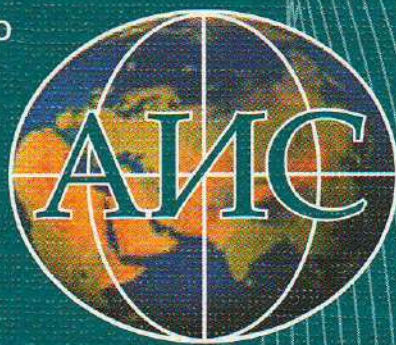


МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО  
И ДЕЛОВОГО СОТРУДНИЧЕСТВА ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ  
ИССЛЕДОВАНИЯМ И РАБОТАМ В СКВАЖИНАХ

ISSN 1810-5599



3

(237)



ООО НПФ «АМК ГОРИЗОНТ»  
**15 лет**

# КАРОТАЖНИК

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

ТВЕРЬ 2014



## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Главный редактор  
Н. С. Березовский**

**Зам. гл. редактора,  
научный редактор**  
Ю. И. Кузнецов, д. г.-м. н., проф.

**Отв. редактор** С. В. Ларева

**Редактор** И. В. Шункова

**Члены редакционной коллегии:**

Ю. Н. Бармаков, д. т. н., проф.

Я. Н. Басин, д. т. н., проф. (США)

А. М. Блюменцев, д. т. н., проф.

А. Ф. Боярчук, к. г.-м. н.

Р. А. Валиуллин, д. т. н., проф.

В. А. Велижанин, к. т. н.

И. Н. Гайворонский, д. т. н., проф.

С. А. Дудаев, д. т. н.

Ф. Х. Еникеева, д. т. н.

В. Ю. Зайченко, д. г.-м. н.

В. И. Иванников, д. т. н., проф.

Л. Е. Кнеллер, д. т. н., проф.

Н. Г. Козыряцкий, к. т. н.

В. Ф. Козяр, д. т. н., проф.

А. К. Коньсов, д. т. н. (Казахстан)

М. Д. Красножон, д. геол. н.

(Украина)

А. А. Кременецкий, д. г.-м. н., проф.

О. Л. Кузнецов, д. т. н., проф.

Э. Е. Лукьянов, д. т. н.

А. В. Малинин, к. г.-м. н.

Ф. П. Митрофанов, д. г.-м. н.,

проф., академик РАН

А. А. Молчанов, д. т. н., проф.

Т. Н. Нестерова, к. т. н.

Г. А. Павленко, к. т. н.

В. А. Трофимов, д. г.-м. н., проф.

В. Г. Фоменко, д. г.-м. н., проф.

Р. Т. Хаматдинов, д. т. н., проф.

М. И. Эпов, д. т. н., проф.,

академик РАН

Г. Г. Яценко, д. г.-м. н.

### Издательство "АИС"

Россия, 170041, г. Тверь,  
ул. Зинаиды Коноплянниковой,  
д. 17, корп. 1

Лицензия ЛР № 030838

от 29 июня 1998 г.

Свидетельство ПИ № 77-36891

от 20 июля 2009 г.

Индекс Роспечати – 82015.

ISSN 1810-5599.

Подписано в печать 3.03.2014.

Формат 60/84 1/16. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 10,5. Уч.-изд. л. 10,5.

Тираж 1130. Зак. № 1444.

Компьютерная верстка, макет

ООО "Издательство "Триада".

Отпечатано в ООО "Тверская  
фабрика печати".

© Издательство "АИС", 2014



## Научно-технический вестник

(рецензируемое издание)

Год издания двадцать третий

# КАРОТАЖНИК

Выпуск 3 (237)

Посвящен 15-летию

ООО НПФ "АМК ГОРИЗОНТ"

ТВЕРЬ  
2014



18. Разведка месторождений урана для отработки методом подземного выщелачивания / М. В. Шумилин, Н. Н. Муромцев, К. Г. Бровин и др. М.: Недра, 1985. 208 с.
19. Сейсмоакустика пористых и трещиноватых геологических сред / Под ред. О. Л. Кузнецова. В 3-х т. Информационный центр ВНИИгеосистем, 2004.
20. Справочник по геотехнологии урана / Под ред. Д. И. Скороварова. М.: Энергоатомиздат, 1997.
21. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные) / Н. Н. Петров, В. Г. Язиков, Х. Б. Аубакиров и др. Алматы: Ғылым, 1995. 264 с.
22. <http://www.Kazatomprom.kaz>
23. <http://www.novas-energy.com>

*Рецензент доктор геол.-мин. наук, проф. Ю. И. Кузнецов*

УДК 550.832.7

*И. В. Кузьмин*

*ООО НПФ "АМК ГОРИЗОНТ"*

## **РАЗРАБОТКА И ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОДУЛЯ ЛОКАТОРА МУФТ ДЛЯ КОМПЛЕКСА "ГОРИЗОНТ-ВАК"**

Рассмотрены модуль локатора муфт, принцип работы и его возможности при проведении ГИС.

*Ключевые слова: локатор муфт, буровая колонна, пакер, дефектоскоп, комплекс "ГОРИЗОНТ-ВАК".*

Главной задачей геофизического исследования скважин с целью их технического контроля является получение оптимального объема геофизической информации о состоянии скважин. Согласно существующим стандартам комплекс ГИС-техконтроль при строительстве скважин должен иметь в качестве обязательных локатор муфт (ЛМ), ГК, АКЦ, гамма-гамма-дефектоскоп-толщиномер (ГГДТ), термометр, а в качестве дополнительных – магнитоимпульсный дефектоскоп (МИД), НК и шумомер [1].



Перед автором стояла задача дополнить комплекс “ГОРИЗОНТ-ВАК” модулем локатора муфт, который служит для уточнения конструкции скважины, регистрации расположения муфт обсадных колонн, замковых соединений труб и других источников магнитных аномалий в колонне и в их увязке с геологическим разрезом.

На стадии выбора метода и принципа измерения был проведен анализ существующих локаторов муфтовых соединений. Это магнитный локатор муфт (МЛМ) [3], частотный локатор муфт (ЛМЧ) [5], феррозондовый локатор муфт (ЛМФ) и механический локатор муфт [2]. Основным недостатком этих локаторов является невозможность регистрировать муфты на скоростях, близких к нулю, и на стоянках, а также в силу конструктивных особенностей не позволяющих применять их в составе комплекса “ГОРИЗОНТ-ВАК”.

Было принято решение построить модуль ЛМ на принципе работы толщиномера, применяемого в электромагнитном дефектоскопе-толщиномере (ЭМДС-ТМ) [4]. Этот толщиномер позволяет измерять суммарную толщину труб до 25 мм.

В основу метода положено явление взаимной индукции двух катушек, намотанных на одном ферромагнитном сердечнике.

Магнитное поле вокруг отдельного проводника создается протекающим по нему током. Следовательно, полный магнитный поток  $\Psi$  будет связан с собственным током проводника  $i$ :

$$\Psi = Li. \quad (1)$$

Коэффициент  $L$ , связывающий между собой ток и потокосцепление, называется коэффициентом самоиндукции, или индуктивностью цепи. Очевидно, что он зависит от геометрической формы и размеров цепи, а также от свойств среды, в которой она находится, то есть  $L = F(g_1, g_2, \dots, g_n, \mu)$ , где  $g_i$  – некоторые геометрические параметры;  $\mu$  – магнитная проницаемость.

Любое изменение  $\Psi$  по закону электромагнитной индукции должно приводить к появлению электродвижущей силы (ЭДС):

$$e = d\Psi/dt = -Ldi/dt - idL/dt. \quad (2)$$

Из выражения (2) следует, что ЭДС самоиндукции зависит как от изменения тока в проводнике, так и от изменения индуктивности, то есть от геометрических параметров цепи и свойств среды.

При протекании тока часть магнитного потока первой катушки  $\Psi$  будет пересекаться со второй его частью. Величина этого (второго)



потока определяется геометрическими параметрами второй катушки, ее расположением относительно первой, а также магнитными свойствами окружающей среды:

$$\Psi_{21} = M_{21}i_1,$$

где  $M_{21}$  – коэффициент взаимной индукции. При изменении потока взаимной индукции  $\Psi_{21}$  во второй катушке будет наводиться ЭДС взаимной индукции:

$$e_{2M} = d\Psi_{21}/dt. \quad (3)$$

Это используется в одном из методов импульсной электроразведки, который основан на изучении затухания магнитного поля вихревых токов (переходных процессов), возникающих в электропроводящих средах при резком выключении постоянного магнитного поля (первичного поля). Первичное магнитное поле создается пропусканием по замкнутой незаземленной петле прямоугольных импульсов тока с длительностью, достаточной для установления постоянного магнитного поля. Переходные процессы регистрируются в момент отсутствия тока в петле с помощью приемной катушки. Количество металла и целостность замкнутого кольца влияют на переходной процесс в приемной катушке: чем больше металла, тем дольше переходной процесс, следовательно, больше сигнал. Наличие отверстия или трещины приводит к нарушению целостности замкнутого кольца и изменению магнитных свойств среды, что проявляется падением сигнала. Регистрация переходного процесса ведется в двух диапазонах в течение 80 мс с дискретностью 8 мс, время регистрации соответствует номеру канала, например: А32 – канал чувствительного диапазона с задержкой 32 мс, а32 – канал грубого диапазона с той же задержкой.

В настоящее время модуль локатора муфт широко эксплуатируется в составе комплексов “ГОРИЗОНТ-90-ВАК” и “ГОРИЗОНТ-73-ВАК”. Проведено более сотни исследований в горизонтальных и наклонно направленных скважинах.

Эксплуатация модуля локатора муфт выявила ряд дополнительных возможностей, позволяющих определять конструкцию скважины и достоверно интерпретировать результаты ГИС, а именно:

- определять места нахождения фильтров, пакеров и мест установки фонарных центраторов;
- определять места дефектов обсадной колонны;



- различать толщину обсадных труб;
- чувствовать вторую колонну;
- уверенно определять место муфтовых соединений второй обсадной колонны.

На рис. 1 показан участок скважины с установкой пакера. На глубине 3270 м установлен пакер, выше – обсадная колонна, а ниже пакера – фильтры и фонарные центраторы. В местах муфтовых соединений, пакера и центраторов сигнал увеличивается, а в местах фильтров – падает.

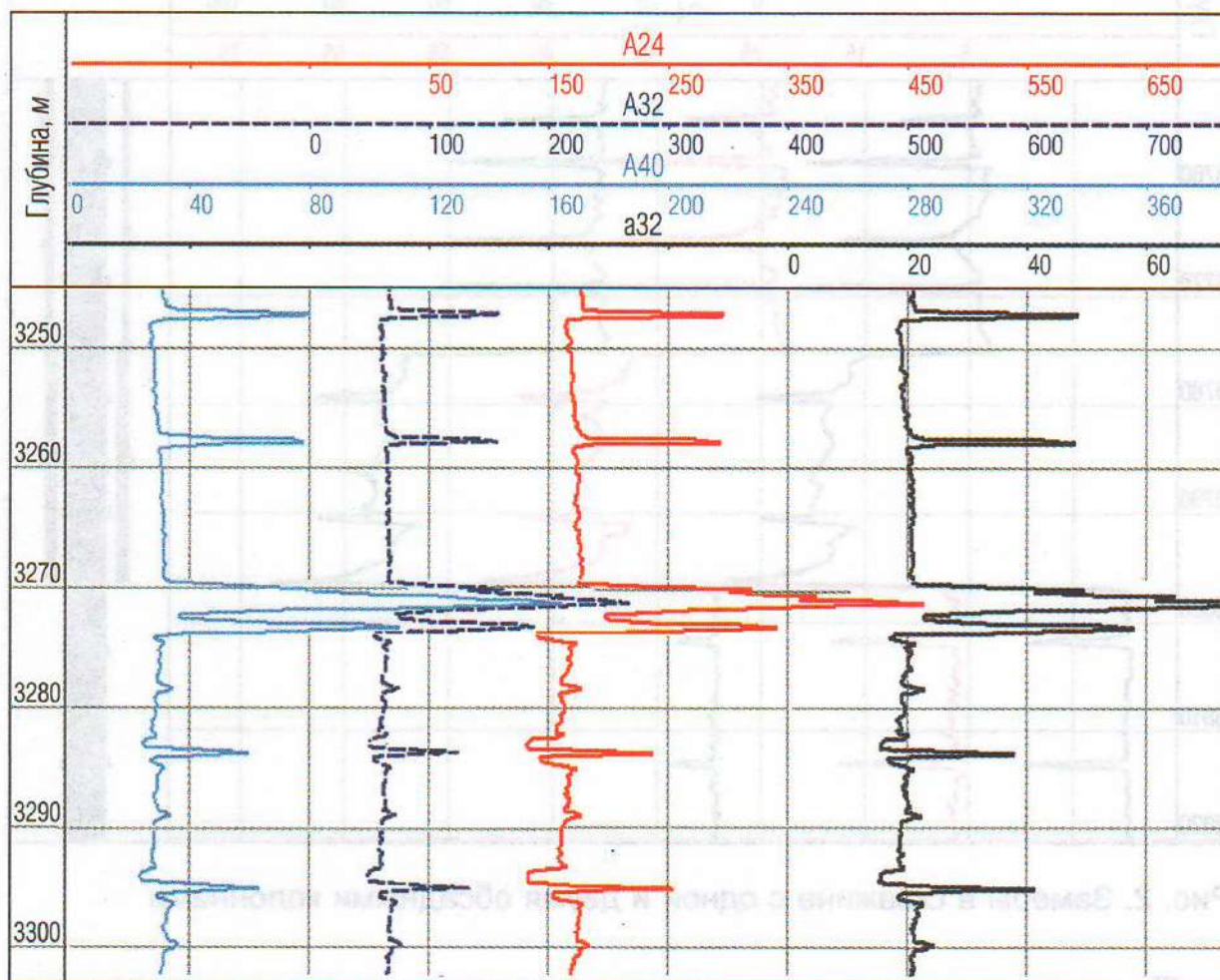


Рис. 1. Результаты замера модулем локатора муфт в скважине

На рис. 2 показана конструкция скважины с одной и двумя обсадными колоннами. На приведенной диаграмме муфты первой и второй колонны отличаются амплитудой. Также можно заметить, что



на малых временах канал А24 модуля локатора муфт при большой массе металла на глубине 3787 м не отреагировал на муфту второй колонны, а канал А32 четко отбил ее. Это объясняется тем, что на переходной процесс в приемной катушке ближняя зона влияет на ранние времена (0–30 мс), а дальняя зона – на поздние времена (30–80 мс). Справа от диаграммы показана конструкция скважины.

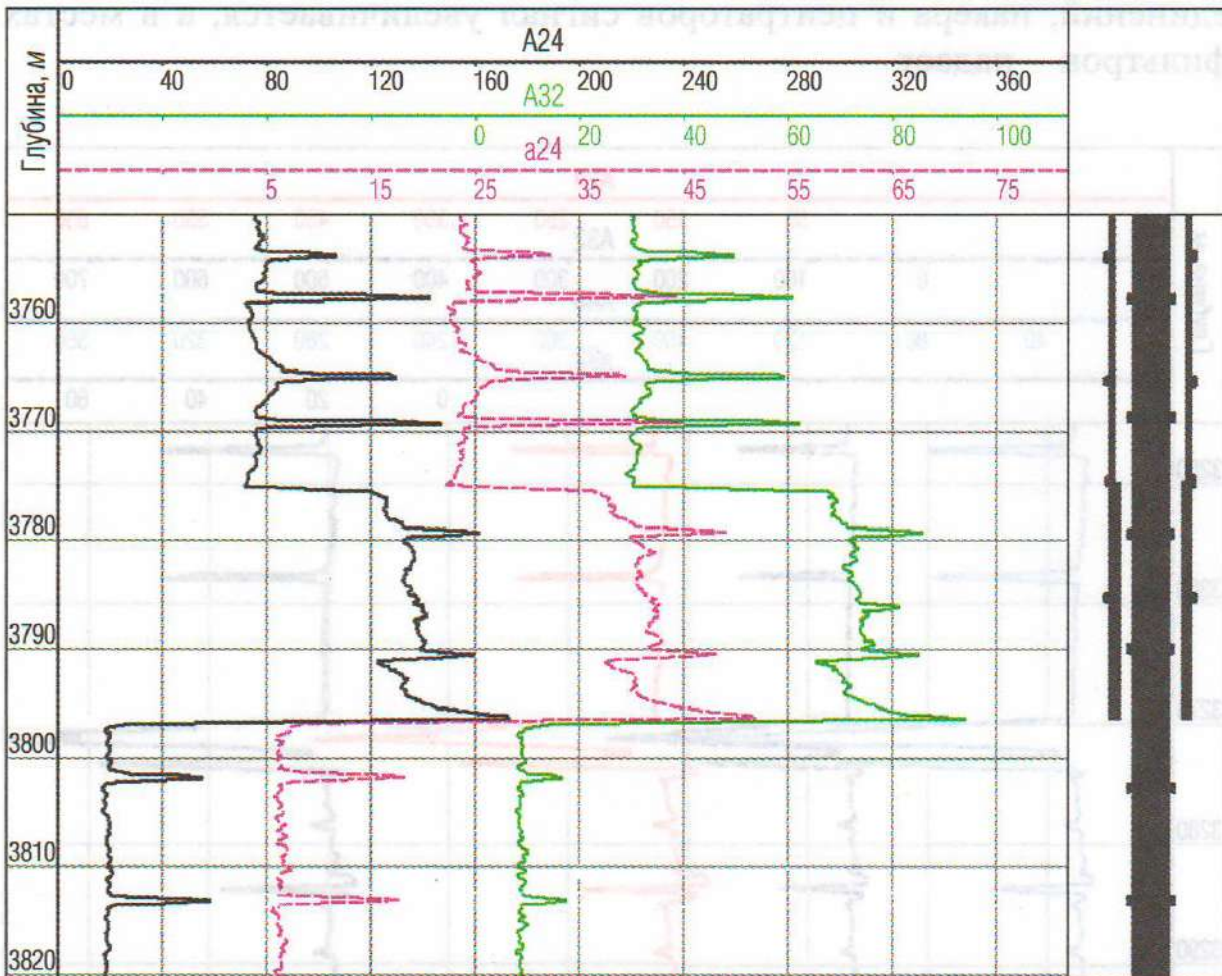


Рис. 2. Замеры в скважине с одной и двумя обсадными колоннами

По уровню сигнала на поздних временах можно различить разницу толщин обсадных труб на качественном уровне (рис. 3). Труба на интервале 111–121 м имеет уровень пять единиц, а на интервале 121–132 м – семь единиц, следовательно, первая тоньше. Для количественного уровня необходимо замерять дополнительно ряд параметров и вводить схемотехнические изменения модуля локатора муфт.





Рис. 3. Влияние толщины колонны на показания локатора муфт

На рис. 4 приведена реакция показаний локатора муфт на наличие дефекта в колонне. На глубине 3486 м локатор муфт отбил аномальное уменьшение толщины колонны по ранним временам. Начиная с канала А56 локатор муфт не зафиксировал дефект колонны. Ввиду значительных размеров катушки определить тип дефекта не представляется возможным, для детального изучения дефекта необходимо этот участок исследовать дефектоскопом-толщиномером.

Как уже говорилось выше, модуль локатора муфт используется в автономной аппаратуре, спускаемой на бурильных трубах, и есть большая вероятность остановки прибора напротив муфтового соединения. Для того чтобы не пропустить и правильно интерпретировать



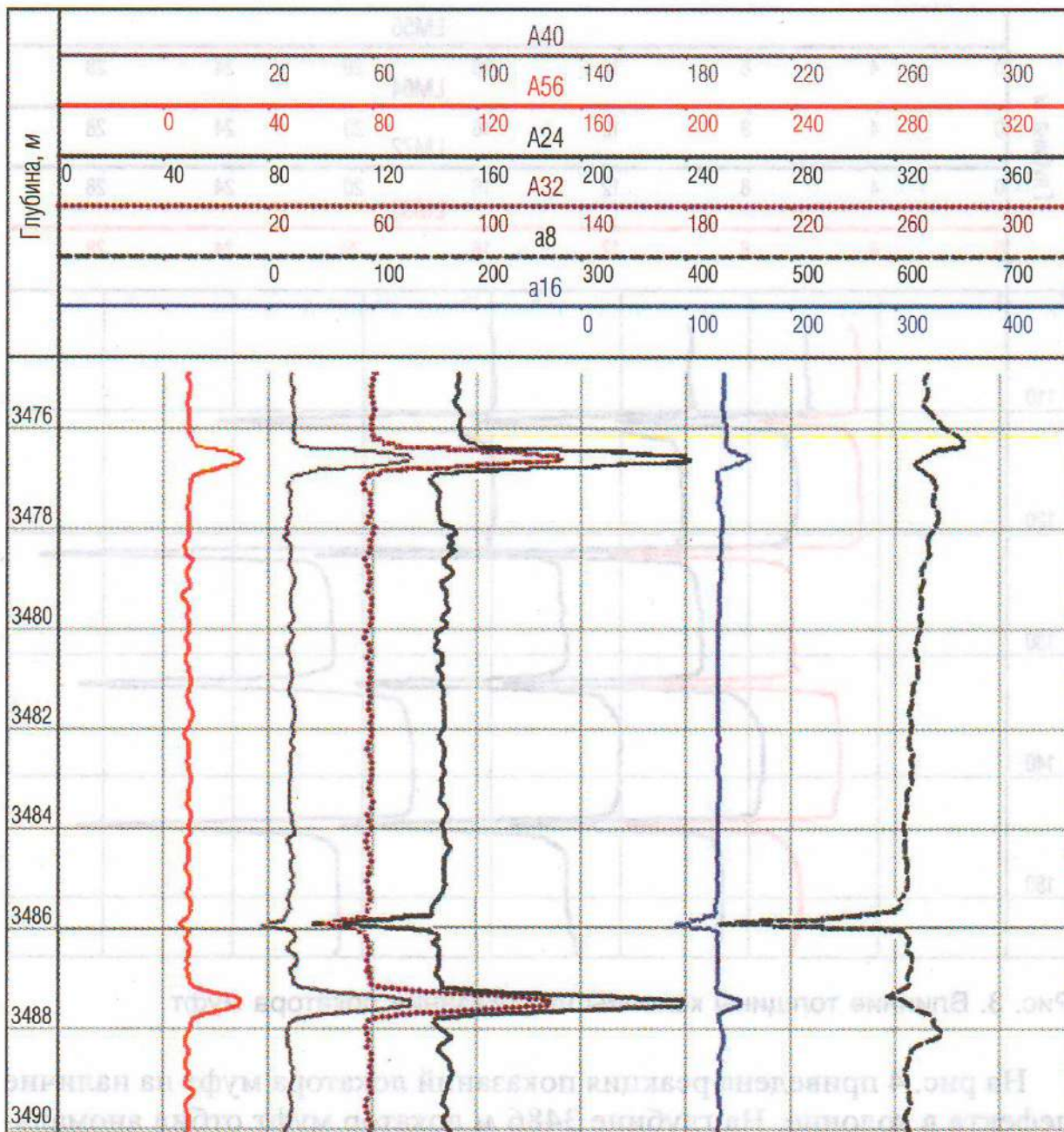


Рис. 4. Пример регистрации модулем локатора муфт дефекта колонны

материал, нужно проводить обработку совместно с методами, которые регистрируют стоянку прибора. На рис. 5 показана совместная обработка каналов ЛМ и фазокорреляционной диаграммы (ФКД) акустического каротажа. На интервале 18 300–18 350 м замера по ФКД отчетливо отбивается стоянка, а по каналам ЛМ видно, как он отбивает муфту.



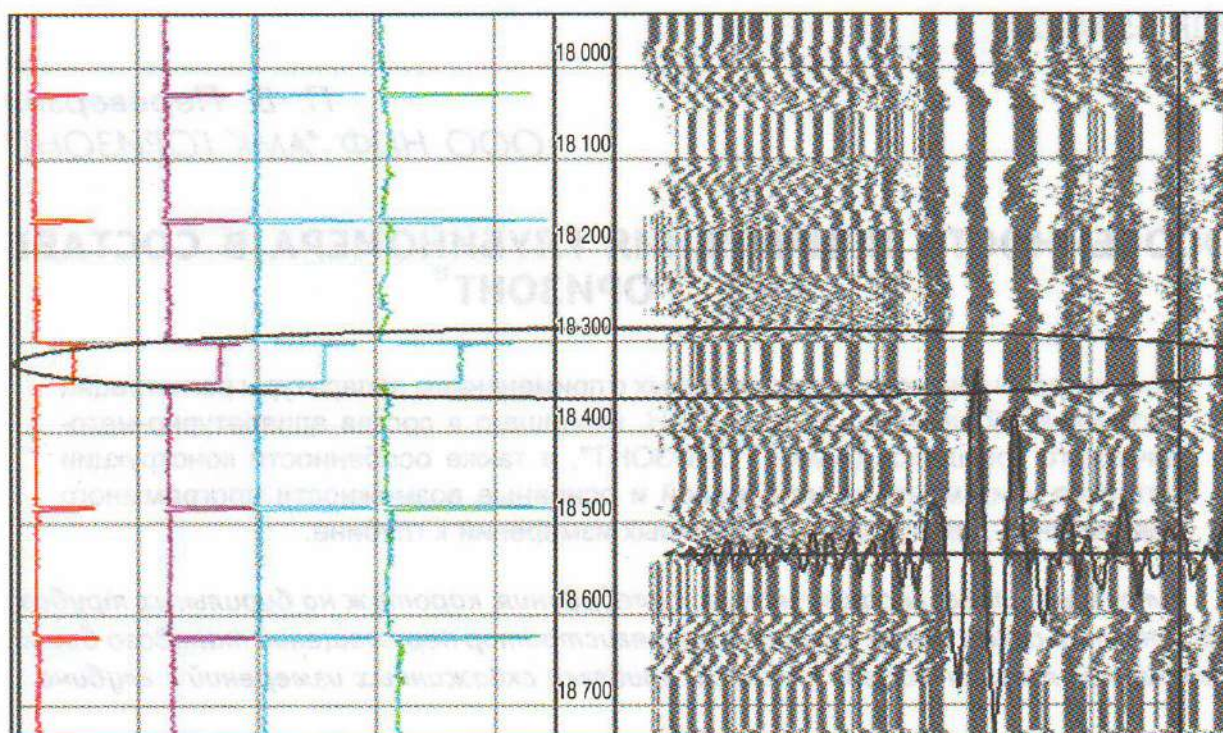


Рис. 5. Диаграмма локатора муфт на стоянке напротив муфтового соединения

Из представленных диаграмм можно сделать вывод, что модуль локатора муфт для комплекса “ГОРИЗОНТ-ВАК”, помимо отбивки муфтовых соединений, может выдавать дополнительную информацию для заказчика о техническом состоянии колонны скважины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Головин Б. А., Калинин М. В., Муха А. А. Контроль за разработкой нефтяных и газовых месторождений геофизическими методами: Учебное пособие. Саратов, 2005. 30 с.
2. Механический локатор производства компании Weatherford // <http://www.weatherford.com>
3. Модуль магнитного локатора муфт МЛМ 36/38-1 // [www.uralgeofizpribor.ru](http://www.uralgeofizpribor.ru)
4. Скопинцев С. П. Возможности магнитного локатора муфт при исследовании интервалов перфорации // <http://skp0606.narod.ru/LM.htm>
5. Сидоров В. А. Скважинные дефектоскопы-толщиномеры для исследования многоколонных скважин // НТВ “Каротажник”. Тверь: Изд. АИС. 1996. Вып. 24. С. 83–94.

*Рукопись статьи рассмотрена на НТС АМК “ГОРИЗОНТ” и рекомендована к публикации*