

**СВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТКЛИКА НА УДАРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ
С КАЧЕСТВОМ КОНТАКТА ЦЕМЕНТНОЙ МАТРИЦЫ И КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ
В БЕТОНЕ**

А.А. Демикхова, 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: demikhova.anna@mail.ru

**THE COMMUNICATION OF THE PARAMETERS OF THE ELECTRIC RESPONSE TO IMPACT
EXCITATION WITH QUALITY OF CONTACT OF THE CEMENT MATRIX AND COARSE
AGGREGATE IN CONCRETE**

A.A. Demikhova, T.V. Fursa

Scientific Supervisor: Dr. T.V. Fursa

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

E-mail: demikhova.anna@mail.ru

***Annotation.** The work presents the research results of the parameters of the electric response to impact excitation of the heavy concrete samples with different quality of contact of the cement matrix and coarse aggregate. It is established that a change of the contact zone characteristics lead to the transformation of the spectra of the electric responses, shift of the spectrum towards lower frequencies and decrease in the attenuation coefficient of the energy of the electric responses.*

Бетон широко используется в конструкциях и сооружениях, имеющих важное народно-хозяйственное значение. Достоверная информация о качестве бетона позволит продлить срок службы бетонных конструкций и обеспечить их безопасную эксплуатацию. Качество бетона определяется его структурным составом [1] и технологией изготовления. Физико-механические характеристики бетона зависят от качества мелкого и крупного заполнителя, пористости цементной матрицы, качества адгезионного контакта цементного камня с заполнителем, размера заполнителя [2].

В процессе изготовления бетона сложно соблюсти полную идентичность его состава, что приводит к отклонению его физико-механических характеристик от проектных значений. Поэтому необходимо осуществлять контроль структурных характеристик бетона для решения проблем безаварийной эксплуатации бетонных сооружений.

Для решения этой задачи может быть использован метод, основанный на использовании явления механоэлектрических преобразований в гетерогенных неметаллических материалах [3, 4]. Суть метода заключается в том, что при ударном возбуждении гетерогенных неметаллических материалов возникает переменное электрическое поле. Электрическое поле возникает за счет прямого пьезоэффекта при деформации пьезовключений акустической волной, формирующейся в образце при ударном воздействии, и смещения этой же волной двойных электрических слоев на границе цементной матрицы и

заполнителя. Пьезовключения содержатся в речном песке и гравии, которые входят в состав бетона. Электрический приемник находится вблизи поверхности образца и регистрирует изменение суммарного электрического поля в зоне его расположения. Поэтому параметры электрического отклика должны надежно отслеживать процессы трансформации характеристик акустических волн при их взаимодействии со структурными неоднородностями гетерогенного материала.

Цель данной работы заключалась в исследовании влияния качества адгезионного контакта цементной матрицы с крупным заполнителем в бетоне на параметры электрического отклика.

Исследования выполнены с помощью лабораторного программно-аппаратного комплекса, который позволяет производить однократный нормированный по силе удар и регистрировать электрический отклик на произведенное воздействие. Ударное воздействие производится с помощью ударного устройства на основе электромагнита. Электрический отклик регистрируется дифференциальным электрическим датчиком. Сигналы с электрического датчика поступают на вход платы ввода-вывода «NI PCI-6251», совмещенной с ЭВМ.

Для проведения экспериментов были изготовлены образцы тяжелого бетона размером 100Ч100Ч100 мм с различным качеством контактной зоны. В одной партии образцов в качестве крупного заполнителя использовался чистый щебень размером 10-15 мм. В образцах другой партии использовался тот же щебень, предварительно погруженный в раствор глины и высушенный.

На рисунках 1–2 приведены сигналы, зарегистрированные при ударном возбуждении исследуемых образцов, и их спектры.

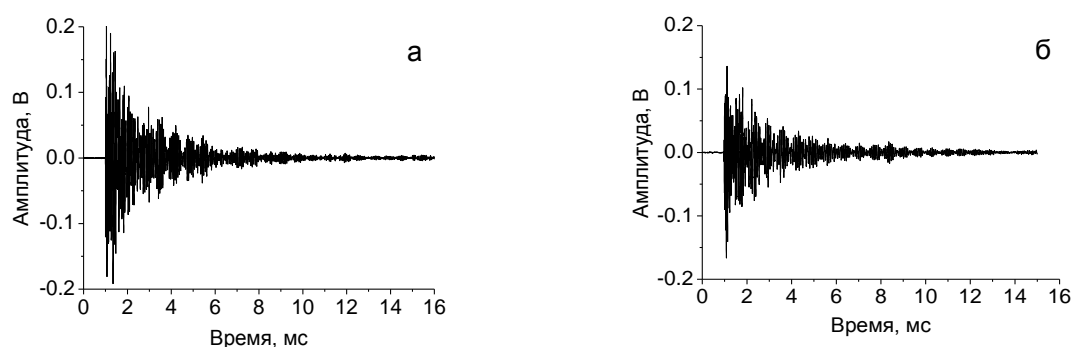


Рис. 1. Электрические отклики из образцов бетона с различным качеством контактной зоны:
а) образец с чистым щебнем; б) образец со щебнем покрытым глиной

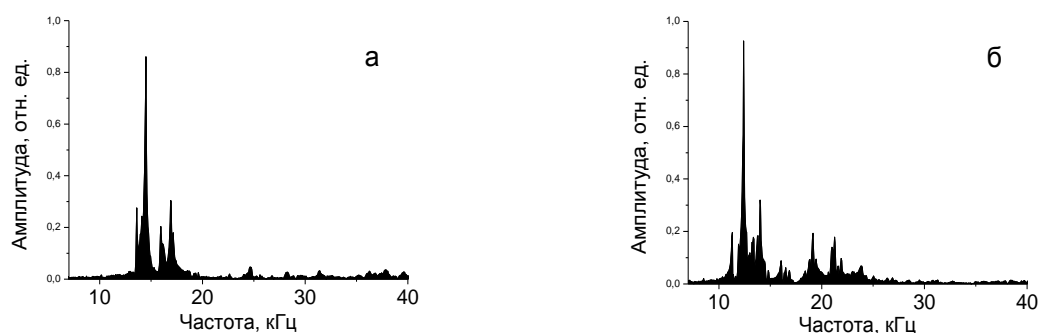


Рис. 2. Спектры сигналов из образцов бетона с различным качеством контактной зоны: а) образец с чистым щебнем; б) образец со щебнем покрытым глиной.

«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК»

С помощью стандартной программы Origin и сервисных программ, в среде программирования LabView, были определены: суммарная спектральная плотность энергии электрических откликов; центр тяжести спектральной характеристики электрических сигналов в диапазоне частот 7–40 кГц; максимальный коэффициент функции взаимной корреляции спектров сигналов со спектром эталона, наиболее близко моделирующим параметры доминирующего пика; смещение по частоте, при котором наблюдается максимум функции их взаимной корреляции в процедуре со смещением; коэффициент затухания энергии электрических откликов на основе частотно-временного анализа. Результаты обработки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Оценка качества контактной зоны с крупным заполнителем

| Параметр | Образцы с чистым щебнем | Образцы со щебнем покрытым глиной |
|--|-------------------------|-----------------------------------|
| Спектральная плотность энергии, отн. ед. | 0,42 ± 0,12 | 0,34 ± 0,6 |
| Коэффициент затухания, с ⁻¹ | 475,59 ± 13,55 | 414,59 ± 12,66 |
| Коэффициент корреляции | 0,73 ± 0,01 | 0,67 ± 0,01 |
| Смещение, кГц | 7,26 ± 0,12 | 8,38 ± 0,11 |
| Центр тяжести, кГц | 15,60 ± 0,25 | 15,17 ± 0,14 |

Как видно из таблицы 1 ухудшение качества адгезионного контакта цементного камня с крупным заполнителем приводит к уменьшению суммарной спектральной плотности энергии, уменьшению максимального коэффициента взаимной корреляции спектра сигнала с эталонным спектром, смещению доминирующего спектрального пика и всего спектра в низкочастотную область и уменьшению коэффициента затухания энергии электрических откликов. Следовательно, параметры электрического отклика зависят от качества контакта цементной матрицы с крупным заполнителем в бетоне и могут быть использованы для его контроля.

Работа выполнена в рамках Государственного задания «Наука».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jiong Hu, Kejin Wang. Effect of coarse aggregate characteristics on concrete rheology // Construction and Building Materials. – 2011. – V. 3. – P. 1196–1204.
2. M. Szczesniak, T. Rougelot, N. Burlion, J.-F. Shao Compressive strength of cement-based composites: Roles of aggregate diameter and water saturation degree // Cement and Concrete Composites. – 2013. – V. 37. – P. 249–258.
3. Фурса Т.В., Данн Д.Д. Механоэлектрические преобразования в гетерогенных материалах, содержащих пьезоэлектрические включения // ЖТФ. – 2011. – Т. 91. – Вып. 8. – С. 53–58.
4. Фурса Т.В., Осипов К.Ю., Данн Д.Д. Разработка неразрушающего метода контроля прочности бетона с дефектной структурой на основе явления механоэлектрических преобразований // Дефектоскопия. – 2011. – № 5. – С. 39–47.