

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН. РАЗРАБОТКИ ООО «НЕФТЕГАЗГЕОФИЗИКИ». СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ

Хаматдинов Р.Т., Хаматдинов В.Р., Пантюхин В.А.
ООО «Нефтегазгеофизика», г. Тверь

В эксплуатационном бурении для решения задачи определения ФЭС горных пород скважинные исследования проводятся, как правило, стандартным комплексом методов, включающим: ПС, боковой, индукционный, нейтронный, гамма, плотностной, акустический методы каротажа и кавернометрию.

Такой комплекс на этапе эксплуатации разведанных месторождений позволяет решить задачу определения ФЭС с использованием известных петрофизических зависимостей, принятых при подсчёте запасов.

При бурении поисково-разведочных скважин на месторождениях, а также при эксплуатационном бурении с наличием сложно-построенных коллекторов для повышения информативности аппаратурно-программный комплекс расширяется методами:

- многозондового бокового каротажа (ЭК-ВР);
- литоплотностного каротажа (ГГКЛП);
- профилометрии;
- импульсного нейтронного каротажа (ИННК);
- спектрометрическими методами гамма и нейтронного-гамма каротажа (СГК и СНГК);
- кросс-дипольного акустического каротажа (АВАК-11);
- ядерно-магнитного каротажа (ЯМК).

ООО «Нефтегазгеофизика» на сегодняшний день предлагает Заказчику все необходимые компоненты кабельной и автономной технологий проведения геофизических исследований скважин, включая: скважинную аппаратуру, наземное оборудование, средства технического и метрологического контроля, а также программные средства для обработки результатов каротажа.

Скважинные приборы, производимые НГГ рассчитаны на проведения работ в различных термобарических условиях до 200 °С и 140 МПа.

Собственная сервисная служба оснащена комплектом кабельных приборов с термобаростойкостью до 250 °С, 160 МПа.

Разработанные и выпускаемые нами приборы и технологии широко применяются на объектах крупных нефтегазовых компаний России (Газпром, Сургутнефтегаз, ЛУКОЙЛ, Ростнефть и др.), в странах СНГ (Белорусия, Туркменистан, Казахстан, Узбекистан) и дальнего зарубежья (Вьетнам, Китай, Канада, США).

Насущные задачи, которые ставят перед нами сервисные компании:

- сокращение времени на проведение ГИС – работа одной сборкой;

- исследования сложных объектов (Баженовская свита и т.д.);
- большие диаметры бурения (до 500 мм);
- окончания скважин малого диаметра (от 83 мм);
- уменьшение проходного диаметра бурового инструмента (89 → 73 мм);
- обеспечение ГИС на шельфовых месторождениях;
 - каротаж в процессе бурения как замена стандартного комплекса ГИС в эксплуатационных скважинах.

Кабельная технология - исследования проводятся в вертикальной и слабонаклонной частях ствола скважины. Выполнение работ проводится в основном приборами диаметром 76 мм с доставкой их в интервал исследования через буровой инструмент.

Автономная технология - Исследования проводятся в вертикальной, наклонной и горизонтальной частях ствола скважины с любым профилем. Выполнение работ проводится приборами диаметром 90 мм с доставкой их в интервал исследования на буровом инструменте.

В обеих технологиях производится спуск бурового инструмента – для проведения работ или для подготовки скважины к проведению работ.

И если при проведении работ в автономном режиме этот спуск оправдан, то при проведении работ в кабельном режиме эти расходы можно отнести к дополнительным затратам при строительстве скважины, от которых в принципе можно отказаться.

За последние три года в ООО «Нефтегазгеофизика» проведена разработка и успешное промышленное опробование универсальной кабельно-автономной технологии проведения ГИС КАСКАД-К/А (далее комплекс). Комплекс позволяет обеспечить одним комплектом аппаратуры и силами одного геофизического отряда гарантированное выполнение ГИС за минимальное количество спускоподъемных операций, а также проводить работы по контролю технического состояния обсадных колонн (КТСС).

Технические возможности

В зависимости от технического состояния ствола скважины и её траектории, доставка комплекса в интервал исследования может производиться различными способами:

- с помощью трёхжильного геофизического кабеля (кабельный режим);
- на буровом инструменте с применением технологии «мокрого контакта» (кабельный режим);
- на буровом инструменте или ГКНТ в автономном режиме.

Комплекс выпускается в двух типоразмерах:

- базовый вариант – 90 мм, (позволяет более грамотно реализовать многие методы ГИС и обеспечить необходимую механическую прочность приборов);
- вариант для проведения и исследований в скважинах малого диаметра – 76 мм.

Основные технические характеристики комплексов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Конструкция и основные технические характеристики

Условия эксплуатации	Комплекс-90 мм	Комплекс-76 мм
	Max Ø 108 мм	Max Ø 84 мм
Диаметры исследуемых скважин	от 120 до 350 мм	от 92 до 250 мм
Длина ствола исследуемых скважин	до 7000 м	
Интенсивность искривления ствола скважины	не более 5°/10м	
Диапазон температур рабочих условий применения	от минус 10 до плюс 150 °С	
Верхнее значение гидростатического давления рабочих условий применения	100 МПа	
Время работы при верхнем значении температуры рабочих условий применения	не менее 4 часов	
Время работы в автономном режиме	не менее 24 часов	
Предельно допустимая осевая нагрузка на модули в кабельно-автономном исполнении:		
- на растяжение	300 кН (30,59 т)	80 кН (8,0 т)
- на сжатие	100 кН (10,2 т)	50 кН (5,0 т)
Предельно допустимая осевая нагрузка на модули в кабельном исполнении:		
- на растяжение	80 кН (8,0 т)	
- на сжатие	50 кН (5,0 т)	

Комплекс состоит из набора следующих модулей:

1. Технические:

- модуль сбора данных со съёмным блоком памяти;
- модуль телеметрической линии связи в сборе с блоком источников напряжений питания комплекса;

- модуль источников автономного питания.

2. Методные модули ГИС кабельно-автономном исполнении:

- модуль технологический комплексный;
- модуль многозондового бокового каротажа;
- модуль многозондового индукционного каротажа;
- модули стандартного радиоактивного каротажа;
- модули литоплотностного гамма-гамма каротажа ГГКЛП с каверномером;

- модуль компенсированного акустического каротажа;

- модуль акустического каверномера-профилемера со сменной зондовой установкой.

3. Модули акустического каротажа:

- модуль инклинометра.

4. Методные модули ГИС кабельном исполнении:

- модуль каверномера – профилемера.

5. Дополнительные модули ГИС:

- модуль бокового микрокаротажа МК+БМК+КВ-К/А;
- модуль спектрометрического гамма-каротажа СГК-К/А;
- модуль импульсного нейтронного каротажа ИННК-К/А;

- модуль волнового акустического каротажа с монопольными и кросс-дипольными преобразователями АВАК-К/А;
- модуль сканирующего акустического толщиномера-профилемера АТП-16-К/А.

Принцип действия комплекса представлен на рисунке 1.

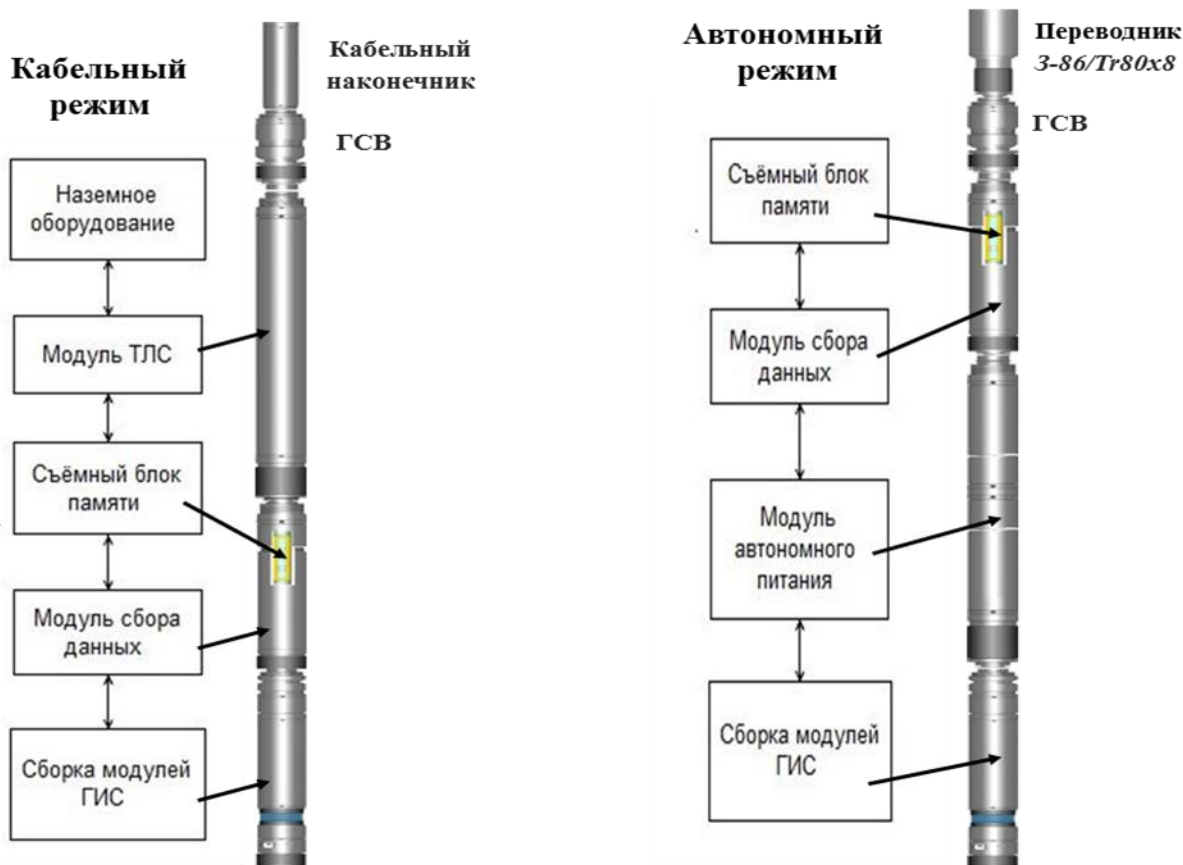


Рисунок 1. Принцип действия комплекса

Реализованы два режима работы комплекса:

- основной (независимый от режима проведения измерений – кабельного или автономного) с записью данных каротажа в энергонезависимую память с дискретизацией по времени;
- дополнительный (при наличии каротажного кабеля при проведении ГИС) с передачей всей или части зарегистрированной информации на наземное оборудование по кабелю.

В кабельном режиме комплекс рассчитан на работу с трехжильным геофизическим кабелем длиной до 7000 метров. Связь комплекса с наземным регистратором при передаче команд управления и приёме данных осуществляется в коде «Манчестер».

В автономном режиме комплекс работает от внутренних источников питания по командам управления, которые формирует модуль сбора данных, а вся информация записывается в блок съёмной памяти головного модуля.

В зависимости от скважинных условий проведения измерений предусмотрена возможность выбора режима работы комплекса и

дополнительного оборудования для обеспечения корректной работы сборки модулей.

Все методные модули выполнены в транзитном исполнении, что позволяет в зависимости от геологических условий и решаемых задач сформировать необходимую сборку модулей.

Традиционный комплекс ГИС расширен за счет появления новых модификаций приборов:

- прибора технологического комплексного, обеспечивающего контроль спуско-подъемных операций блоком акселерометров и датчиками растяжения-сжатия сборки, а также условий проведения ГИС (температура, давление, удельное электрическое сопротивление промывочной жидкости);

- многозондового бокового каротажа ЭКВР, который показал себя более эффективным по сравнению с одно-, двухзондовыми модификациями, особенно, в условиях использования высокоминерализованных промывочных жидкостей на месторождениях Якутии;

- импульсного нейтронного каротажа 2ИННК_{нт}+ИННК_т, обеспечивающего измерение кажущейся нейтронной пористости и сечения захвата нейтронов;

- ядерно-магнитного каротажа со сменными зондовыми установками; В настоящее время проводится адаптация методик и конструкции комплекса КАСКАД-К/А для решения задач проведения полного комплекса ГИС в скважинах большого диаметра от 300 до 500 мм.

Новые модификации методных модулей для закрытого ствола:

1. Для решения задач контроля технического состояния скважин (КТСС):

- модуль сканирующего акустического толщиномера-профилемера АТП-16-К/А;

- модули гамма-гамма-плотномеров-толщиномеров.

2. Для решения задач оценки, текущей нефтенасыщенности:

- модуль электрического каротажа скважин, обсаженных стальной колонной, МЭК-3С.

Приведены примеры использования комплекса для решения различных задач.

Другие действующие направления разработки.

На стадии разработки, опробования и внедрения находятся методы, оборудование и технологии:

ГИС открытого ствола:

- электрический микроимиджер;

- импульсный спектрометрический нейтронный-гамма каротаж;

- трехосевой индукционный каротаж 5ИК-3D;

- трехчастотный электромагнитный каротаж двумя разноглубинными зондами.

Испытания этих разработок намечены на 2019 год.

ГИС открытого ствола в скважинах малого диаметра от 83 мм:

Комплект приборов стандартного комплекса ГИС диаметром 60 мм.

Контроль технического состояния:

Акустический сканер-телевизор на преломленных волнах АСП, позволяющий дополнительно измерять интервальное время пробега и затухание волн, возбуждаемых ультразвуковым преобразователем.

Каротаж в процессе бурения:

- скважинное и наземное оборудование каротажа в процессе бурения.