

# ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ В БЕТОНЕ НА ЗАТУХАНИЕ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И АКУСТИЧЕСКОГО ОТКЛИКОВ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ МЕХАНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

*Демикова А.А.*

Томский политехнический университет

Широкое применение бетона в строительстве диктует высокие требования к его качеству. Качество бетонного изделия напрямую зависит от его состава. Для получения бетона высокой прочности при минимальном расходе цемента следует осуществлять подбор его состава, руководствуясь нормативной документацией.

При приготовлении бетонной смеси крупный заполнитель следует применять в виде отдельно дозируемых фракций, обеспечивающих минимальное межзерновое расстояние. Уменьшение межзерновых расстояний в бетонах, позволяет увеличить его прочность и уменьшить расход цемента. Нормативами ГОСТ 26633-2012 установлены требования к наибольшей крупности заполнителя и процентному содержанию отдельных фракций крупного заполнителя в составе бетона [1].

В работе [2] авторами установлено, что с увеличением размера и объема заполнителя в бетоне возрастает прочность бетона, т.к. требуется большая нагрузка для его разрушения. Следовательно, правильное соотношение количества и размера крупного заполнителя в бетоне создаст более плотную его упаковку, а значит, прочность такого бетона будет выше.

В процессе производства изделий из бетона сложно соблюсти процентное соотношение отдельных фракций крупного заполнителя, в связи с этим состав бетонной смеси может не соответствовать проектным значениям. Поэтому необходимо осуществлять контроль такой структурной характеристики бетона, как размер крупного заполнителя, который позволит производить разбраковку изделий по их качеству и повысить надежность возводимых сооружений.

В настоящее время не существует метода неразрушающего контроля бетона, позволяющего определять структурные характеристики готового изделия. Большое количество исследований в области неразрушающего контроля бетона посвящаются разработке ультразвуковых методов контроля пористости бетона [3–5]. Однако эти методы находятся еще в стадии разработки и имеют невысокую точность.

Для этой цели может быть использовано явление механоэлектрических преобразований при упругом ударном возбуждении гетерогенных неметаллических материалов [6]. Суть явления механоэлектрических преобразований заключается в том, что при импульсном механическом возбуждении гетерогенных неметаллических материалов возникает переменное электрическое поле. Электрическое поле возникает за счет появления зарядов на гранях пьезокварца при его деформации акустической волной, формирующейся в образце при ударном воздействии, и смещения этой же волной двойных электрических слоев на границе крупного заполнителя и цементной матрицы. Электрический измерительный приемник расположен вблизи поверхности образца и регистрирует изменение суммарного электрического поля в зоне его расположения, которое является результатом сложения полей, образованных вокруг всех источников механоэлектрических преобразований. Проведенные ранее исследования по связи параметров электрического сигнала со структурными и механическими характеристиками строительных материалов [7] свидетельствуют о перспективности использования явления механоэлектрических преобразований для разработки неразрушающего метода контроля качества бетона.

Цель работы заключалась в исследовании влияния размера крупного заполнителя в бетоне на затухание энергии электрического и акустического откликов.

Исследования выполнены с помощью лабораторного программно-аппаратного комплекса, позволяющего производить однократный нормированный по силе удар и регистрацию электрического отклика. Импульсное механическое возбуждение образцов производится с помощью электромеханического ударного устройства с нормированной силой удара. Регистрация электрического отклика осуществляется с помощью дифференциального электрического датчика. Сигналы с электрического датчика регистрируются с помощью многофункциональной платы ввода-вывода, совмещенной с ЭВМ.

Наряду с измерением электрических откликов производилось измерение акустических откликов. Для измерения акустических откликов использовался стандартный акустический датчик, который устанавливался в непосредственной близости с электромеханическим ударным устройством.

Для проведения экспериментов использовались образцы тяжелого бетона размером  $100 \times 100 \times 100$  мм с различными размерами крупного заполнителя (гравия). С помощью лабораторных сит гравий для бетонной смеси был разбит на 4 фракции (2,8 – 5 мм, 5 – 10 мм, 10 – 15 мм, 15 – 20 мм), соответственно которым было изготовлено 4 группы образцов.

В результате многократного рассеяния акустических волн на зернах заполнителя происходит затухание энергии сигнала. От размера и количества близкорасположенных зерен заполнителя зависят отражающие и рассеивающие свойства заполнителя. С помощью сервисной программы в среде программирования LabView на основе частотно-временного анализа проведена обработка электрических и акустических откликов и рассчитаны коэффициенты затухания. Подробное описание методики определения коэффициента затухания приведено в [8].

На рис. 1 представлены графики зависимости коэффициента затухания энергии электрических и акустических откликов от размера крупного заполнителя.

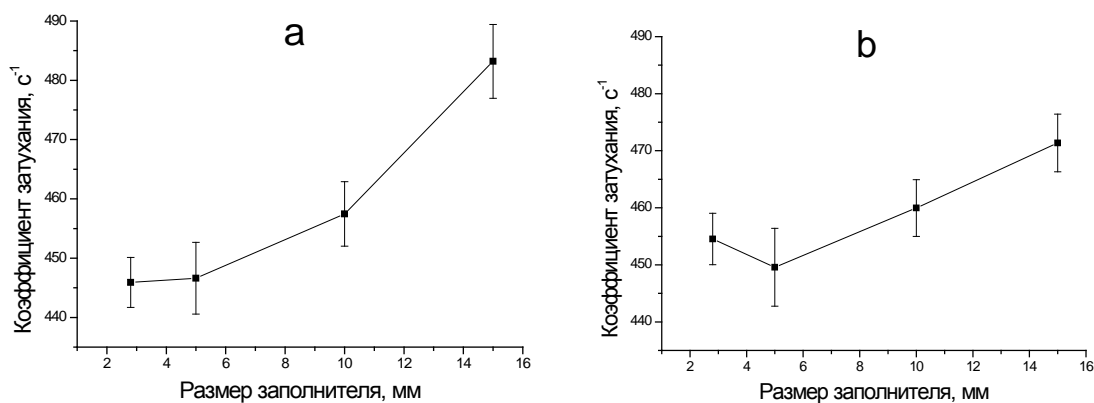


Рис. 1. Изменение коэффициента затухания энергии электрических (а) и акустических (б) откликов в зависимости от размера заполнителя

Из рис.1а и 1б видно, что с увеличением размера зерен заполнителя коэффициент затухания возрастает. В работе [9] показано, что некоторое количество близкорасположенных зерен отражают сигнал так же, как одно зерно, которое представляет собой сумму поверхностей близкорасположенных зерен. Следовательно, чем меньше размер заполнителя в бетоне, тем плотнее его упаковка и ниже коэффициент затухания. Увеличение размера зерен заполнителя в бетоне приводит к менее плотной их упаковке и соответственно коэффициент затухания возрастает.

Проведенные исследования показали, что затухание энергии электрического и акустического откликов изменяются с увеличением размера крупного заполнителя в бетоне. Однако наиболее достоверно оценить изменение размера крупного заполнителя в

бетоне можно по коэффициенту затухания энергии электрических откликов, который может быть использован в качестве одного из параметров контроля структурного состава бетона.

#### **Список использованных источников**

1. ГОСТ 26633-91. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. – М.: Издательство стандартов– 1988 – 12 с.
2. Beygi M.H.A., Kazemi M.T., Nikbin I.M., Amiri J.V., Rabbanifar S., Rahmani E. The influence of coarse aggregate size and volume on the fracture behavior and brittleness of self-compacting concrete // Cement and Concrete Research –2014 – Vol. 66 – P. 75 – 90
3. Xiaojun W., Kolluru V.S. Ultrasonic monitoring of capillary porosity and elastic properties in hydrating cement paste // Cement and Concrete Composites – 2011 – Vol. 3 – P. 389 – 401
4. Goueygou M., Lafhaj Z., Soltani F. Assessment of porosity of mortar using ultrasonic Rayleigh waves // NDT & International – 2009 – Vol. 5 – P. 353 – 360
5. Soltania F., Goueygoub M., Lafhaja Z., Piwakowskib B. Relationship between ultrasonic Rayleigh wave propagation and capillary porosity in cement paste with variable water content // NDT & E International – 2013 – Vol. 54 – P. 75 – 83
6. Фурса Т.В. Взаимосвязь электрического отклика с параметрами механического возбуждения упругими и размерными характеристиками гетерогенных строительных материалов // Дефектоскопия – 2012 – №8 – С. 55 – 63
7. 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
8. Osipov K. Yu., Fursa T. V. Evaluating the Depth of Open Cracks in Concrete from Parameters of Electric Response to Elastic Impact Excitation // Technical Physics Letters – 2013 – Vol. 39– No. 7 – P. 481 – 483
9. Гик Л.Д. Физическое моделирование распространения сейсмических волн в пористых и трещиноватых средах // Геология и геофизика – 1997 – Т. 38 – № 4 – С. 804 – 815

### **ЕМКОСТНОЙ ДАТЧИК МАГНИТНОГО ПОЛЯ**

*Зятков Д. О.<sup>1</sup>, Балашов В. Б.<sup>2</sup>, Юрченко В. И.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Томский политехнический университет

<sup>2</sup>АО «НИИПП», г. Томск

#### **Введение**

Жидкости, встречающиеся в природе, слабо взаимодействуют с магнитным полем. Однако, способность управлять жидкостью при помощи магнитного поля привлекательна для ряда технических задач. Для решения этих задач в 60-х была придумана магнитная жидкость, которая представляла собой коллоидный раствор с ферромагнитными частицами в жидком носителе. Свойства магнитной жидкости определяются твердой магнитной фазой, стабилизатором и жидким носителем. Варьируя состав магнитной жидкости возможно и изменение параметров феррожидкости. Зависимость намагниченности от магнитного поля определяется химическим составом вещества и его структурой. Магнитные жидкости благодаря своим свойствам являются перспективными материалами и находят разное применение в различных областях измерительной техники [1].

Эти жидкости обладают весьма необычными физическими явлениями, порою уникальным сочетанием их сильных магнитных свойств и текучести.

Существование однородной взвеси крошечных частиц в магнитной жидкости без оседания осуществляется при размерах частиц порядка 10 нм. В этом случае теплового