

7. Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации. Основные требования: ТКП 45-1.04-208–2010 (02250).

УДК 624

### **Определение армирования железобетонных конструкций радиолокационным методом**

Денисенко А. А., Сладковский С. А.

Научный руководитель Гринев В. В.

Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь

В данной научной работе определение армирования железобетонных конструкций проводилось с использованием прибора Hilti PS 1000 X-Scan, радиолокационным методом

#### **Описание и основные возможности прибора**

Система PS 1000 X-Scan состоит:

- из сканера
- блока анализатора
- системы программного обеспечения

Принцип работы данной системы основан на эффекте Доплера, т. е. когда радиоволны проходя через какую-либо среду отражаются, замеряется время и затем устанавливается конкретное расположение элементов в обследуемой конструкции.

В приборе установлено несколько антенн, которые одновременно работают и на передачу, и на прием сигнала, все три они активны.

Антенны есть бистатичного действия и моностатичного действия. Если использовать двойной подход бистатичный и моностатичный, то мы видим четкую картинку, и соответственно можем точно установить, где находится той, или иной объект в пространстве. Кроме того, массив антенн позволяет произвести несколько замеров одновременно, то есть за один проход прибор записывает пять параллельных путей сразу. Это повышает качество, той информации, которую

снимаем, повышается четкость и происходит анализ данных в реальном времени.

Таким образом, можно сказать, что три антенны обеспечивают более высокую продуктивность, лучшее качество данных, лучшее разрешение.

Процесс анализа происходит следующим образом:

1. Сначала получается первичных необработанный сигнал;
2. После этого с помощью математических вычислений, которые заложены в этом приборе происходит отфильтровка шумов, соответственно сигнал усиливается, фокусируется, и на выходе мы получаем те данные, которые мы видим на приборе.
3. После этого система способна перестроить всю полученную информацию в 3D-модель.

### **Индикация различных объектов в железобетонных конструкциях**

Используя данный прибор можно определять, как магнитные, так и немагнитные включения, объекты, имеющие пустотелые формы, металлические пластины и другие включения.

### **Индикация границы среды**

По отраженному радиосигналу можно определить толщину материала, защитный слой.

### **Точность измерения глубины зависит от диэлектрической проницаемости бетона**

В приборе данный параметр настраивается, и зависит от того, насколько бетон влажный. Точность измерения прибора  $\pm 5$  мм, глубина 300 мм, скорость измерения: к примеру участок  $1,2 \times 1,2$  м можно измерить за 5 минут.

Дополнительные шесть катушек позволяют обнаруживать объекты под напряжением.

Помимо радиоволной технологии в приборе существует ряд катушек, так называемый электромагнитный сенсор. Он предназначен для того чтобы обнаруживать наличие электропроводки в железобетонной конструкции, то есть если где-то проходит ток, то прибор это покажет.

### **Визуализация в режиме реального времени Quickscan**

Прибор может работать в режиме быстрого сканирования и в режиме блочного сканирования.

Результаты всегда можно получить в реальном времени.

Основные применения данной системы включают в себя:

- локализацию армирования
- визуализацию металлических включений
- поиск различных неоднородностей, к примеру пустотных форм.

### **Экспериментальная часть**

Цель: провести обследование железобетонных плит ферросканом. Ознакомиться с прибором. Изучить преимущества и недостатки ферроскана при обследовании плит разных конструкций.

В ходе научной работы было обследовано две плиты.

- 1) Плита пустотная по технологии «Макс-Рот» рис. 1.



Рис. 1. Плита пустотная по технологии «Макс-Рот»

2) Сплошная железобетонная плита рис. 2.



Рис. 2. Сплошная железобетонная плита

В начале эксперимента, в связи с невозможностью сканирования плиты «Макс-Рот» «снизу». Были предприняты попытки сканирования плиты «сверху». Результат на рис. 3.

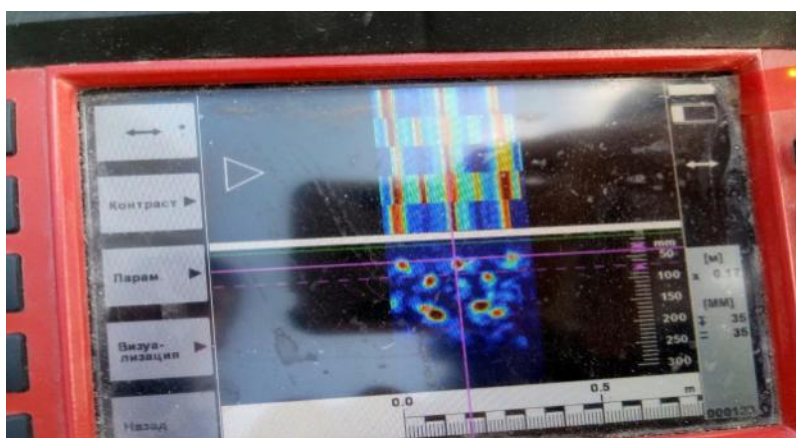


Рис. 3. Результаты сканирования плиты «сверху»

Результат сканирования не дал правильного результата, прибор не смог правильно определить толщину защитного слоя. Так же было

неправильно определено местоположение арматуры. Это объясняется наличием больших пустот в плите, из-за которых происходит отражение волн.

Следующим шагом было изменение положения плиты «Макс-Рот» и сканирование плиты «снизу». Результат на рис. 4.

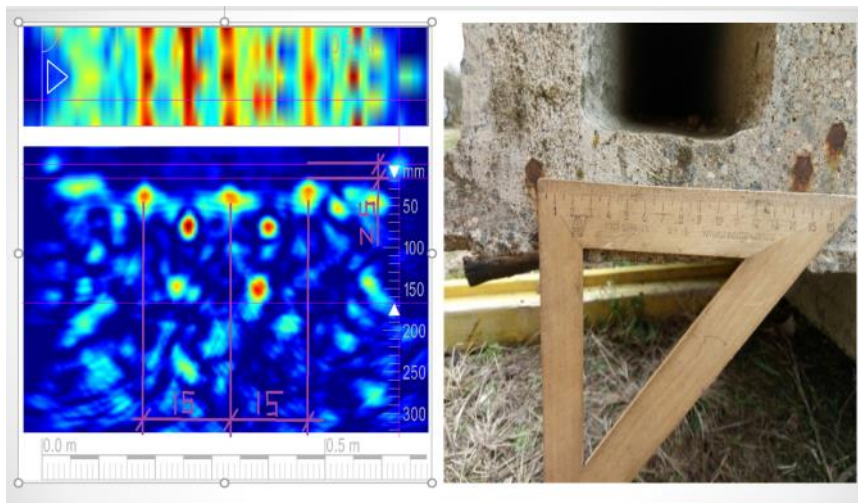


Рис. 4. Результаты сканирования плиты «снизу»

При сканировании плиты «снизу» прибор правильно определил положение арматуры, ее диаметр и толщину защитного слоя – 25 мм. Точно определил расстояние между стержнями арматуры – 150 мм. Технические характеристики прибора (минимальное расстояние между двумя объектами 4 см по горизонтали, 5 см по вертикали) не позволили нам определить двойное армирование в плите «Макс-Рот». Результат на рис. 5.

При обследовании сплошной железобетонной плиты ферроскан зарекомендовал себя с хорошей стороны. Прибор смог точно определить толщину плиты – 150 мм, расположение арматуры, диаметр арматуры и защитный слой бетона. Точно определил фактическое расстояние между стержнями арматуры 30 мм. Определил двойное армирование в сплошной плите.

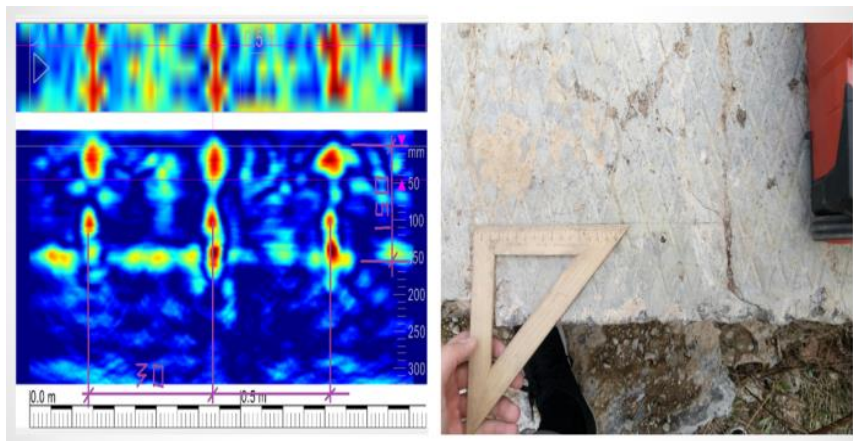


Рис. 5. Результаты сканирования

### **Вывод.**

Ферроскан хорошо зарекомендовал себя при сканировании сплошных железобетонных плит, монолитных плит. Точно определяет положение арматуры, диаметр, защитный слой, толщину плиты. Обследование этих плит можно производить как при положении прибора сверху плиты, так и снизу, и результат будет одинаково точен.

При обследовании ферросканом пустотных плит результаты не всегда получаются достоверными из-за отражения волны в пустотах. Исходя из этого сканировать плиту «сверху» не целесообразно. Производить обследование этих плит необходимо «снизу» ближе к рабочей арматуре.

При обследовании плит «снизу» со стержневой арматурой прибор точно определит расположение арматуры, и ее защитный, слой. При обследовании плит с проволочным армированием либо с канатным когда армирующие элементы расположены рядом друг с другом (см. рис. 4), прибор не способен выдавать точную информацию.

### **СПИСОК ИСНОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Руководство по эксплуатации PS 1000.
2. Воздействия на конструкции: ТКП EN 1991-1-2-2009\*.
3. Бетонные и железобетонные конструкции: СНБ 5.03.01-02.