

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПТИМИЗАЦИИ ДАННЫХ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО
КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПО ПАРАМЕТРАМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТКЛИКА
НА УДАРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ**

М.В. Петров, Т.В. Фурса

Научный руководитель: д.т.н. Т.В. Фурса

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: max11-92@bk.ru

**DEVELOPMENT OF OPTIMIZATION DATA METHODOLOGY FOR NON-DESTRUCTIVE
TESTING OF CONCRETE STRENGTH BY THE PARAMETERS OF ELECTRIC RESPONSE
TO IMPACT EXCITATION**

M.V. Petrov, T.V. Fursa

Scientific Supervisor: Dr. T.V. Fursa

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: max11-92@bk.ru

***Annotation.** The article presents the results of investigation to improve the method of non-destructive testing of concrete strength by the parameters of electric response to impact excitation. The Electric response parameters of concrete samples with the same composition in size 100x100x100mm were studied. It is shown that the use of linear filtering procedure reduces the variance of diagnostic electric parameter to determine the strength of concrete.*

Бетон широко используется в силовых конструкциях, поэтому контроль его прочности имеет важное практическое значение. Для этих целей совершенствуются существующие [1] и разрабатываются новые методы контроля прочности бетона [2, 3]. Большинство из этих методов обладает рядом недостатков и не находит применения на практике. Для решения задачи определения прочности бетона разрабатывается метод, основанный на использовании явления механоэлектрических преобразований [4]. В рамках этого подхода используется следующий алгоритм неразрушающего контроля. На основе проведенных исследований разработан алгоритм определения прочности образцов бетона размером 50x50x100 мм, основанный на использовании обобщенного параметра электрического отклика [5]. Обобщенный параметр имеет вид: где: γ_{\max} – максимальный коэффициент корреляции спектра электрического сигнала из исследуемого образца с амплитудно-частотной характеристикой эталона; S – величина смещения по частоте спектра электрического сигнала из исследуемого изделия относительно спектра эталона, при котором наблюдается максимальный коэффициент взаимной корреляции, $c-1$. В качестве математического эталона электрического сигнала из бездефектного образца такой формы использован спектр свободно затухающих гармонических колебаний, так как в таком образце формируются преимущественно продольные акустические колебания вдоль длины образца.

На практике изделия из бетона могут иметь различную форму. В рамках данной работы были проведены исследования на партии образцов тяжелого бетона размером 100x100x100 мм, состоящей из 16 образцов.

Исследования были выполнены с помощью аппаратно-программного комплекса, позволяющего производить ударное воздействие на образец и регистрировать электрический отклик. Ударное воздействие производится с помощью устройства на основе электромагнита. Измерение электрического отклика производится с помощью дифференциального электрического датчика. Более подробно методика проведения измерения представлена в статье [6].

На рисунке 1 приведены спектры электрических откликов из образцов тяжелого бетона различной формы.

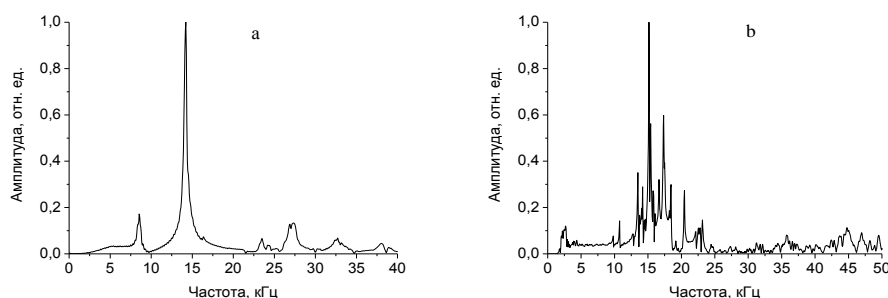


Рис. 1. Спектры электрических откликов из образцов бетона размером 50x50x100 мм (а) и 100x100x100 мм (б)

Как видно из рисунка спектры сигналов из образца по форме близкого к стержню имеется практически один доминирующий пик, а спектры сигналов из образца кубической формы имеют более сложный вид. Наряду с наличием доминирующего пика наблюдается значительное количество значимых спектральных пиков, расположенных по ту и другую сторону от основного максимума. Это связано с формированием в образце кубической формы более сложных волновых процессов.

Проведенными исследованиями установлено, что даже в образцах одинакового состава, изготовленных из одного и того же замеса наблюдаются значительные различия в соотношении спектральных пиков, расположенных вблизи с доминирующим пиком. С помощью разработанной программы в среде программирования LabView был произведен расчет обобщенного параметра по приведенной выше формуле. На рисунке 2. приведены результаты расчета и усреднения данных многократных испытаний.

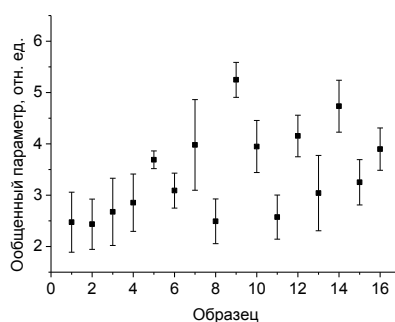


Рис. 2. Вариации обобщенного параметра при использовании описанного выше алгоритма

«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК»

Как видно из рисунка наблюдается значительный разброс значений, как при многократных испытаниях каждого отдельного образца, так и между образцами. Чтобы снизить разброс значений, было предложено производить линейную фильтрацию спектров в режиме скользящего среднего. Программа для расчета обобщенного параметра была дополнена этой процедурой.

На рисунке 3 приведены результаты расчета обобщенного параметра при сравнении спектра эталона со сглаженным спектром.

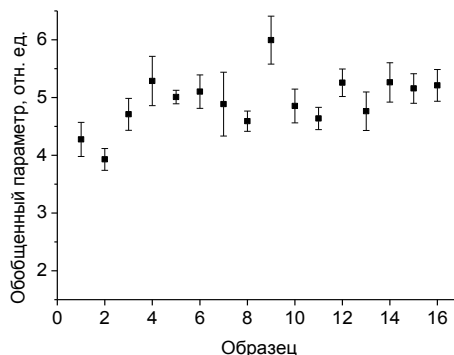


Рис. 3. Вариации обобщенного параметра при использовании процедуры линейной фильтрации

Проведенные исследования показывают, что использование процедуры линейной фильтрации позволяет значительно уменьшить разброс значений диагностического параметра для идентичных образцов.

Работа выполнена в рамках Государственного задания «Наука».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клюев В.В. Неразрушающий контроль. Справочник в 8 т. Т.3: В 2 кн. Кн. 1: Визуальный и измерительный контроль. М.: Машиностроение, 2008, 560 с.
2. Shah A.A., Alsayed S.H., Abbas H., Al-Salloum Y.A. Predicting residual strength of non-linear ultrasonically evaluated damaged concrete using artificial neural network // Construction and Building Materials, 2012, 29, P. 42–50.
3. Taillet E., Lataste J.F., Rivard P., Denis A. Non-destructive evaluation of cracks in massive concrete using normal dc resistivity logging // NDT & E International, 2014, Vol. 63, P. 11–20.
4. Фурса Т.В., Данн Д.Д. Механоэлектрические преобразования в гетерогенных материалах, содержащих пьезоэлектрические включения // ЖТФ, 2011, том.81, вып.8, С. 53-58.
5. Пат. 2453824 РФ. МПК G01N 3/32. Способ контроля прочности изделий из твердых материалов / Т.В. Фурса, К.Ю. Осипов, Д.Д. Данн. Заявлено 22.02.2011; Опубл. 20.06.2012, Бюл. №17.
6. Fursa T.V., Osipov K.Yu., Lyukshin B.A., Utsyn G.E. The development of a method for crack-depth estimation in concrete by the electric response parameters to pulse mechanical excitation // Meas. Sci. Technol. 2014 25 055605 (10pp).