

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТКЛИКА НА УДАРНОЕ  
ВОЗБУЖДЕНИЕ С РАЗМЕРОМ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ В БЕТОНЕ**

А.А. Демихова, 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](mailto:demikhova.anna@mail.ru)

**RESEARCH COMMUNICATION PARAMETERS ELECTRIC RESPONSE TO IMPACT  
EXCITATION WITH THE SIZE OF 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](mailto:demikhova.anna@mail.ru)

*Investigated the influence of the size coarse aggregate on the parameters of the electric response in elastic shock excitation of samples heavy concrete. It is shown that increasing the size of coarse aggregate increases the total electrical energy spectral response, high dispersion of its values in multiple measurement and to reduce attenuation factor of electrical energy responses.*

Известно, что состав и структура бетона определяют его физико-механические характеристики и зависят от свойств основных составляющих [1]. Свойства бетона зависят от вида и качества заполнителя, пористости цементного камня, качества контакта заполнителя с цементной матрицей, размера крупного заполнителя [2]. В процессе изготовления изделий из бетона в результате различных технологических факторов структурные характеристики бетона могут значительно отклоняться от проектных значений. Поэтому для решения проблем безаварийной эксплуатации бетонных сооружений необходимо осуществлять контроль структурных характеристик бетона.

Перспективным для этих целей является использование явления механоэлектрических преобразований при упругом ударном возбуждении гетерогенных неметаллических материалов [3-5].

Суть явления механоэлектрических преобразований состоит в том, что при воздействии акустических волн на источник механоэлектрических преобразований возникает переменное электрическое поле. Акустические волны формируются в образце конечных размеров при его ударном возбуждении. Электрическое поле возникает за счет появления зарядов на гранях пьезокварца, содержащего в мелком и крупном заполнителе «речном песке и гравии», при его деформации и за счет смещения этих зарядов и зарядов двойных электрических слоев, расположенных на границах компонентов в гетерогенном материале, относительно электрического приемника. В работе [3] показано, что в тяжелых бетонах основной вклад в генерирование электрического поля вносят пьезоэлектрические источники механоэлектрических преобразований. Электрический измерительный приемник располагается в непосредственной близости от образца, и находится в зоне действия этого поля. Поэтому с одной стороны параметры электрического отклика связаны с характеристиками упругих волн и надежно отражают процессы их взаимодействия с внутренними структурными неоднородностями, а с другой

стороны с количеством и эффективностью источников механоэлектрических преобразований.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния размера заполнителя в бетоне на параметры электрического сигнала.

Исследования выполнены с помощью лабораторного комплекса, позволяющего производить импульсное механическое возбуждение материалов и регистрацию электрического сигнала. Импульсное механическое возбуждение образцов производится с помощью электромеханического ударного устройства с нормированной силой удара. Для регистрации электрической составляющей переменного электромагнитного поля, возникающего при импульсном механическом возбуждении образцов, используется дифференциальный электрический датчик. Сигналы с электрического датчика регистрируются с помощью многофункциональной платы ввода-вывода «NI PCI-6251», совмещенной с ЭВМ, позволяющей осуществлять оцифровку временной реализации электрического сигнала.

Для экспериментов использовались 8 цементно-песчаных образцов размерами 100x100x100 мм, с включением гравия размерами 2,8 – 5 мм, 5 – 10 мм, 10 – 15 мм, 15 – 20 мм.

Результатами рентгеноструктурного анализа показано, что в составе зерен заполнителя содержится различная концентрация кварца. Случайное расположение внутри образцов кварцевых зерен приводит к значительной неоднородности в откликах, зарегистрированных из различных областей образцов. Чем больше размер зерен, тем больше должны различаться отклики. В ходе экспериментов производилась регистрация откликов с разных сторон образца. Во всех случаях соблюдалась абсолютная идентичность геометрии эксперимента. Удар производился по центру образца, а приемный электрический датчик был закреплен на блок ударного устройства и тем самым находился на одном и том же расстоянии от поверхности и точки удара.

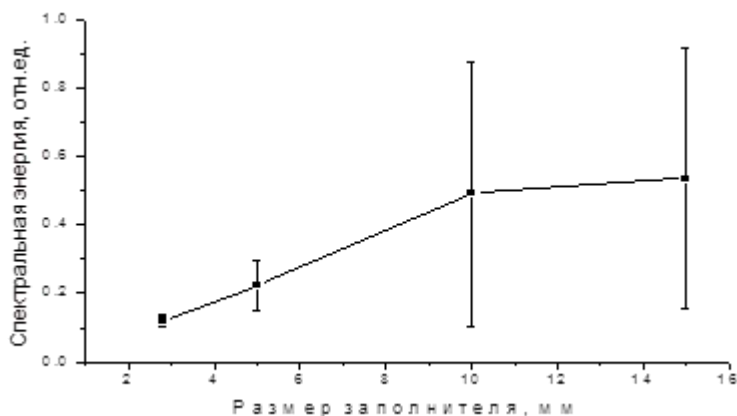


Рис. 1. Изменение суммарной спектральной энергии электрического отклика в зависимости от размера заполнителя

Как видно из рисунка 1, при увеличении размера зерен наблюдается возрастание спектральной энергии электрических откликов и дисперсии при многократных измерениях отклика из различных областей образца.

Многократное рассеяние акустических волн на зернах заполнителя приводит к затуханию энергии электрического отклика. В зависимости от размера и количества зерен «рассеивателей» характер затухания должен изменяться. Для определения динамики изменения коэффициента затухания энергии электрического сигнала из образцов бетона с различным размером зерен гравия был использован частотно-временной анализ, как это описано в работах [5, 6].

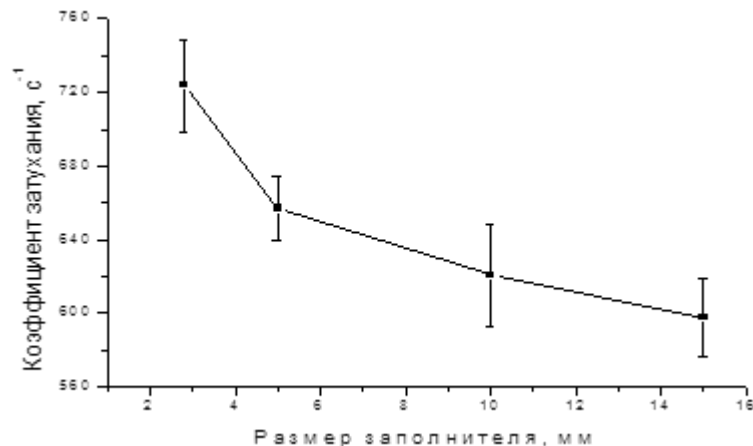


Рис. 2. График зависимости коэффициента затухания от размера заполнителя

При уменьшении размера зерен увеличивается их количество, а это приводит к возрастанию коэффициента затухания.

Следовательно, по величине суммарной спектральной энергии электрического отклика, ее дисперсии при многократных измерениях из разных точек образца и коэффициенту затухания электрического отклика можно судить о размере крупного заполнителя в бетоне.

#### 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.
5. Фурса Т.В., Осипов К.Ю. Разработка метода определения глубины поверхностных трещин в бетоне по параметрам электрического отклика на упругое ударное возбуждение// Дефектоскопия. – 2013. – № 6. – С. 62–69.
6. Becker J., Jacobs L.J., Qu J. Characterization of cement-based materials using diffuse ultrasound // J. Eng. Mech. – 2003. – V. 129. – № 12. – P. 1478–1484.