

УДК 624

Д.В.Терентьев (асп. каф. СКИМ), Е.Л.Свечников, к.т.н., доц.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА ПОДПОВЕРХНОСТНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Практическая важность развития методов неразрушающего контроля (НК) состояния строительных сооружений очевидна. В настоящее время особую актуальность здесь приобретают задачи, связанные с разнообразными конструкциями из железобетона – сборного и монолитного - которые широко применяются в современном строительстве. Методы НК тем более необходимы в задачах определения ресурса бетонных сооружений, возведенных 20 – 50 лет тому назад.

Традиционно используемые методы НК даже в совокупности не решают всех возникающих в этой области задач. Поэтому каждый новый метод, даже находящийся на стадии экспериментального применения, вызывает большой интерес специалистов. На кафедре Строительных конструкций и материалов совместно с лабораторией радиоволновой интроскопии кафедры Радиофизики РФФ ведется разработка методик и приборной базы для реализации перспективного метода НК железобетонных конструкций – подповерхностной радиолокации (ППРЛ). Задача данной работы – познакомить читателя как с самим методом, так и с проблемами исследований в данной области.

Например, с помощью аппаратуры ППРЛ можно осуществлять поиск археологических объектов, пустот естественного и искусственного происхождения как в земле, так и в строительных конструкциях, определять глубину залегания грунтовых вод, обнаруживать специально закопанные или замурованные объекты самого широкого класса, лишь бы их электрические свойства отличались от свойств вмещающей среды.

Известно, что для решения сходных задач применяются и иные, достаточно хорошо разработанные методы – ультразвуковые, индукционные, рентгеновские, сейсмические и т.п. В отдельных случаях они могут быть эффективнее ППРЛ, но ни один из этих методов не обладает такой совокупностью достоинств, которая свойственна методам радиолокационным. Эти достоинства, позволяющие реализовать высокие потребительские качества соответствующей аппаратуры, заключаются в следующем:

- отсутствие специфических требований к объектам обнаружения (металлические и диэлектрические тела, пустоты, объекты биологического происхождения);
- отсутствие необходимости в механическом контакте рабочих органов с поверхностью, через которую ведется зондирование;
- достаточность одностороннего доступа к объекту исследования;
- получение информации о глубине залегания объектов;
- практическая безопасность для обслуживающего персонала;
- возможность оперативной работы с немедленным получением результата;
- компактность аппаратуры.

Как и любой метод, радиолокационная интроскопия имеет свои физические ограничения. В наибольшей степени возможности применения ППРЛ ограничиваются затуханием электромагнитных волн при распространении в реальных средах.

Основной группой задач, с решением которых связывают применение радиолокационного метода, являются задачи интроскопии, то есть обнаружения, локализации и идентификации скрытых в толще бетона неоднородностей – арматуры и

иных закладных элементов, каверн, расслоений, зон повышенной трещиноватости и т.п. В большинстве задач такого рода требуется глубинность зондирования 20-50 см, при точности локализации объекта в объеме порядка единиц сантиметров.

Первая и важнейшая проблема заключается в противоречивости этих требований для сред с большим затуханием электромагнитных волн, к которым относятся большинство бетонов: для увеличения глубинности рабочие частоты приходится понижать настолько, что нельзя обеспечить полосу частот, необходимую для достижения требуемой точности локализации объектов. На практике при зондировании бетонов используются различные участки частотного диапазона 0.5-10 ГГц и оптимум здесь определяется, исходя из электрофизических свойств бетона (наиболее важны значения комплексной диэлектрической проницаемости) и параметров объектов поиска (материал, размеры, глубина заложения).

И, наконец, при решении задачи обнаружения и воссоздания структуры армирования приходится учитывать эффекты дифракции электромагнитных волн на системе металлических стержней, расположенных, к тому же, в ограниченном объеме. При большой густоте армирования эти эффекты приводят к усложнению радиолокационных изображений, исключающих их корректную визуальную интерпретацию. Для изучения процессов распространения волн в подобных условиях используются радиофизические методы и математическое моделирование. Результаты таких исследований позволяют оптимизировать конструкции антенн и разрабатывать методы дополнительной обработки радиолокационной информации, облегчающие восстановление истинной структуры армирования.

В заключение важно подчеркнуть, что, несмотря на множество еще не решенных задач, радиолокационному методу в задачах исследования железобетонных конструкций во многих ситуациях нет разумной альтернативы. Однако создание здесь эффективных аппаратных средств и научно обоснованных методик их применения требует выполнения серьезной научной программы, объединяющей усилия исследователей и инженеров разных специальностей.