование различий тарировочных зависимостей "скорость ультразвука - прочность бетона", что позволяет для некоторых типов изделий использовать "универсальную" тарировочную зависимость.

На рисунках 1 и 2 приведены типичные результаты замеров прочности бетона колонн и ригелей.

В качестве базовых отчетов прочности взяты результаты испытаний бетона конструкций методом упругого отскока. На рис.2. приведены данные обследования железобетонных колонн прямоугольного сечения 400×400 мм каркаса здания спортивного комплекса. Величина среднего квадратичного отклонения значений прочности по прибору УКБ-111 от значений полученных методом упругого отскока составляет 15.3% , отрыва со скалыванием- 16.5%. Обращает на себя внимание явно выраженное завышение оценки прочности для конструкций находившихся в условиях воздействия воды, что ещё раз подтверждает известный вывод о необходимости

Леонovich Сергей Николаевич. Д.т.н., профессор каф. ТСП Белорусского национального технического университета.

Снежков Д.Ю. Белорусского национального технического университета.

Беларусь, БНТУ, 220027, г. Минск, пр. Ф. Скорины, 65.

учета водосодержания бетона, при ультразвуковом контроле прочности.

На рис.3. приведены данные замеров прочности бетона колонн и ригелей каркасного производственного здания (цех ремонта бурильного оборудования) 1965 года постройки.

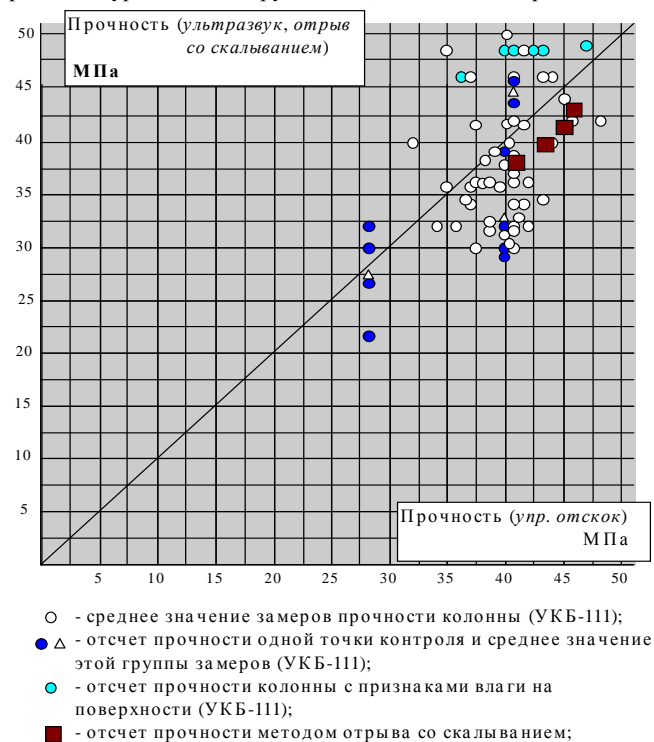


Рис. 2. Данные замеров прочности бетона колонн на отметке 4.200.

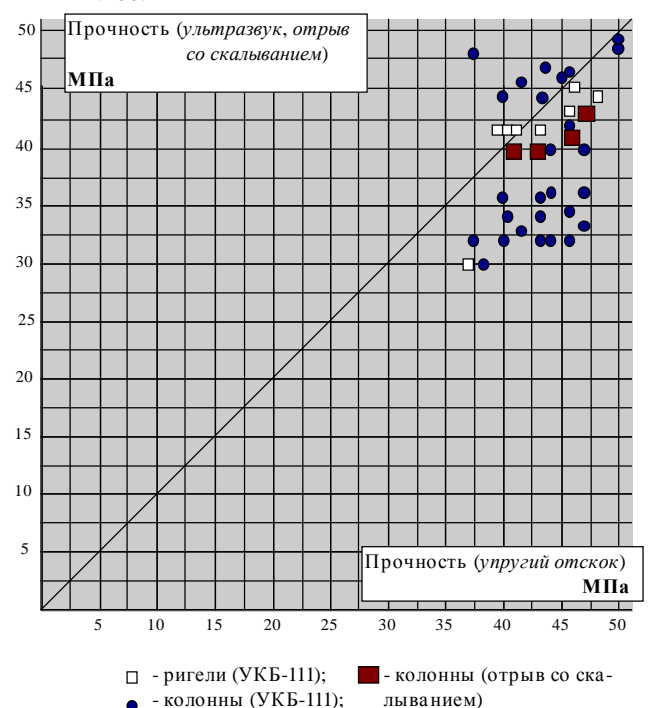


Рис. 3. Данные замеров прочности бетона колонн на отметке 0.000 и ригелей.

Величина среднего квадратичного отклонения значений прочности по прибору УКБ-111 от значений полученных методом упругого отскока составила для колонн 21.2% и 6.6% для ригелей, и, соответственно, 12.4% и 7.5% от значений измерения методом отрыва со скалыванием.

Значительно больший разброс оценок прочности ультразвуком имел место при испытаниях плит перекрытий и лестничных маршей. В среднем, для различных объектов средней квадрат ошибки для этих типов изделий составлял $22 \pm 35\%$.

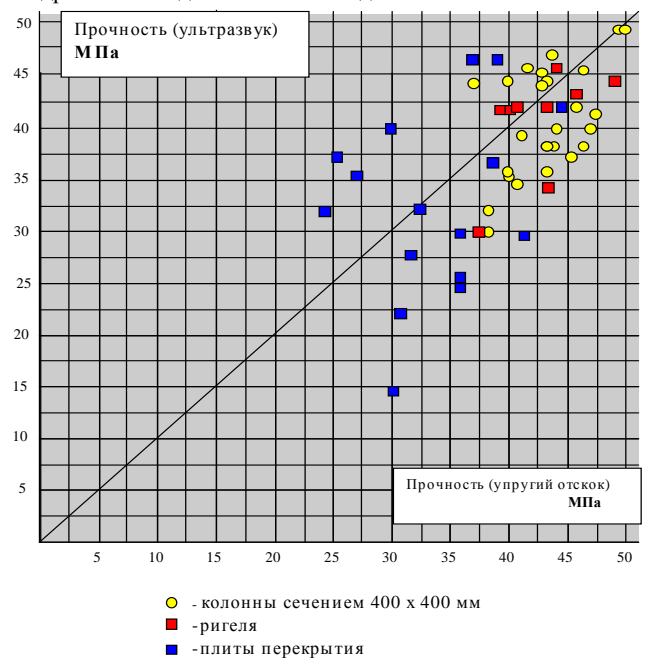


Рис. 4. Данные замеров прочности бетона колонн, ригелей и плит перекрытий.

(Академия физического воспитания и спорта).

На рис. 4 хорошо заметна разница в степени разброса значений оценок прочности колонн, ригелей и плит перекрытий. Средний квадрат разброса отчетов прочности для пустотных плит составил 29%, при 11% и 15% для ригелей и колонн.

Продоланная работа позволяет сделать вывод о возможности использования ультразвукового импульсного метода для контроля определенных типов железобетонных конструкций: - колонн, ригелей, перемычек и других, у которых процесс формирования бетонной массы при изготовлении обеспечивает высокую и постоянную по всему объему изделия степень уплотнения. Очевидно, что для изделий с простой геометрией поперечного сечения, как для перечисленных изделий, это условие выполняется. Заслуживает внимания то обстоятельство, что все результаты ультразвуковых испытаний получены без какой-либо коррекции тарировочной зависимости.

Накопленные данные по обследованию строительных объектов республики позволяют сделать вывод о возможности использования стандартного ультразвукового метода оценки прочности бетона с использованием "усредненной" тарировочной зависимости "скорость ультразвука-прочность бетона".

Ультразвуковому контролю ж/б конструкций присуща высокая чувствительность к трещинообразованию, кроме того, он позволяет оценивать упруго-деформативные свойства бетона, динамический модуль упругости.

Практика применения ультразвукового метода контроля требует, кроме совершенствования приборной техники, дальнейшего совершенствования и развития нормативного и методического его обеспечения.

Повышение достоверности оценки прочности бетона возможно на основе расширение перечня учитываемых при контроле информативных параметров, значительном расширении функций измерителя акустических параметров (измерение скорости распространения колебаний, частотного распределения коэффициента затухания, акустического импеданса точек контакта с бетоном); введении предварительной статистической обработки результатов измерения. Создание портативного прибора контроля реализующего указанные требования, позволит «реабилитировать» ультразвуковой контроль бетона и железобетона.