

заполнителе не влияет на возможность ее выявления, наклон и кривизна поверхности не вносят значительных искажений в результаты контроля, метод позволяет выявлять малое количество (менее 1мм) влаги, расположенной как в сотовом заполнителе, так и за его пределами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЕРАТИВНОГО ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРКОЙ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ

*Ашихин Денис Сергеевич, Беркутов Игорь Владимирович, Яковлев Юрий Олегович
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики
Федоров Алексей Владимирович, д.т.н.
ashikhinds@mail.ru*

В настоящее время процесс сварки трением с перемешиванием (СТП) широко внедряется в нашей стране и за рубежом в таких отраслях промышленности, как авиаракетостроение, судостроение, машиностроение и др. СТП – способ получения неразъемного соединения, заключающийся в механическом перемешивании материала, приводимого в пластичное состояние без плавления специальным инструментом. К преимуществам СТП относятся: отсутствие необходимости лишних затрат материала, защитного газа, флюса и т.п. Кроме того, прочность получаемого сварного соединения соответствует или превосходит прочность основного металла.

Как и при других видах сварки, при СТП могут образовываться дефекты, такие как каналы, непровары и др. В связи с этим, актуальным является решение вопроса контроля качества соединений, выполненных СТП. Снижение себестоимости сварного изделия и уменьшение количества операций в технологическом процессе выполнения соединения возможно за счет внедрения оперативных методов контроля качества. Одним из направлений решения данного вопроса является применение пассивного бесконтактного теплового метода контроля в процессе сварки [1-4].

В докладе представлены результаты проведения оперативного теплового контроля соединений, выполненных СТП, тонкостенных пластин из алюминиевого сплава. Получены и проанализированы термограммы бездефектного и дефектных образцов. Выполнение сварного соединения осуществлялось при одном режиме сварки, с использованием одного сварочного инструмента. Дефектные образцы были получены путем изменения толщин, неправильной сборки и удалением части материала свариваемых кромок.

Список литературы:

- [1] Kryukov I., Schüddekopf S., Böhm S., Mund M., Kreling S., Dilger K. Non-destructive online-testing method for friction stir welding using infrared thermography // 19th World Conference on Non-Destructive Testing. 2016.
- [2] Serio L. M., Palumbo D., Galletti U., De Filippis L. A. C., Ludovico A. D. Monitoring of the friction stir welding process by means of thermography // Nondestructive Testing and Evaluation. 2016. Vol. 31. Iss. 4. P. 371-383.
- [3] Рубцов В. Е., Руденский Г. Е., Тарасов С. Ю., Колубаев Е. А., Гнусов С. Ф., Васильев П. А., Бакишев В. А. Тепловизионный мониторинг качества сварных соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием // Сварка и диагностика. 2015. № 1. С. 15–19.
- [4] Левихина А. В., Руденский Г. Е. Рекомендации по методике проведения теплового контроля соединений полученных сваркой трением с перемешиванием в процессе сварки // Современные проблемы науки и образования. 2013. №6. С. 11.

КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССОВ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В АРМИРОВАННОМ БЕТОНЕ В УСЛОВИЯХ ОДНООСНОГО СЖАТИЯ

*Петров Максим Вячеславович, Фурса Татьяна Викторовна, Данн Денис Дмитриевич
Томский политехнический университет
Суржииков Анатолий Петрович, д.ф.-м.н.
mvp17@tpu.ru*

Строительные сооружения из армированного бетона эксплуатируются в условиях воздействия статических и динамических нагрузок. В результате механических воздействий в конструкциях происходят процессы трещинообразования, что в конечном итоге приводит к их разрушению. Поэтому существует необходимость разработки методов оценки процессов трещинообразования в бетонной конструкции в

условиях эксплуатации. В настоящее время, следующие методы могут быть использованы для определения разрушений в бетоне: ультразвуковой контроль [1], измерение поверхностных волн [2], нелинейные акустические методы [3], акустическая и электромагнитная эмиссия [4], измерение электрического импеданса [5], импакт-эхо методы [6]. Также, для решения данной задачи может быть использован метод, который основан на измерении и анализе электрических откликов при упругом ударном возбуждении гетерогенных неметаллических материалов [7-9].

Цель данной работы заключалась в исследовании влияния процессов трещинообразования в армированном бетоне на параметры измеренного электрического отклика в процессе одноосного сжатия.

Для проведения исследований в условиях одноосного сжатия были изготовлены образцы бетона, армированного стальной и стеклопластиковой арматурой. Модели представляли собой образцы бетона размером 100x100x100 мм, в которые при формовании образцов было помещено по одному арматурному стержню диаметром 10 мм и длиной 150 мм.

Экспериментальные исследования параметров электрического отклика были выполнены с помощью аппаратно-программного комплекса. Комплекс позволяет производить упругое ударное возбуждение образцов и регистрацию электрических откликов. Комплекс состоит из выносного измерительного зонда, источника питания, платы ввода-вывода и компьютера. Выносной зонд представляет собой металлический стакан, внутри которого расположено ударное устройство и электрический датчик.

Испытание на одноосное сжатие производилось с использованием компьютеризированного пресса ИП-500. Нагружение производилось в направлении перпендикулярном к длине арматурного стержня. Измерения электрического отклика проводились периодически во время постепенного увеличения внешней нагрузки.

Оценка стадии трещинообразования производилась на основе анализа нагрузочных кривых. Нагрузочные кривые при постоянной скорости нагружения имеют три характерных этапа. Наличие первого нелинейного участка (I) связано с уплотнением поверхности образца, которая обладает более низкой твердостью и специально не шлифовалась перед испытанием. Затем идет участок линейной квазиупругой деформации (II). Зависимость на этом участке хорошо аппроксимируется прямой линией. Третий участок (III) характеризуется резко нелинейной деформацией, связанной с процессом возникновения и прорастания трещин.

Механические напряжения, возникающие под действием внешней нагрузки, приводят к развитию трещин в бетоне. С увеличением внешней механической нагрузки происходит увеличение размера и концентрации трещин в нарушенной зоне по сравнению с ненарушенной областью образца. Фронт акустической волны пересекает эти зоны, что приводит к его искажению. Так как созданная ударным возбуждением акустическая волна многократно взаимодействует с арматурой и трещинами, то происходит накопление нарушений ее фронта. Эти искажения должны отражаться на характеристиках электрического отклика, который взаимосвязан с упругими волнами.

Для количественной оценки изменения формы амплитудно-частотных характеристик электрических сигналов был использован корреляционный анализ. С помощью программы в среде программирования LabVIEW осуществлялось последовательное смещение спектров сигналов, зарегистрированных на различных этапах нагружения со спектром исходного сигнала, рассчитывался выборочный коэффициент корреляции Пирсона и определялся максимальный коэффициент взаимной корреляции двух сравниваемых спектров и величина смещения (по частоте), при котором наблюдается максимальный коэффициент корреляции. На рисунке 1 приведены зависимости максимального коэффициента корреляции и смещения для образцов бетона и бетона, армированного стальной и стеклопластиковой арматурой. С целью установления закономерностей изменения анализируемых параметров и их особенностей на различных этапах нагружения была проведена аппроксимация экспериментальных результатов кусочно-линейными функциями, приведенными внутри графиков.

	Максимальный коэффициент корреляции	Смещение, кГц
--	-------------------------------------	---------------

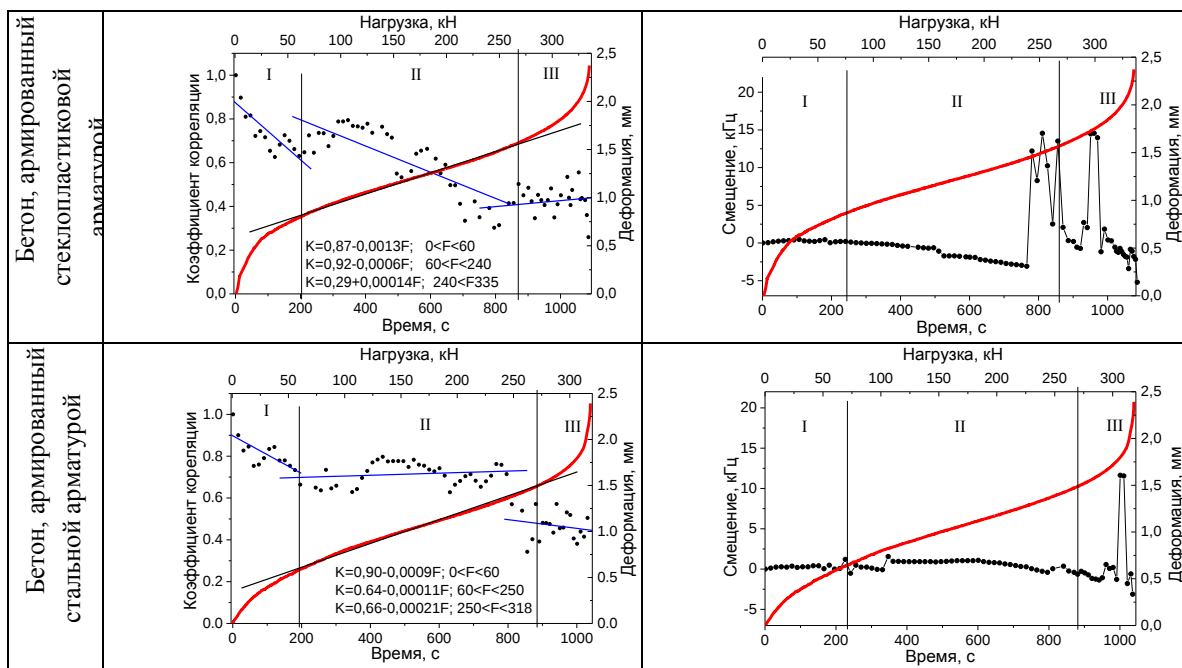


Рис.1 Зависимости параметров электрического отклика от внешней механической нагрузки

Из рисунка видно, что характер трансформации величины коэффициента корреляции и смещения, при котором он наблюдается, взаимосвязаны с этапами напряженно-деформированного состояния в условиях одноосного сжатия.

Установлены основные закономерности изменения параметров электрического отклика на ударное воздействие армированного бетона при одноосном сжатии армированного бетона. Показано, что при переходе в стадию трещинообразования наблюдается значительное уменьшение максимального коэффициента корреляции и скачкообразное возрастание величины смещения (по частоте), при котором он наблюдается. Эти два параметра могут быть использованы в качестве диагностических критериев для оценки начала процессов трещинообразования в условиях действия сжимающих нагрузок.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 16-19-10119).

Список литературы:

- [1] Qasrawi H. Y., Marie I. A. // *Cement and Concrete Research*. 2003. Т. 33. № 12. С. 2017.
- [2] Abraham O., Piwakowski B., Villain G., Durand O. // *Construction and Building Materials*. 2012. Т. 37. С. 904.
- [3] Bui D., Kodjo S. A., Rivard P., Fournier B. // *Journal of Nondestructive Evaluation*. 2013. Т. 32. № 1. С. 25.
- [4] Stergiopoulos C., Stavrakas I., Hloupis G., Triantis D., Vallianatos F. // *Engineering Failure Analysis*. 2013. Т. 35, С. 454.
- [5] Narayanan A., Subramaniam K. V. // *Construction and Building Materials*. 2016. Т. 105. С. 536.
- [6] Krzemień K., Hager I. // *Construction and Building Materials*. 2015. Т. 96. С. 155.
- [7] Fursa T. V., Savelev A. V., Osipov K. Yu. // *Technical Physics*. 2003. Т. 48. № 11. С. 1419.
- [8] Fursa T. V. // *Technical Physics Letters*. 2010. Т. 36. № 4. С. 348.
- [9] Fursa T. V., Dann D. D., Petrov M. V., Korzenok I. N. // *Russian Journal of Nondestructive Testing*. 2016. Т. 52. № 8. С. 463.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ И НУЛЕВАЯ ЭНЕРГИЯ ЗДАНИЙ: РОЛЬ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ

Алдошина Оксана Владимировна, Юрченко Алексей Васильевич

Томский политехнический университет

E-mail: oxi80-07@mail.ru

В данной статье рассматриваются фасады зданий, имеющие солнечный потенциал для городских ландшафтов. В прошлом фасады не предоставляли интереса для размещения солнечных батарей, поскольку у них наблюдалась низкая выходная мощность из-за большого угла падения. Снижение затрат фотоэлектрических модулей позволяет переосмыслить роль «солнечных фасадов» для широкомасштабного использования данных модулей в городских условиях. С одной стороны, как и следовало ожидать, дальнейшее снижение стоимости фотоэлектрических панелей делает его конкурентоспособными для