

УДК 620.179

ПРИБОР ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ КОРРОЗИИ СТАЛЬНОЙ
АРМАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЯХ

И.Е. ЗУЙКОВ, Э.И. БАТЯНОВСКИЙ
УО «БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В процессе эксплуатации железобетонных конструкций при определенных условиях может начаться коррозия стальной арматуры. Продукты коррозии, увеличиваясь в объеме, частично мигрируют в поровую структуру бетона, а частично накапливаются вокруг арматурного стержня. Через некоторый период эксплуатации, определяемый количеством образовавшихся продуктов коррозии, диаметром арматуры, толщиной защитного слоя бетона, прочностью бетона на растяжение и пр., вдоль арматуры образуется трещина.

Для контроля момента начала коррозии существуют электрохимические методы. Методы же для количественного определения степени коррозии арматуры отсутствуют. И связано это с тем, что уже сравнительно ничтожное коррозионное поражение арматурного стержня (на глубину 0,2 мм) может вызвать образование трещины. Следовательно, методы, которые можно применить для оценки потери первоначального объема металла, в данном случае, неприемлемы.

На кафедре «Железобетонные и каменные конструкции» БНТУ разработан метод частотного разностно-ферромагнитного (ЧРФ) контроля степени коррозии. Его отличительной чертой является то, что он позволяет фиксировать не уменьшение диаметра арматуры, возникающее в результате коррозионного процесса, а увеличение количества образующихся продуктов коррозии. В его основу положено существенное различие влияния стальной арматуры и продуктов коррозии на добротность и резонансную частоту колебательного контура, в поле которого они помещаются.

Одной из возможных приборных реализаций ЧРФ метода посвящен настоящий доклад.

Прибор для реализации ЧРФ выполнен в виде двух блоков: основного - измерительного, и дополнительного - выносного измерительного контура (рис. 1). Выносной блок используется в качестве датчика непосредственно устанавливаемого в месте измерения. Несмотря на малые габариты прибора, такое разделение функций оправдано, т.к. позволяет облегчить процесс наблюдения результатов измерения при их проведении в труднодоступных местах.



Рис. 1. Внешний вид прибора для оценки степени коррозии стальной арматуры в железобетонных изделиях

В качестве вычислительного блока используется микроконтроллер С8051F120 дополненный ПЛИС. В ПЛИС реализованы все связи между блоками, интерфейс с дисплеем и клавиатурой, внешний стандартный интерфейс. Такое построение позволяет существенно упростить схему и обеспечивает ее многофункциональность.

Измерительный генератор имеет две резонансные частоты, выбираемые по команде микроконтроллера. Низкая частота F1 предназначена для режима калибровки, а высокая F2 - для режима измерения. Изменение рабочей частоты осуществляется переключением обмоток выносного контура по команде микроконтроллера. Для реализации этой возможности в блок выносного измерительного контура введен аналоговый коммутатор (для упрощения конструкции возможно использование двух сменных контуров).

Многострочный дисплей позволяет одновременно наблюдать за несколькими сопутствующими параметрами измерения. Для опытного пользователя это позволяет повысить достоверность измерений. При необходимости индикация сопутствующих параметров может быть убрана.

Прибор может работать как от батарей, так и от сети. Для этого он снабжен стандартным сетевым адаптером.

На корпусе прибора установлены 3 разъема:

- "питание" для подключения сетевого адаптера;
- "интерфейс RS232" для подключения внешнего компьютера, позволяющего документировать результаты измерений или накапливать большие массивы измерений;
- "датчик", предназначенный для подключения выносного измерительного контура.

Для обеспечения работы прибора в память микроконтроллера при изготовлении заносятся коэффициенты, соответствующие применяемым в настоящее время видам и диаметрам стальной арматуры для толщины защитного слоя 20 мм. При необходимости справочные данные могут быть откорректированы, а база пополнена данными для новых или ранее использовавшихся видов стали.

Предусмотрена возможность ввода поправочных коэффициентов, позволяющих учесть влияние следующих факторов:

- расположенные вблизи точки замера посторонние металлические предметы;

- вид и расход цемента, содержащего различное количество минерала C_4AF , а также тонкодисперсную металлическую пыль, образующуюся при помоле цемента;

- ферромагнитные включения в крупный (щебень или гравий) и мелкий (песок) заполнители;

- вид и плотность бетона, определяющие распределение продуктов коррозии вокруг арматурного стержня;

- некоторые химические добавки в бетон;

- количественное соотношение продуктов окисления железа, зависящее от времени и условий эксплуатации конструкции;

- состояние арматуры (напряженное либо ненапряженное);

- пространственное расположение соседних арматурных стержней;

- расположение и конструкция арматурных сеток;

- наличие точек сварки и др.

Наличие в приборе многострочного дисплея и достаточно развитой клавиатуры позволяет легко настраивать его на измерения в конкретных условиях (рис. 1). Однако наличие большого числа поправочных коэффициентов требует определенного уровня подготовки пользователя для обеспечения высокой точности измерений.

В полуавтоматическом режиме прибор может осуществлять единичные измерения, расчет среднего по серии измерений, выбраковку резко отклоняющихся результатов, оценку максимального и минимального результатов при работе как в режиме калибровки, так и измерения. Определять величины толщины защитного слоя и степени коррозии арматуры.

Использование микроконтроллера с достаточно большой вычислительной мощностью позволяет расширять функциональные возможности прибора за счет изменения используемого программного обеспечения. Для реализации этой возможности на плате прибора предусмотрен разъем программирования микроконтроллера. Еще большую свободу в модернизации прибора без его аппаратных изменений предоставляет разъем программирования ПЛИС, осуществляющий коммутацию всех субблоков прибора. За счет этого, изменяя программное обеспечение можно не только изменить алгоритм работы прибора, но и его внутреннюю структуру.