

мации (пористость, глинистость, карбонатность), точную привязку энергетической шкалы и расчет нефтенасыщенности по схеме, представляющей комбинацию оценок с использованием нормализованных отношений $\langle C/O \rangle$ и $\langle Ca/Si \rangle_{неупр}$, приращения кривой $\langle C/O \rangle$.

Выдача заключения предусматривает формирование и выдачу в табличном и графическом видах результатов определения нефтенасыщенности пород с оценкой их погрешности для представления заказчику.

УДК 550.832

В. А. Пантюхин, Д. В. Белоконь
ООО "Нефтегазгеофизика"

АППАРАТУРНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС "КАСКАД"

Описан аппаратурно-методический комплекс нового поколения "Каскад", реализующий обязательный комплекс ГИС необсаженных скважин.

Аппаратурно-методический комплекс (АМК) "Каскад" предназначен для геофизических исследований разведочных и эксплуатационных скважин, бурящихся на нефть и газ и обеспечивает проведение обязательного комплекса ГИС для решения геологических задач при общих и детальных исследованиях структурных, поисковых, оценочных, разведочных и эксплуатационных скважин в соответствии с "Правилами геофизических исследований и работ в нефтяных и газовых скважинах", утвержденными Министерством топлива и энергетики и Министерством природных резервов РФ (приказ № 445/223 от 28.12.1999 г.)

В состав АМК "Каскад" входят:

- наземный регистрирующий комплекс (далее НРК) "Каскад" с необходимым программно-методическим обеспечением;
- комплект скважинных комбинируемых приборов (модулей);
- вспомогательное оборудование.

Для обеспечения работы приборов других производителей в составе сборок дополнительно изготавливаются модули сопряжения. С использованием модуля сопряжения МС-ИОН обеспечивается, в частности, работа прибора ИОН-1 (разработка Омского СКБП) в сборках модулей серии "Каскад". При проведении работ по контролю технического состояния скважин приборами типа ЦМ или СГДТ (разработки НПФ "Геофизика") возможна совместная работа этих приборов с приборами серии "Каскад" при использовании модуля сопряжения МС-ЦМ.

Перечень скважинных приборов серии "Каскад" приведен в табл. 1. Справка о регистрируемых параметрах приведена в табл. 2.

Таблица 1

Перечень скважинных приборов серии "Каскад"

Наименование модуля	Шифр
1	2
Модуль технологический	ТМ
Модуль активного локатора муфт	АЛМ
Модуль для измерения температуры и давления	ТД
Модуль интегрального гамма-каротажа	ГК
Модуль спектрометрического гамма-каротажа	СГК
Модуль компенсированного нейтрон-нейтронного каротажа по тепловым или надтепловым нейтронам	ННКт (ННКнт)
Модуль комбинированный радиоактивного каротажа (ГК-2ННК)	СРК
Модуль комбинированного радиоактивного каротажа (ГК-НГК)	НГК
Модуль комбинированный радиоактивного каротажа (2ГК-3ННК)	АРК
Модуль компенсированного акустического каротажа	4АК
Модуль компенсированного акустического каротажа с длинным зондом	4АКД
Модуль компенсированного гамма-гамма-плотностного каротажа	ГГКП
Модуль литоплотностного гамма-гамма-каротажа	ГГК-ЛП
Модуль индукционного каротажного зондирования	4ИК
Модуль комбинированный электрического каротажа (БКЗ, БК-3, ПС, резистивиметр)	БКЗ, БК

Окончание табл. 1

1	2
Модуль комбинированный двойного бокового каротажа (БК-7, БК-9, ПЗ, ПС, резистивиметр)	2БК
Модуль комбинированный двойного бокового каротажа (БКЗ, БК-7, БК-9, ПС, резистивиметр)	БКЗ, 2БК
Модуль каверномера-профилемера (четырёхрычажный, механический)	4СКП
Модуль микрометодов и микробокового каротажа	МК, БМК
Модуль инклинометра (ИОН-1, разработка Омского СКБП)	ИОН

Таблица 2

Параметры, регистрируемые приборами серии КАСКАД

Метод	Параметр	Ед. измерения	Диапазон
1	2	3	4
ГК	МЭД естественного гамма-излучения	мкР/ч	0–250
СГК	Регистрация спектров		
	Массовое содержание урана	$10^{-4}\%$	0,5–200
	Массовое содержание тория	$10^{-4}\%$	0,5–200
	Массовое содержание калия	%	0,1–20
ННК	Кажущаяся водонасыщенная пористость	%	1–40 %
ГГК-П	Объемная плотность горных пород	г/см ³	1,7–3,0
ГГК-ЛП	Регистрация спектров		
	Объемная плотность горных пород	г/см ³	1,7–3,0
	Индекс фотоэлектрического поглощения	барн/электрон	1–7
КС, БКЗ	Кажущиеся сопротивления зондов БКЗ	Ом·м	0,2–5000
БК-З	Кажущееся сопротивление	Ом·м	0,5–20000
БК-7/9	Кажущееся сопротивление зондов	Ом·м	0,2–40000
Резист.	Сопротивление промывочной жидкости	Ом·м	0,02–20
ПС	Потенциал самопроизвольной поляризации	мВ	
МК	Кажущиеся сопротивления микрозондов	Ом·м	0,1–40
БМК	Кажущееся сопротивление	Ом·м	0,5–800

Окончание табл. 2

1	2	3	4
ИК	Кажущаяся проводимость несколькими зондами	<i>мСм/м</i>	3–3000
Проф.	Средний диаметр скважины	<i>мм</i>	120–750
Инкл.	Зенитный угол	<i>град</i>	0–120
	Азимут	<i>град</i>	0–360
Терм.	Температура	<i>°С</i>	0–200
Манометр	Давление	<i>МПа</i>	0–150
АК	Регистрация волновых пакетов		
	Интервальное время <i>P</i> -волны Интервальное время <i>S</i> -волны	<i>мкс/м</i> <i>мкс/м</i>	125–550 180–1000

Все скважинные приборы серии "Каскад" рассчитаны на работу с трехжильным грузонесущим геофизическим кабелем длиной до 7000 м и имеют:

- унифицированное питание скважинных приборов – 50 Гц, 220 В;
- унифицированную цифровую телеметрическую линию связи с наземным регистрирующим комплексом, использующую код "Манчестер-2" (стандарт MIL-STD-1553В и ГОСТ Р 24394-80) в режиме "запрос-ответ";
- унифицированный семижильный межмодульный интерфейс, обеспечивающий работу скважинных приборов в сборках.

Питание модулей осуществляется параллельно по первой (ЖК1) и второй (ЖК2) жилам по отношению к оплетке кабеля напряжением 220 В частотой 50 Гц. Третья жила кабеля используется только в приборах электрического и электромагнитного каротажа для организации электрической связи с обратным токовым или измерительным электродом на поверхности.

Передача команд от НРК и прием данных от модулей осуществляются по 2-проводной линии связи ЖК1 и ЖК2 каротажного кабеля с трансформаторной развязкой от линии.

Обмен данными между скважинными приборами и НРК осуществляется с использованием кода "Манчестер-2" в режиме "запрос – ответ". Исключение составляют модули акустического каротажа 4АК и АКД, которые передают по кабелю аналоговый сигнал (волновой

пакет). Длительность передаваемых слов – $937,5 \pm 5$ мкс. В зависимости от типа прибора реакция прибора на команду «Опрос прибора» может быть различной. Возможны два варианта реакции прибора на эту команду. В первом варианте (сбор – передача) прибор на полученную команду организует опрос прибора, собирает данные и затем передает их НРК, во втором варианте (передача – сбор) прибор сначала отвечает собранными данными, а затем организует новый цикл опроса прибора. Первый вариант используется в тех приборах, для которых время сбора данных мало, а также в приборах акустического каротажа. Второй вариант используется в приборах радиоактивного каротажа (в ответ на команду прибор передает накопленные счета или спектры по каналам и организует новый цикл накопления), а также в приборах электрического и электромагнитного каротажа, для которых цикл опроса каналов достаточно длительный.

Для обеспечения работы модулей в сборках проведена унификация приборных головок. Входная и выходная приборные головки каждого прибора имеют семь контактов. Назначение этих контактов следующее: 1 – «1ЖК» (1-я жила кабеля), для передачи информационных сигналов и напряжения питания прибора; 2 – «2ЖК» (2-я жила кабеля), для передачи информационных сигналов и напряжения питания прибора; 3 – «3ЖК» (3-я жила кабеля), может использоваться только приборами электрического каротажа для связи с обратным токовым или обратным измерительным электродом, для передачи или измерения сигнала ПС; 4, 5, 7 – резерв; 6 – «ОК» (оплетка кабеля или «общий» источник питания).

Для соединения кабельного наконечника типа НКБ-3-60 с первым (верхним) прибором сборки приборов используется переходное устройство, обеспечивающее электрическое и механическое соединение жил каротажного кабеля и его оплетки с входной приборной головкой.

При эксплуатации модульных приборов используется дополнительное вспомогательное оборудование. В состав этого оборудования входят:

- головка свободного вращения;
- межприборные шарнирные соединители шарового типа;
- электромагнитные разделители;
- центраторы;
- рессоры;

- отклонители;
- ловушки;
- комплект оснастки для вертикальной сборки на устье скважины.

Вспомогательные устройства предназначены для:

- улучшения проходимости приборов в скважине (головка свободного вращения, соединительные устройства),
- обеспечения необходимого положения приборов в скважине (отклонители, прижимные рессоры, центраторы),
- устранения конфликтов электромагнитного характера при работе в сборках (электромагнитные разделители),
- повышения технологичности выполняемых работ (комплект для вертикальной сборки),
- совместимости с приборами и кабельной головкой (переходная головка).

Головка свободного вращения предназначена для обеспечения свободного вращения каротажного кабеля относительно скважинных приборов. Рекомендуется для использования при работе со скважинными приборами, снабженными прижимными рычагами такими, как ГГКП, ГГК-ЛП, 4СКП и МК, БМК. Отметим, что головкой свободного вращения снабжен также технологический модуль. Головка свободного вращения рекомендуется к использованию в том случае, когда использование технологического модуля по тем или иным причинам невозможно.

Соединительные устройства представляют собой шарнирные соединители шарового типа и предназначены для механического и электрического соединения различных приборов в сборках.

Прижимные рессоры выполнены в виде стальной упругой пластины, которая с помощью хомутов надевается на скважинный прибор. Такие рессоры используются, как правило, с приборами нейтронного каротажа в скважинах большого диаметра.

Электромагнитные разделители предназначены для электрической и/или магнитной изоляции скважинных приборов в сборках. Электромагнитные разделители применяются в тех случаях, когда необходимо:

- обеспечить отсутствие прямого электрического контакта между различными приборами в сборках;
- отдалить токовые и/или измерительные электроды в зондах электрического каротажа от проводящих корпусов других приборов в сборках;

- отдалить приборы с датчиками магнитного поля от магнитных корпусов других приборов в сборках.

Комплект для вертикальной сборки на устье предназначен для выполнения работ по вертикальной сборке модульных приборов на устье скважины.

По возможности использования модулей в сборках различаются головные, транзитные и концевые модули.

Таблица 3

Исполнение модулей

Шифр модуля	Исполнение модуля	Рекомендуемое положение в скважине
ТМ	Транзитный	Свободное
АЛМ	Транзитный	Свободное
ТД	Транзитный	Свободное
ГК	Транзитный	Свободное
СГК	Транзитный	Свободное
ННК-Т (НТ)	Транзитный	Прижатое
СРК	Транзитный	Прижатое
НГК	Транзитный	Прижатое
АРК	Транзитный	Прижатое
4АК	Транзитный	Центрированное
4АКД	Концевой	Центрированное
ГГКП	Концевой	Прижатое
ГГК-ЛП	Концевой	Прижатое
4ИК	Транзитный	Отклоненное
БКЗ, БК	Транзитный	Отклоненное
2БК	Транзитный	Отклоненное
БКЗ, 2БК	Транзитный	Отклоненное
4СКП	Транзитный	Прижатое
МК, БМК	Концевой	Прижатое
ИОН	Концевой	Свободное

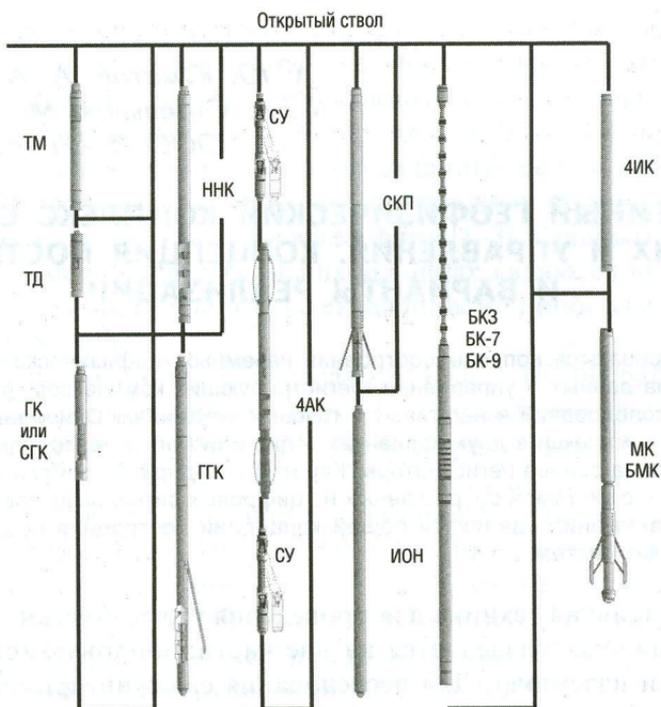


Рис. Рекомендуемые варианты комбинирования модулей

В табл. 3 приведены данные об исполнении каждого модуля. Как видно из табл. 3, разработанные модули, с точки зрения механического исполнения, практически не имеют ограничений на комбинированность. Исключение составляют модули плотностного каротажа, микрометодов и инклинометрии.

Определенные ограничения возникают также при комбинировании с приборами электрического каротажа (БКЗ, БК и 2БК, а также БКЗ, 2БК), имеющими в своем составе, с одной стороны, гибкие зонды, а с другой стороны, зонды бокового каротажа (БК) в одно- или двухзондовой модификации.

Рекомендуемые варианты сборок представлены на рис.