

**СВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ АКУСТИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА ПРИ
ИМПУЛЬСНОМ МЕХАНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ С ГЛУБИНОЙ ТРЕЩИНЫ В БЕТОНЕ**Д.Д. Данн

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

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: dddann@tpu.ru**THE COMMUNICATION OF THE PARAMETERS OF THE ACOUSTIC AND ELECTRIC SIGNAL
UNDER PULSED MECHANICAL EXCITATION WITH THE DEPTH OF CRACKS IN CONCRETE**D.D. Dann

Scientific Supervisor: Dr. T.V. Fursa

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

E-mail: dddann@tpu.ru

***Annotation.** The researches of communication of the parameters of the acoustic and electric signal under pulsed mechanical excitation with the depth of cracks in concrete were conducted. It is established that the attenuation coefficient of the energy of the electric signal increases as the depth of crack in concrete increases.*

Строительные конструкции из бетона часто эксплуатируются в условиях значительных нагрузок, которые приводят к образованию трещин и являются одной из главных причин разрушения строительных конструкций из бетона. В настоящее время наибольшее распространение получили акустические методы неразрушающего контроля, которые позволяют обнаруживать поверхностные трещины [1,2] и определять степень трещиноватости материала [3]. Для решения этих задач так же может быть использован неразрушающий метод контроля на основе явления механоэлектрических преобразований [4], который разрабатывается в Томском политехническом университете.

Суть метода заключается в возбуждении образца коротким механическим ударом, при котором возникает сферическая акустическая волна. Под действием механических напряжений, обусловленных акустическими волнами, происходит смещение двойных электрических слоев, расположенных на границах компонентов в гетерогенном материале, либо возникновение пьезоэлектрического эффекта в пьезосодержащих материалах, следствием чего, является возникновение внешнего электромагнитного поля, которое регистрируется приемниками сигнала, расположенными вблизи исследуемого объекта.

Исследования были выполнены с помощью лабораторного комплекса, позволяющего производить импульсное механическое возбуждение образцов и регистрацию электрического и акустического отклика. Импульсное механическое возбуждение образцов производили электромеханическим ударным устройством с нормированной силой удара, через металлическую подложку. Для регистрации электрического сигнала использовался дифференциальный электрический датчик, позволяющий существенно повысить соотношение сигнал-помеха, акустический сигнал регистрировался с помощью пьезопреобразователя. Сигналы регистрировались с помощью многофункциональной платы ввода-

вывода «NI PCI-6251», позволяющей осуществлять оцифровку временной реализации электрического сигнала.

Проведенными ранее исследованиями было показано, что глубина искусственной трещины влияет на параметры затухания спектральной энергии электрического отклика на ударное возбуждение [5]. Поэтому было предложено сравнить параметры затухания электрических и акустических сигналов от глубины естественной трещины. Для этого был изготовлен образец тяжелого бетона размером $100 \times 100 \times 400$ мм, на котором проводились измерения электрического и акустического отклика на ударное возбуждение образца без трещины, и после каждого этапа ее прорастания. Трещина создавалась следующим образом, в образце через всю ширину делался пропил, вставлялся металлический клин, и производилось нагружение образца с клином на ручном прессе. После того как трещина проросла нагрузку убирали и производили измерения электрического и акустического отклика на ударное возбуждение. Глубина трещины определялась визуально.

Распространение внутри материала при его ударном возбуждении упругих волн приводит к появлению регистрируемого в ходе экспериментов акустического и электрического сигнала, наличие трещины в материале приводит к трансформации волновой картины акустических колебаний [6]. В соответствии с этим при увеличении глубины трещины, акустический и электрический сигнал также в значительной степени трансформируется. Для отслеживания глубины прорастания трещины был использован коэффициент затухания энергии электрических и акустических откликов, основанный на частотно-временном анализе. На рисунке 1 приведены зависимости коэффициента затухания энергии электрического и акустического откликов от глубины трещины.

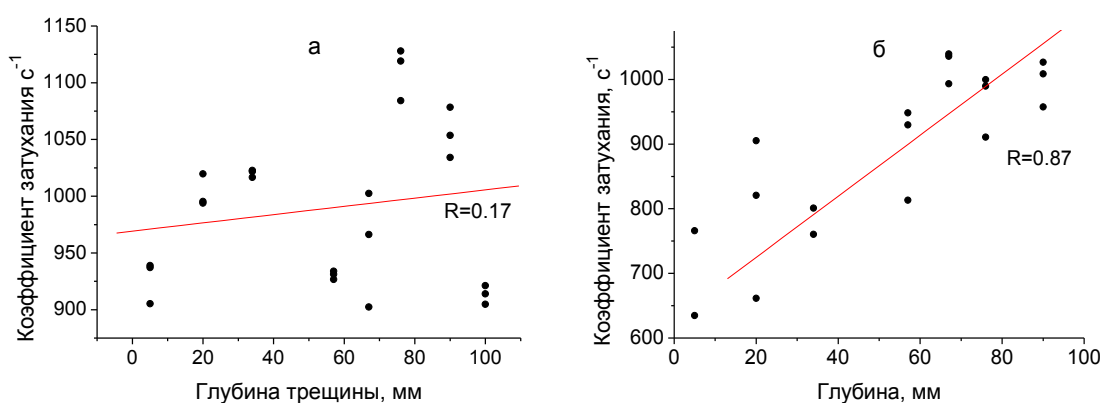


Рисунок 1. Коэффициент затухания акустического (а) и электрического (б) сигнала от глубины трещины

Из рисунка 1а видно, что затухание акустического сигнала при прорастании трещины изменяется сложным образом и описывается линейной зависимостью $\beta = 969 + 0.36 \cdot h$ с коэффициентом корреляции 0.17. Из рисунка 1б видно, что затухание электрического сигнала увеличивается по линейной зависимости $\beta = 630 + 4.7 \cdot h$ более надежно с коэффициентом корреляции 0.87. Большой разброс значений затухания акустического сигнала может быть связано с тем, что трещина имеет сложный фронт (рисунок 2).



Рисунок 2. Образец с трещиной

Проведенные исследования говорят о том, что затухание энергии электрического сигнала хорошо отслеживает изменение глубины трещины и не зависит от направления распространения трещины в отличие от затухания энергии акустического сигнала. Следовательно, метод на основе явления механоэлектрических преобразований может быть использован для определения глубины трещины в бетонных изделиях.

Работа выполнена в рамках государственного задания «Наука».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Shah S. P., Subramaniam K. V., Popovics J. S. Use of nondestructive ultrasonic techniques for material assessment and in-service monitoring of concrete structures. NDTnet, 2000, v.5, № 2.
2. Wu T.-T., Liu P.-L. Advancement of the nondestructive evaluation of concrete using transient elastic waves. Ultrasonics, 1998, v.36, p. 197-204
3. Bui D., Kodjo S. A., Rivard P., Fournier B.. Evaluation of Concrete Distributed Cracks by Ultrasonic Travel Time Shift Under an External Mechanical Perturbation: Study of Indirect and Semidirect Transmission Configurations. Journal of Nondestructive Evaluation, 2013, Vol. 32, Is. 1, P. 25- 36.
4. Фурса Т.В., Данн Д.Д. Разработка метода дефектоскопии гетерогенных диэлектрических материалов, основанного на использовании явления механоэлектрических преобразований //Дефектоскопия, 2010. - т. - № 1. - с. 8-13
5. Осипов К. Ю. , Фурса Т. В. Разработка метода определения глубины открытой трещины в бетоне по параметрам затухания электрического отклика на упругое ударное возбуждение // Письма в журнал технической физики. - 2013 - Т. 39. - Вып. 10. - С. 65-71
6. Исимару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. – М.: Мир, 1981. - Т. 1. - 281с