



## Погружной прибор для сканирования диэлектрических свойств породы

Я.В. Фаттахов, В.А. Шагалов, А.Р. Фахрутдинов, Р.Ш. Хабипов, М.К. Галялtdинов, А.Н. Аникин

Казанский Физико-технический институт КНЦ РАН, 420029, Казань, ул.Сибирский тракт, 10/7

Разработанный в лаборатории Методов медицинской физики прибор для сканирования диэлектрических параметров пород основан на методе волнового диэлектрического каротажа. Суть метода заключается в измерении характеристик высокочастотного электромагнитного поля возбуждаемого в скважине. В представленном приборе измеряется разность фаз между сигналами, принимаемыми двумя измерительными катушками, расположенными на разном расстоянии от излучающей катушки. Разность фаз, распространяющегося в породе высокочастотного электромагнитного сигнала, принятого разнесенными приемными катушками зависит от электрических свойств породы. Измеряя разность фаз можно определить диэлектрическую проницаемость пород в которых распространяется электромагнитное поле. Известно, что диэлектрическая проницаемость воды равна 80 относительным единицам, диэлектрическая проницаемость основных минералов составляющих породу, равна 4 - 6 относительным единицам, а диэлектрическая проницаемость нефти – 2.5 относительным единицам. Таким образом, измеряя разность фаз, можно отличить от нефтенасыщенные породы от водонасыщенных пород.

### Основные технические характеристики блока СДСП:

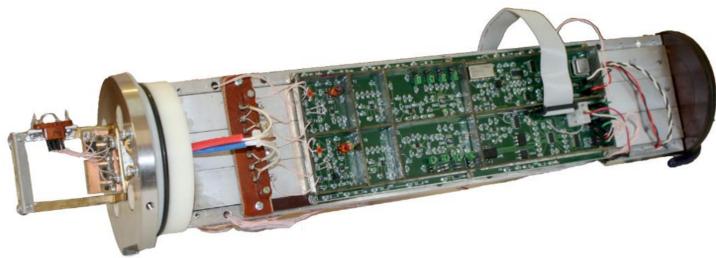
Измерение фазы и амплитуды вторичного поля на двух частотах;  
Диапазон рабочих частот 25 – 60 МГц;  
Напряжение питания не более 5 вольт;  
Потребляемый ток не более 1 ампера;  
Длина прибора – не более 4.0 м;  
Вес прибора – не более 150 кг.

### Основные эксплуатационные характеристики блока СДСП:

Диаметр исследуемых скважин – от 190 мм до 300 мм;  
Температура в скважине – не более +130°C;  
Гидростатическое давление жидкости в скважине – не более 80 МПа;  
Угол отклонения скважины от вертикали не более 30 градусов.

Блок сканирования диэлектрических свойств породы состоит из комплекса приемных и передающих катушек, двухканального приемника с регулируемым усилением и модуля определения разности фаз и амплитуд, передатчика с регулируемой мощностью излучения, блока аналого-цифровых преобразователей и модуля управления блоком включающего энергонезависимую память и блок связи прибора с компьютером и прибором магнитно-резонансного каротажа..

Зонд блока СДСП выполнен по стандартной трехкатушечной схеме с одной генераторной (удаленной) катушкой и двумя приемными (сближенными). Катушки расположены соосно. В качестве корпуса использован стеклопластиковый цилиндр с наружным диаметром 155 мм и длиной 1700 мм. База зонда (расстояние между двумя приемными катушками)  $\Delta Z=300$  мм и длина зонда (расстояние от генераторной катушки до точки наблюдения) составляет  $L=1200$  мм.



Передающий модуль предназначен для формирования высокочастотного сигнала поступающего на генераторную катушку зонда. состоит из пяти основных узлов:

- блок задания амплитуды выходной мощности;
- датчика тока;
- ПИД регулятора;
- блока регулирования мощности;
- блока оконечного усилителя;
- модуля управления по оптическому каналу

Технические характеристики:  
полоса частот от 10 МГц до 80 МГц;  
мощность на нагрузке 50 Ом до 15 Вт;  
напряжение питания 12 Вольт.

Приемный модуль предназначен для усиления высокочастотных сигналов, поступающих с приемных катушек зонда и формирования выходных низкочастотных сигналов, пропорциональных разности фаз и отношению амплитуд входных сигналов, оцифровки сигналов их и передачи в наземный каротажный модуль. Технические характеристики:

полоса частот от 20 МГц до 70 МГц;  
коэффициент усиления до 60 дБ;  
изменение усиления до 45 дБ;  
два канала АЦП. разрешение – 12 бит, диапазон входных напряжений  $\pm 2.5$  В.  
Время преобразования – 1 мкс.  
Тактовая частота – 50 МГц.  
Энергонезависимая память: 256К x 16 бит.  
Интерфейсы: USB, RS485.  
Напряжение питания +5 В.

ПО блока СДСП состоит из:

- блока настройки параметров прибора и канала передачи данных, предназначенного для настройки скорости передачи данных, рабочей частоты, мощности передатчика и длины зонда.
- блока графической визуализации данных, для отображения в реальном времени данных, получаемых с макетного прибора.
- блока тестирования и управления, предназначенного для проверки работоспособности отдельных модулей прибора СДСП и управления работой прибора.

### Проведение предварительных испытаний

На рисунке представлены данные сканирования диэлектрических свойств породы, проведенного на тестовой скважине на территории К(П)ФУ. Разность фаз, регистрируемая прибором, пропорциональна диэлектрической проницаемости породы. Сканирование проводилось на двух частотах: 32.768 МГц и 60.0 МГц, данные сканирования хорошо коррелируют между собой, поэтому приведены результаты, полученные на одной частоте (60 МГц).

На рисунке видно изменение регистрируемого параметра при сканировании породы и с прохождением характерных точек тестовой скважины.

