

УДК 550.832.9:622.276

И. П. Бабушкин  
АО НПП «ВНИИГИС»

## ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ФОНДА СКВАЖИН

Описаны телеметрические системы гидродинамических исследований скважин (ГДИС) в процессе их эксплуатации с передачей данных по кабелю и по беспроводному электромагнитному каналу связи для скважин, оборудованных штанговым глубинным насосом (ШГН) с автономным питанием.

*Ключевые слова:* телеметрические системы, совместная эксплуатация, глубинные насосы.

### Технология глубинного промышленного мониторинга разработки месторождений

В настоящее время системы геофизического контроля процесса добычи нефти получили новый стимул к развитию в связи с повсеместным применением совместной эксплуатации нескольких объектов разработки пластов одной скважиной. Для контроля выработки запасов по каждому объекту разработки в скважинах, оборудованных центробежными насосами (ЭЦН), в АО НПП «ВНИИГИС» разработана телеметрическая система (ТМС) ГДИС «Арлан» и ТМС для гидродинамических исследований скважин, оборудованных ШГН с автономным питанием, с электромагнитным каналом связи [1, 2]. Оборудование рассчитано на эксплуатацию в скважинах с агрессивной средой и выполнено из коррозионно-стойкого материала.

Отличительной особенностью данной технологии является возможность размещения геофизических датчиков стационарно, напротив каждого объекта эксплуатации, на погружном добывающем оборудовании, работающем в режиме реального времени весь срок эксплуатации. При этом сохранена простота монтажа, не осложняющая конструкцию скважины, что снижает риски аварий и не создает дополнительных гидравлических сопротивлений в скважине. Данная технология открывает возможность широкого спектра исследований как одной скважины, так и площадных исследований при установке оборудования в нескольких скважинах, что является дополнительным

источником первичных материалов в реальном времени для построения и работы 3D-моделей месторождения.

### Телеметрическая система для гидродинамических исследований скважин ТМС ГДИС «Арлан»

ТМС ГДИС «Арлан» представляет собой комплекс, состоящий из наземного регистратора с блоком сопряжения телеметрии или станции управления УЭЦН со встроенным наземным регистратором, погружного блока телеметрии, скважинных геофизических модулей (1–3 модулей) с встроенными модулями сопряжения телеметрии и кабельной оснастки (рис. 1).

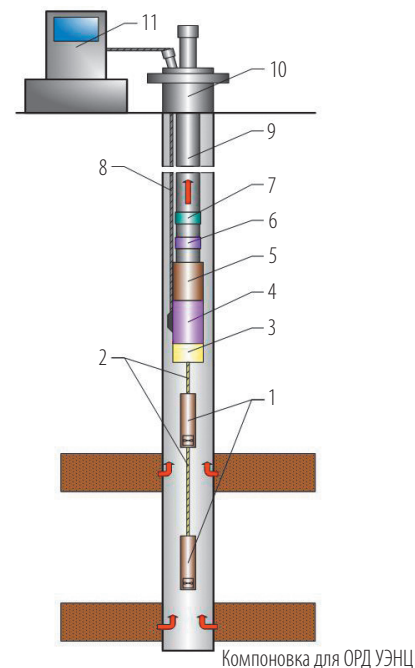


Рис. 1. Телеметрическая система для гидродинамических исследований скважин ТМС ГДИС «Арлан»: 1 – геофизический прибор; 2 – геофизический кабель; 3 – блок ТМС; 4 – ПЭД с гидрозащитой; 5 – ЭЦН; 6 – клапан обратный; 7 – устройство сливное; 8 – кабельная линия ЭЦН; 9 – насосно-компрессорные трубы; 10 – арматура устья; 11 – станция управления ЭЦН

Наземный регистратор с блоком сопряжения телеметрии обеспечивает питание погружного блока от внешнего источника и геофизических скважинных модулей по силовому кабелю ЭЦН; прием данных от погружного блока и геофизических скважинных модулей в реальном времени с частотой обновления 30–160 с по силовому кабелю ЭЦН; контроль сопротивления изоляции силового кабеля ЭЦН; архивацию и хранение в течение 360 суток полученных данных с возможностью их передачи по интерфейсу RS232 или RS485 на внешние устройства: flash-накопитель через стандартный USB-порт, или сервер данных посредством GPRS или радиомодема; визуализацию на люминесцентном дисплее физических величин измеряемых параметров.

Блок погружной телеметрии обеспечивает контроль температуры и давления масла в погружном электродвигателе (ПЭД), контроль температуры и давления на приеме насоса, уровень вибрации в ПЭД, телеметрию с геофизическими скважинными модулями, механическое сцепление подвески геофизических скважинных модулей, подключение к погружному электродвигателю с защитой электронной части погружного модуля от напряжения до 5000 В.

Скважинный геофизический модуль с терминалом сопряжения телеметрии типа «Пласт 85 ЭЦН», «Пласт 42 ЭЦН» предназначен для геофизических исследований многопластовых обсаженных скважин с установкой под ЭЦН в стационарных точках. Модуль обеспечивает измерение температуры, давления, оценку дебита, определение состава скважинного флюида.

Передача данных между геофизическими модулями и погружной телеметрией осуществляется по трехжильному или одножильному грузонесущему геофизическому кабелю посредством цифрового кодированного сигнала. Передача данных между погружной телеметрией и наземной частью происходит по силовому кабелю УЭЦН.

Сборка скважинной части телеметрии осуществляется непосредственно на скважине в виде гирлянды по базовым длинам относительно исследуемых объектов посредством кабельной оснастки, состоящей из геофизического грузонесущего кабеля и кабельных наконечников. Спуск осуществляется по действующим регламентам и инструкциям [3] в соответствии Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности (ПБ 08-624-03).

По завершении спуска геофизической части телеметрии кабельная оснастка крепится к погружной части телеметрии ПЭД посредством

геофизического кабельного наконечника. Последующий спуск осуществляется по действующим регламентам.

Геофизические модули устанавливаются в стационарной точке в кровле исследуемых объектов в заранее рассчитанной части разреза. Размещение модулей осуществляется в виде подвески на грузонесущем геофизическом кабеле по заранее рассчитанным длинам относительно глубины спуска УЭЦН и объектов исследования.

Монтаж скважинных геофизических приборов к погружному модулю и между собой производится посредством наконечников кабельных каротажных (ГОСТ 14213-89) и грузонесущего геофизического бронированного кабеля (стандарт ОСТ 153-39.1-005-00).

#### **Телеметрическая система для гидродинамических исследований скважин, оборудованных ШГН с автономным питанием, с электромагнитным каналом связи ТМС АСИК ГДИС «Арлан»**

Отличительной особенностью этой системы от вышеописанной является применение автономной системы с независимым питанием без использования проводных каналов связи. Принцип передачи данных основан на электромагнитном канале связи. Данная телесистема может быть использована практически в любой скважине, где нет возможности использования проводных каналов связи, в том числе в горизонтальных и многоствольных скважинах. В этом случае доставка и установка телеметрической системы производится отдельным спуском.

Передача данных между геофизическими модулями и погружной телеметрией осуществляется посредством цифрового кодированного сигнала по трехжильному или одножильному грузонесущему геофизическому кабелю. Передача данных между погружной телеметрией и наземной частью телеметрии осуществляется по электромагнитному каналу связи.

Сборка скважинной части телеметрии производится непосредственно на скважине в виде гирлянды по базовым длинам относительно исследуемых объектов посредством кабельной оснастки, состоящей из геофизического грузонесущего кабеля и кабельных наконечников скважинных геофизических модулей. Спуск осуществляется по действующим регламентам и инструкциям [3] в соответствии с Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности (ПБ 08-624-03).

По завершении спуска геофизической части телеметрии кабельная оснастка крепится к насосу ШГН или подвеске НКТ с помощью резьбового соединения. Последующий спуск осуществляется по действующим регламентам по спуску подвески погружного оборудования.

Геофизические модули устанавливаются в стационарной точке в кровле исследуемых объектов на заранее рассчитанную точку. Размещение модулей осуществляется в виде подвески на грузонесущем геофизическом кабеле по заранее рассчитанным длинам относительно глубины спуска УЭЦН и объектов исследования (рис. 2).

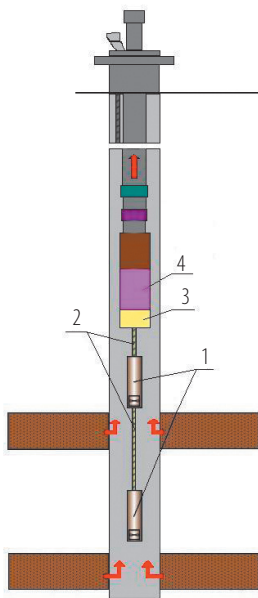


Рис. 2. Телеметрическая система для гидродинамических исследований скважин, оборудованных ШГН с автономным питанием, с электромагнитным каналом связи ТМС АСИК ГДИС «Арлан»: 1 – геофизический модуль «Пласт-85-485»; 2 – грузонесущий геофизический кабель; 3 – телеметрия беспроводной связи; 4 – ШГН

Подсоединение скважинных геофизических приборов к погружному модулю и между собой производится посредством наконечников кабельных каротажных (ГОСТ 14213-89) и грузонесущего геофизического бронированного кабеля (стандарт ОСТ 153-39.1-005-00).

Для проведения ГДИС с помощью телесистем ТМС ГДИС «Арлан» и ТМС АСИК ГДИС «Арлан» к скважине предъявляются следующие требования:

- минимальный общий дебит исследуемого объекта не должен быть менее  $9 \text{ м}^3$  в сутки;
- обсадные колонны стальные, различного диаметра, с внутренним диаметром не менее  $90 \text{ мм}$ ;
- верхние интервалы должны быть перфорированы зарядами кумулятивного или сверлящего типа;
- отсутствие изменений диаметра колонны в интервалах перфорации;
- угол наклона не более  $25^\circ$  в интервале исследуемых объектов;
- скважина должна быть промыта от механических осадков;
- должно быть произведено шаблонирование обсадной колонны до нижнего интервала перфорации шаблоном диаметром не менее  $90 \text{ мм}$ .

При проведении работ предъявляются следующие требования к заказчику:

- предоставить геолого-техническую информацию по исследуемой скважине;
- организовать монтаж погружного блока телеметрии к ПЭД ЭЦН на базе по подготовке погружного оборудования представителя заказчика в присутствии представителя исполнителя;
- предоставить доступ на скважину при подготовке и проведении работ;
- предоставить время для ПЗР и монтажа скважинного геофизического прибора к подвеске ЭЦН;
- по окончании исследований предоставить возможность для демонтажа геофизического оборудования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шакиров А. А., Бабушкин И. П. Технология «Интеллектуальная скважина» для мониторинга режима разработки месторождения и селективного управления добычей по беспроводному каналу связи // Нефть. Газ. Новации. 2017. № 12. С. 53–56.
2. Шакиров А. А., Бабушкин И. П. Информационное обеспечение эксплуатационных скважин на базе беспроводной телеметрической системы // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2018. Вып. 9 (291). С. 74–79.
3. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ на кабеле в нефтяных и газовых скважинах. (РД 153-39.0-072-01). Москва, 2001 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.