

ПРАКТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОНОВОК ОРД-РЭК



НИКОЛАЕВ
Олег Сергеевич
Генеральный директор
ООО НПФ «Геоник»



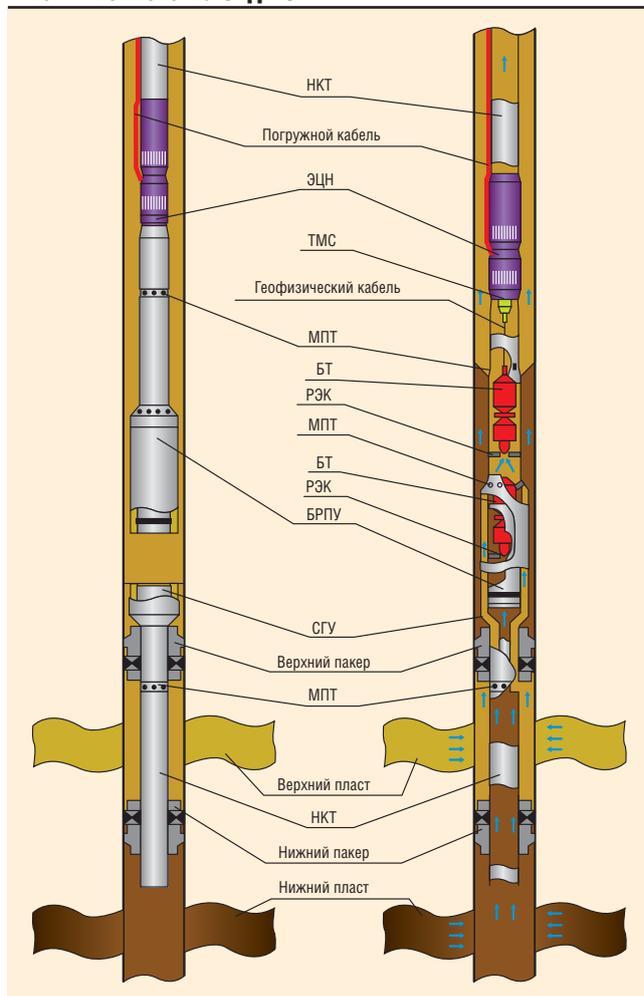
ТАТАРИНЦЕВ
Андрей Анатольевич
Начальник производственного
отдела НГДУ
«Сорочинскнефть» ТНК-ВР



КЛИМАНЬ
Сергей Васильевич
Главный инженер
НГДУ «Сорочинскнефть»
ТНК-ВР

В статье представлен опыт внедрения оборудования для ОРЭ от НПФ «Геоник» на месторождении, осваиваемом НГДУ «Сорочинскнефть» (ОАО «ТНК-ВР»). Внедряемые компоновки ОРД-РЭК отличают, с одной стороны, простота конструкции, исключающая использование дополнительных гидравлических трубок для управления клапанами, а с другой, — возможность максимальной интеллектуализации процесса добычи нефти за счет дистанционного управления электроклапанами. Данная технология позволяет проводить независимые гидродинамические исследования по каждому пласту в виде записи КВД при отключении УЗЦН и перекрытии другого пласта. Благодаря внедрению данной компоновки удалось полностью удовлетворить требования, предъявляемые к ОРД как в проектных документах, так и в постановлении Ростехнадзора в области раздельного учета продукции.

Рис. 1. Компоновка ОРД-РЭК



В конце мая 2012 года ООО НПФ «Геоник» совместно с коллегами из компании ТНК-ВР внедрило на месторождении, разрабатываемом НГДУ «Сорочинскнефть», компоновку ОРД-РЭК с регулировочными электроклапанами (РЭК). Данная компоновка предназначена для ОРД флюида из двух пластов по однотрубной схеме и включает в себя системы мониторинга и передачи РQT-данных по каждому из пластов в режиме реального времени и регулировочные электроклапаны РЭК, управляемые дистанционно.

Главная цель внедрения — выполнение проектных документов по наличию систем ОРЭ, соответствие требованиям РД 153-39.0-109-01 в области проведения минимального комплекса ГДИС и ПГИ и обеспечение учета отборов и замера основных параметров по каждому из разрабатываемых пластов.

ОСОБЕННОСТИ КОМПОНОВКИ ОРД-РЭК

От аналогичных систем ОРД компоновки типа ОРД-РЭК отличаются, во-первых, отсутствием гидравлических трубок для управления клапанами, прокладываемых от устья скважины до внутрискважинного оборудо-

Рис. 2. БРПУ. Общий вид





МЕДВЕДЕВ Петр Викторович
 Менеджер отдела интеллектуализации
 месторождений ДСР Филиала
 ОАО «ТНК-ВР Менеджмент»
 «ЦЭПИТР БН РИД»

дования. Во-вторых, отсутствием дополнительного кабеля для обмена данными с глубинными датчиками и передачи управляющих команд на клапаны. В-третьих, ОРД-РЭК отличает возможность передачи информации в цифровом формате через ТМС и силовой кабель КПБП УЭЦН.

Кроме того, регулирование степени открытия/закрытия электроклапана в интервале от полного закрытия до максимального диаметра проходного канала осуществляется со станции управления, установленной на устье скважины, при этом в режиме реального времени точно известна степень раскрытия клапана, что очень важно для подобных компоновок.

Для извлечения при демонтаже УЭЦН систем мониторинга и передачи РQT-данных, а также электроклапанов не требуется извлечения пакерной системы. Это дает возможность сократить время ремонта скважины и проводить ремонт и ревизию датчиков и клапанов без дополнительных затрат на спускоподъемные операции бригадами ТКРС.

И, наконец, главное отличие компоновки заключается в наличии процессора на каждый блок датчиков и электроклапан, который позволяет реализовать «в

Рис. 3. Первый этап установки. Спуск пакерной системы



Рис. 4. Второй этап установки. Спуск БРПУ



Рис. 5. Повторное закрытие и открытие электроклапана РЭК верхнего пласта

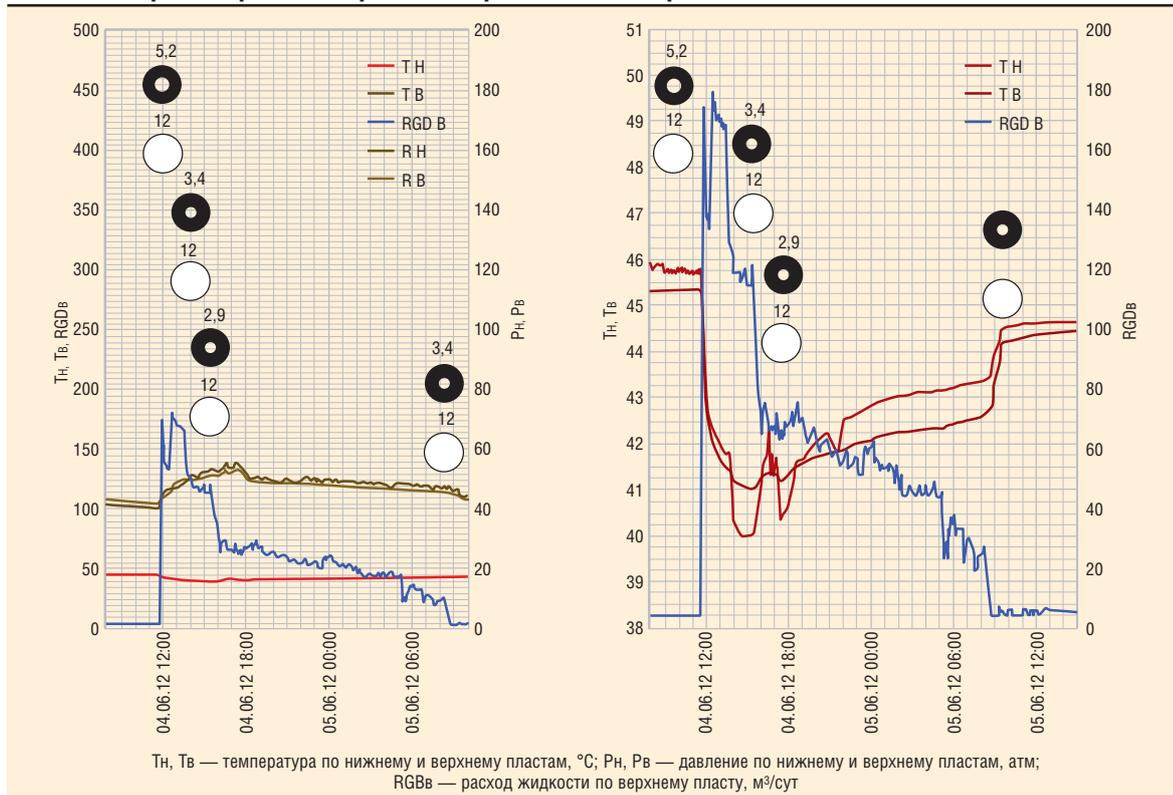


Рис. 6. Полное закрытие обоих электроклапанов РЭК, открытие клапана верхнего пласта

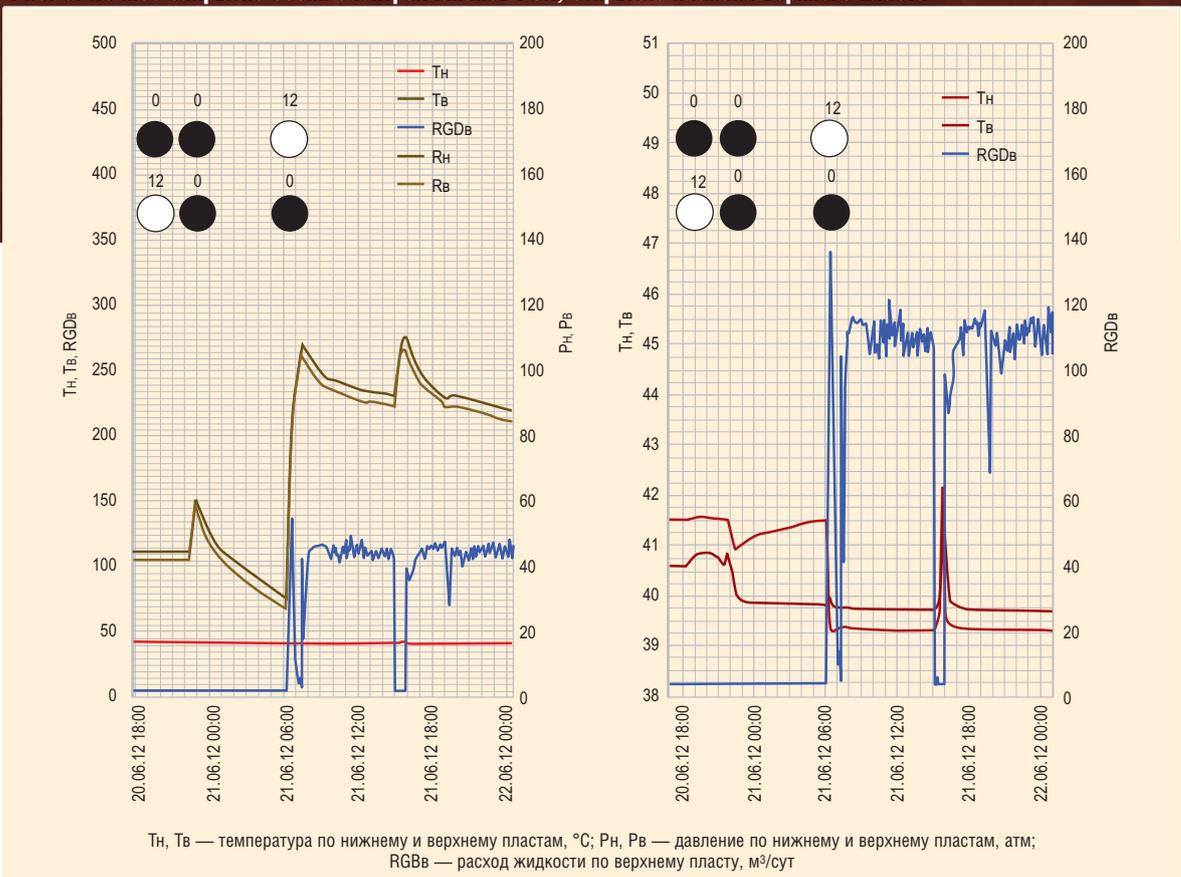


Рис. 7. Закрытие электроклапана РЭК нижнего пласта

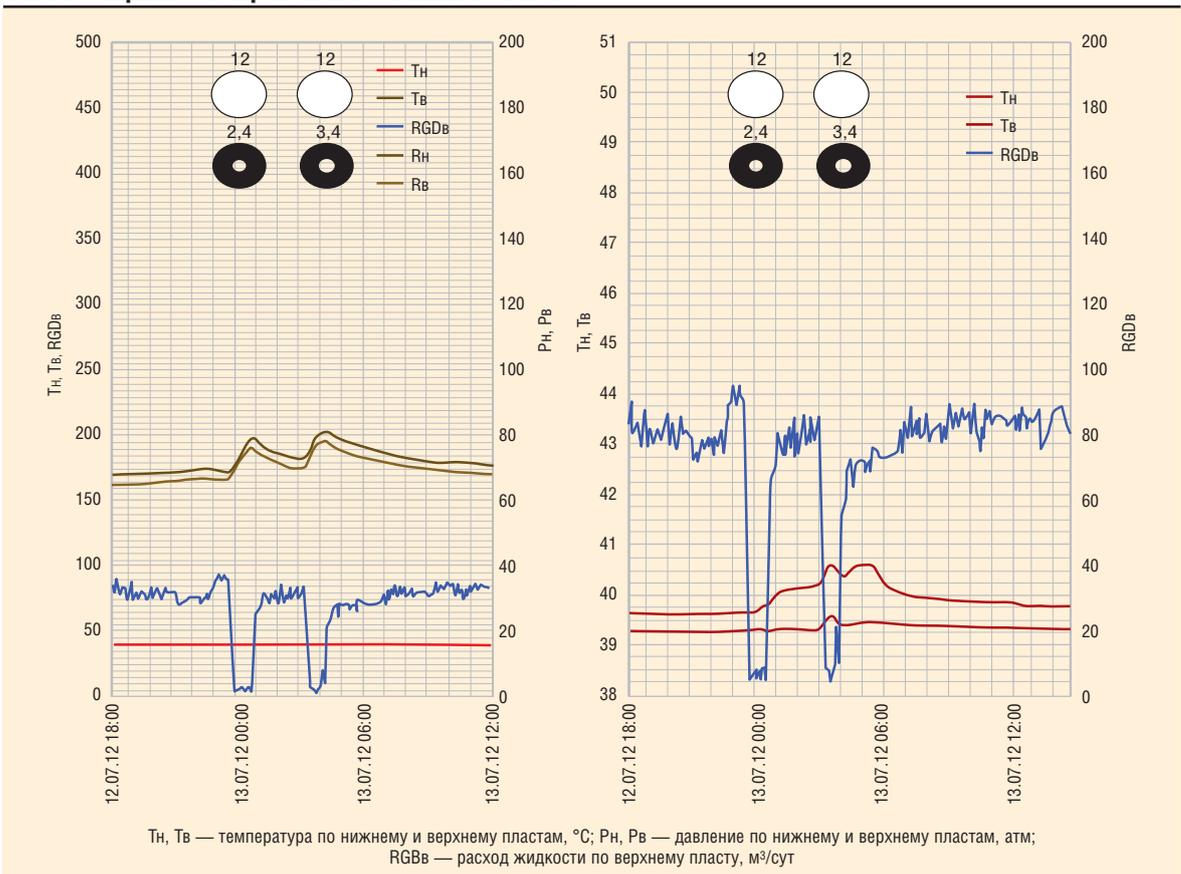
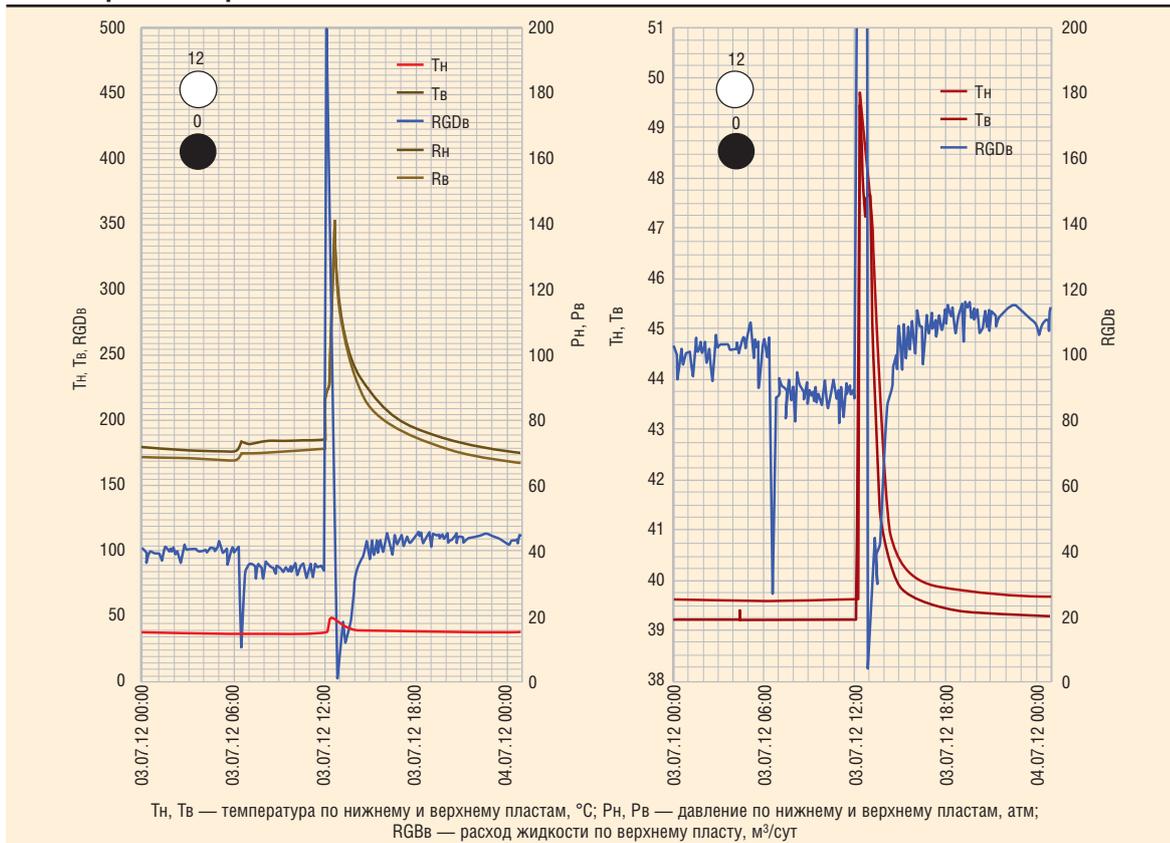


Рис. 8. Промывка верхнего пласта



металле» концепцию «интеллектуальной скважины» за счет специальной программы, позволяющей регулировать степень раскрытия клапана в зависимости от показаний датчиков, т.е. поддерживать заданный режим эксплуатации пластов. Даже при потере связи с поверхностью система может автоматически поддерживать заданные параметры и оптимальный режим эксплуатации скважины.

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ КОМПОНОВКИ ОРД-РЭК

Компоновка ОРД-РЭК (рис. 1) состоит из пакерной системы, разобщающей пласты, и блока раздельной подачи и учета (БРПУ) продукции (рис. 2), включающего в себя систему мониторинга и передачи RQT-данных (БТ) и регулировочные электроклапаны (РЭК).

Данные о пластовом/забойном давлении, пластовой температуре и дебите жидкости от скважинных датчиков БТ и информация о степени раскрытия РЭК кодируются и оцифровываются в БРПУ, после чего передаются через ТМС и силовой кабель УЭЦН на наземную панель ТМС в режиме реального времени.

Рис. 9. Мониторинг показаний блока датчиков по верхнему пласту в зависимости от степени раскрытия верхнего электроклапана РЭК при полностью открытом нижнем

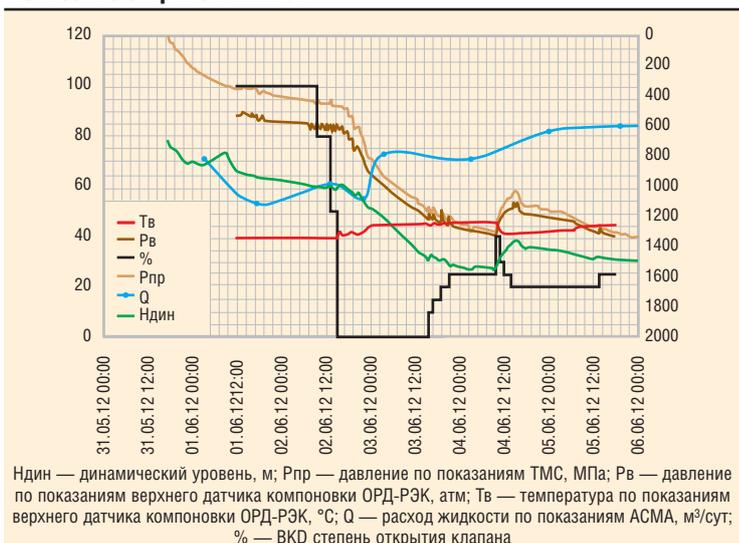


Рис. 10. Поведение кривых P_v , P_n и $P_{тмс}$ для определения герметичности электроклапанов и компоновки ОРД-РЭК

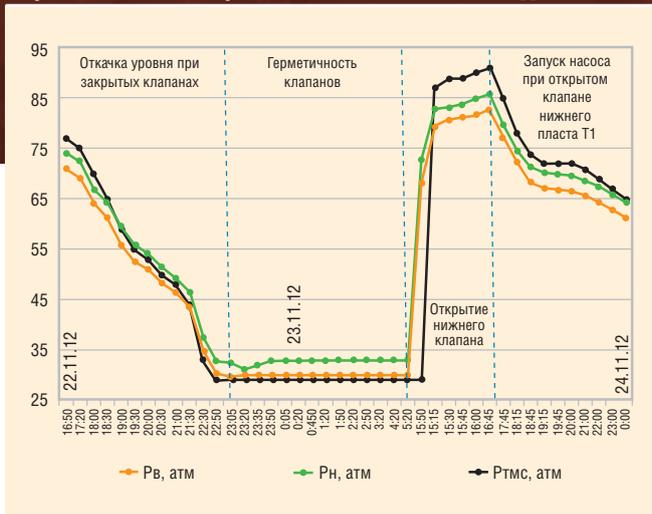


Рис. 11. Поведение кривых P_v , P_n и $P_{тмс}$ для определения герметичности электроклапанов и компоновки ОРД-РЭК

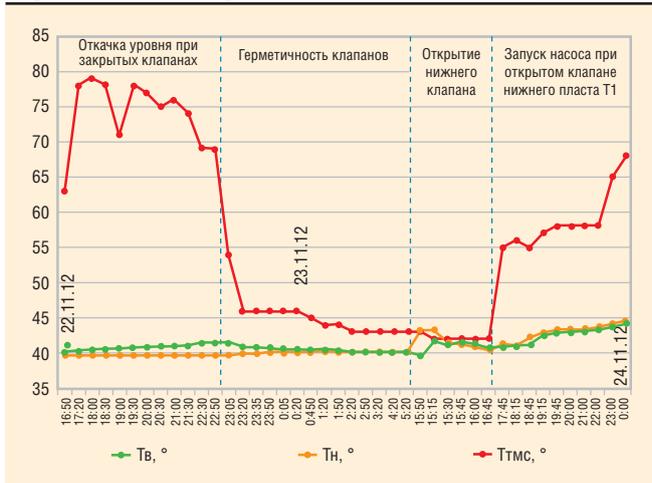
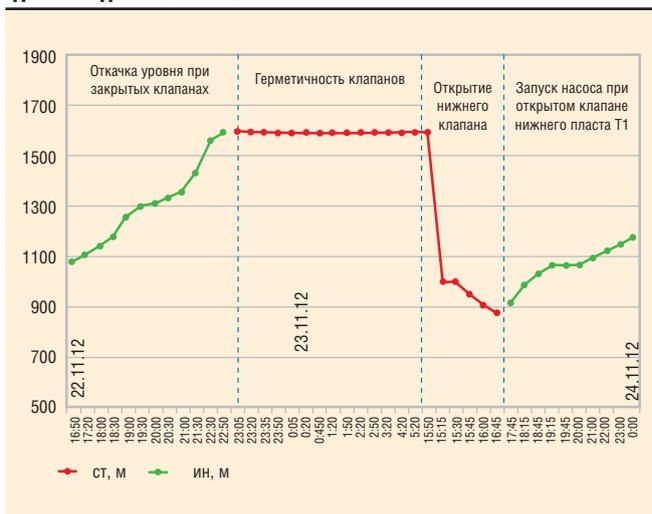


Рис. 12. Поведение кривых $H_{дин}$ и $H_{ст}$ для оценки герметичности электроклапанов и компоновки ОРД-РЭК по данным датчиков ТМС



Установленный в БРПУ коммуникационный модуль позволяет при желании Заказчика передавать данные на удаленный сервер. Таким образом, считывать информацию от глубинных датчиков и в режиме реального времени управлять РЭК можно, либо непосредственно подключив компьютер к наземной панели ТМС, либо используя беспроводные каналы связи АСУ ТП.

На персональном компьютере или сервере Заказчика устанавливается программное обеспечение, разработанное ООО НПФ «Геоник», с помощью которого осуществляется декодирование полученной информации о PQT-параметрах и степени раскрытия клапанов РЭК. Декодированная информация сохраняется и одновременно выводится в виде графического изображения на монитор, позволяя осуществлять контроль параметров в режиме реального времени. Декодированная информация может архивироваться и сохраняться в цифровом виде на любой носитель.

Для регулировки клапанов оператор, находящийся за компьютером с установленным программным обеспечением, задает процент закрытия или открытия клапана РЭК и посылает команду на исполнение. Команда кодируется и передается на исполнительные механизмы электроклапанов.

УСТАНОВКА КОМПОНОВКИ ОРД-РЭК В СКВАЖИНЕ

Компоновка монтируется в два этапа. На первом этапе выполняются монтаж, спуск и посадка двухпакерной компоновки с концентрическими каналами, муфтами перекрестного течения (МПТ) и стыковочным герметизирующим устройством (СГУ) (рис. 3).

Второй этап включает в себя монтаж и спуск УЭЦН и БРПУ, жестко соединенного с ней через ТМС (рис. 4); посадку БРПУ в СГУ с герметизацией концентрических каналов, отдельно связывающих пласты с БРПУ; сборку фонтанной арматуры и настройку программного обеспечения и систем передачи данных и управляющих сигналов через подключение к ТМС.

ПЕРВЫЙ ЭТАП ВНЕДРЕНИЯ КОМПОНОВКИ ОРД-РЭК

Первые ОПИ проводились с 31 мая по 16 июля 2012 года на месторождении НГДУ «Сорочинскнефть».

На первом этапе бригада ТКРС совместно со специалистами НПФ «Геоник» произвела монтаж, спуск и установку в скважину пакерной системы с концентрическими каналами на каждый пласт для отдельного регулирования отбора, учета флюида и жестко связанным СГУ. После чего была спущена УЭЦН с БРПУ, который был герметично состыкован с пакерной системой.

31 мая 2012 года УЭЦН была запущена в работу с полностью открытыми клапанами. При эксплуатации наблюдалась неустойчивая работа УЭЦН в связи с большим КВЧ и высокой вязкостью скважинной продукции. С целью вывода оборудования на технологический режим работы был установлен режим поддержания тока.

2 июня после вывода скважины на технологический режим работы мы провели плавное закрытие верхнего клапана РЭК. После чего его открыли и закрыли нижний клапан для проведения сравнительного анализа корректности показаний дебита жидкости глубинного расходомера компоновки и замерной устьевой массоизмерительной установки АСМА. Показания АСМА и глубинного расходомера компоновки ОРД-РЭК по

верхнему пласту совпадали после внесения поправочного коэффициента.

Далее были проведены серийные закрытия/открытия клапанов, а также промывка верхнего пласта с одновременной регистрацией показаний глубинных датчиков компоновки в режиме реального времени. На рис. 5–8 представлены графики, иллюстрирующие изменение показаний датчиков давления и температуры, а также расходомера, регистрирующего дебит верхнего объекта. По графикам, представленным на рис. 5–7, можно судить о работоспособности регулировочных электроклапанов РЭК.

На рис. 9 представлены показания замерной устьевой массоизмерительной установки АСМА и датчиков компоновки ОРД-РЭК по верхнему пласту в зависимо-

Рис. 13. КВД верхнего пласта по показаниям датчиков ТМС

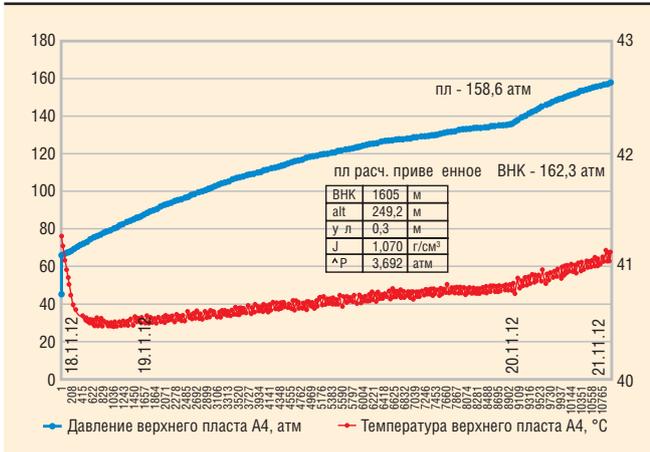


Рис. 15. КВД нижнего пласта по показаниям датчиков ТМС

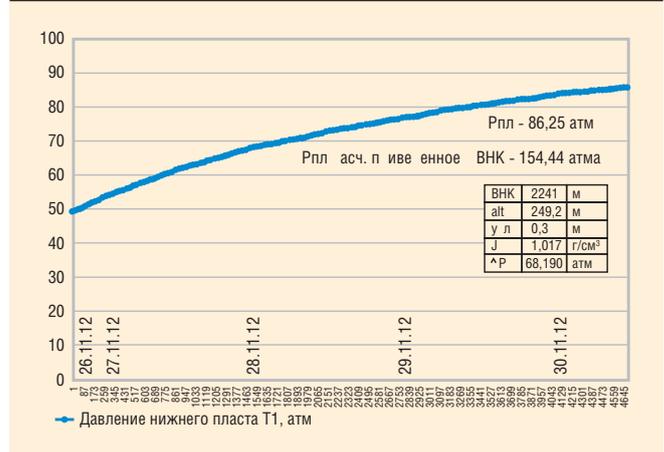


Рис. 14. КВД верхнего пласта по показаниям датчиков БРПУ компоновки ОРД-РЭК

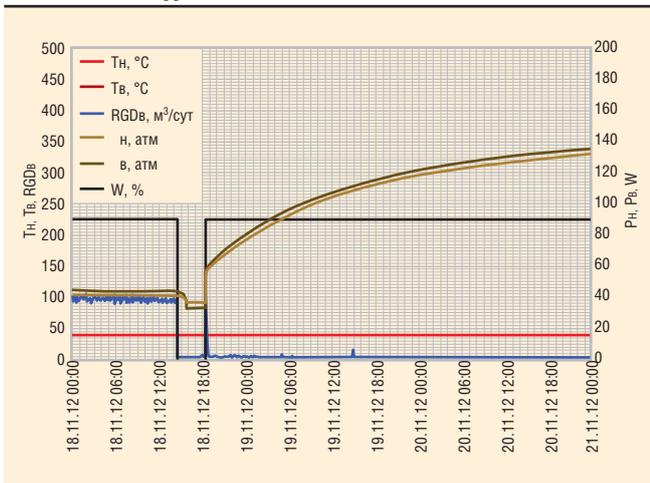


Рис. 16. КВД нижнего пласта по показаниям датчиков БРПУ компоновки ОРД-РЭК

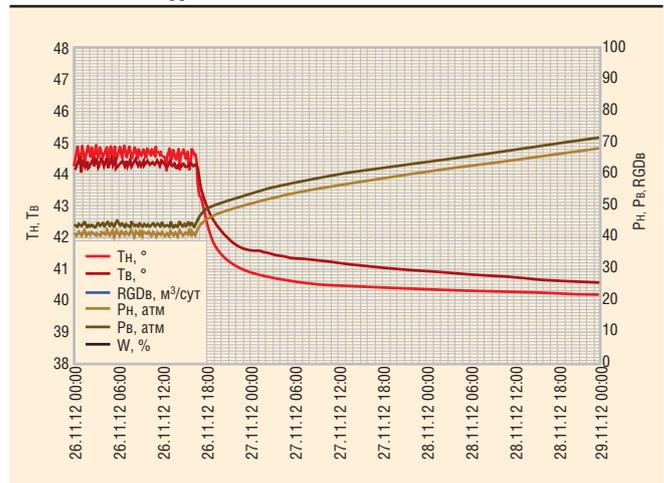
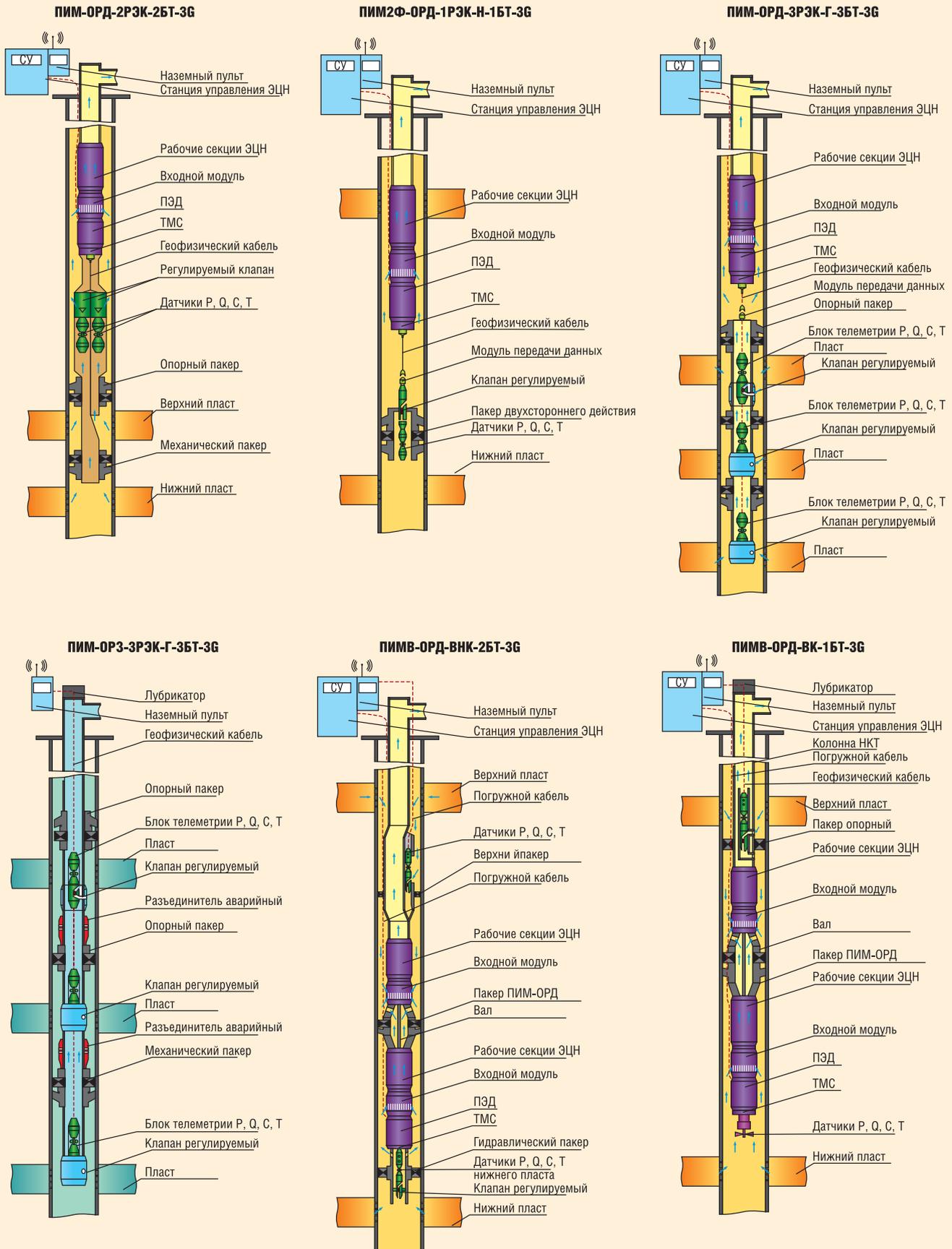


Рис. 17. Варианты компоновок



сти от степени раскрытия верхнего электроклапана РЭК при полностью открытом нижнем.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПО ВНЕДРЕНИЮ КОМПОНОВКИ ОРД-РЭК

Поскольку программа проведения первого этапа ОПИ компоновки ОРД-РЭК не включала в себя задачи регистрации КВД по каждому пласту и не устанавливала достаточный промежуток времени, необходимый для достоверного определения герметичности не только электроклапанов, но и всей компоновки в целом, было решено провести дополнительные испытания.

Дополнительная программа по внедрению компоновки ОРД-РЭК, проводимая с 16 ноября по 5 декабря 2012 года, включала два этапа. На первом проводилось определение герметичности РЭК и всей компоновки при полном закрытии РЭК, а на втором велась запись КВД по каждому пласту.

По результатам выполнения первого этапа дополнительной программы были получены графики поведения кривых по показаниям датчиков давления и температуры БРПУ (Рв, Рн и Тв, Тн) и ТМС (Ртмс, Ттмс), а также графики поведения динамического (Ндин) и статического (Нст) уровней (рис. 10–12).

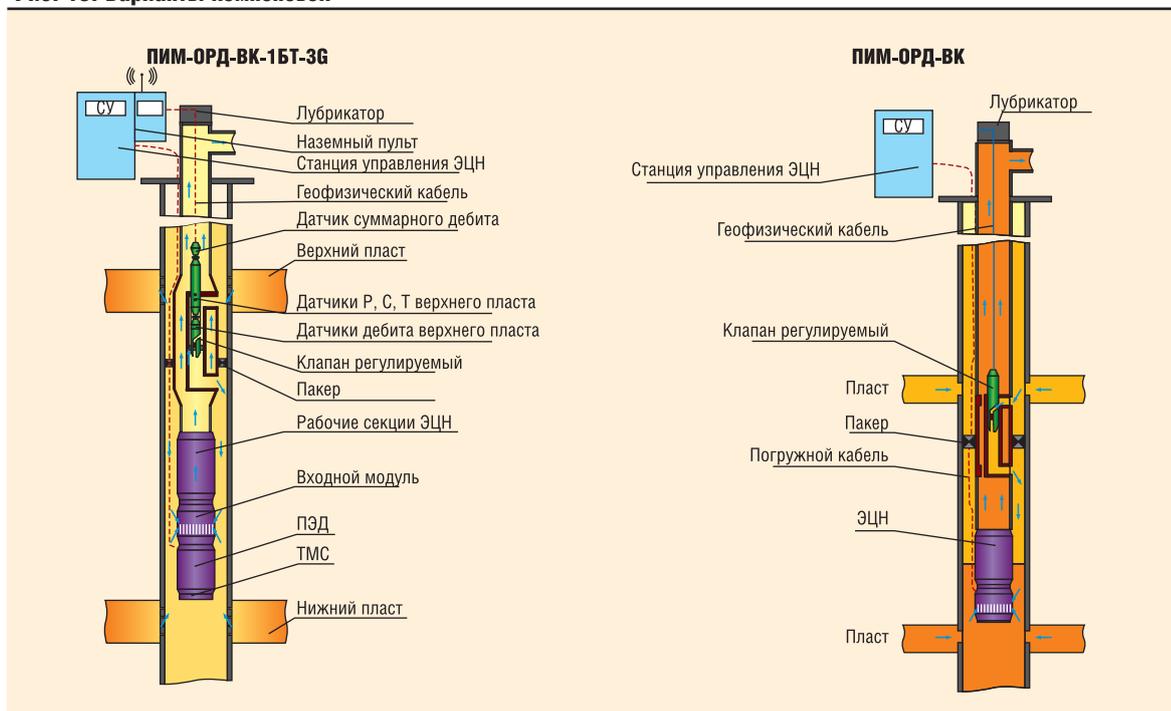
В результате анализа полученных данных можно сделать вывод о полной герметичности клапанов в

компоновке ОРД-РЭК и возможности проведения индивидуальных замеров параметров эксплуатируемого объекта при селективном перекрытии одного из пластов.

Технологии, применяемые ранее для эксплуатации двух пластов одной скважиной, не соответствовали либо требованиям проектных документов, либо требованиям постановления Ростехнадзора о раздельном учете продукции. Выбранная технология одновременно-раздельной эксплуатации позволяет повысить экономическую эффективность инвестиций путем сокращения объемов бурения за счет эксплуатации нескольких объектов разработки одной скважиной; обеспечить оптимальную выработку запасов по пластам с ведением оптимальной разработки; минимизировать технологическое влияние на окружающую среду; вести раздельный учет добываемой продукции по пластам, а также обеспечить проведение минимального комплекса гидродинамических, промыслово-геофизических исследований.

На втором этапе дополнительной программы были проведены работы для построения графиков КВД по верхнему и нижнему пластам на основе показаний датчиков ТМС и БРПУ. С целью вывода оборудования на технологический режим работы был установлен режим поддержания тока.

Рис. 18. Варианты компоновок



Для получения данных, необходимых для снятия КВД по верхнему пласту, осуществили полное открытие верхнего электроклапана РЭК, запустили УЭЦН и, регулируя частоту электродвигателя насоса, вывели Рзаб до значения, зафиксированного до перекрытия клапана. После чего были зарегистрированы время и параметры работы скважины: $P=44,6$ атм, $T=41,2^{\circ}\text{C}$, $Q_{ж}=62$ м³/сут, $Q_{н}=4,9$ т/сут, $Q_{г}=17$ м³/м³, $W=93\%$. После того, как забойное давление достигло стабильного значения, остановили УЭЦН и, закрыв задвижки фонтанной арматуры на устье, приступили к снятию данных для КВД, обеспечив фиксирование времени и показаний системы мониторинга внутрискважинных датчиков давления и температуры. По полученным данным построены графики КВД (рис. 13, 14).

Излом графика КВД за 20.11.12 г. (рис. 13) связан с изменением частоты снятия данных со станции управления на устье скважины. Согласно проведенным вычислениям по методу Хорнера, расчетное пластовое давление составляло 158,6 атм, а расчетное пластовое давление, приведенное к ВНК, составило 162,3 атм.

Для получения данных, необходимых для построения КВД нижнего пласта, осуществили закрытие верхнего и открытие нижнего электроклапанов, отключив при этом верхний пласт и подключив нижний. Далее провели работы по выводу скважины на установившейся режим и зафиксировали параметры работы пласта: $P=49,25$ атм, $T=58^{\circ}\text{C}$, $Q_{ж}=43,5$ м³/сут, $Q_{н}=7,25$ т/сут, $Q_{г}=73$ м³/м³, $W=75\%$. После того, как забойное давление стабилизировалось, была остановлена УЭЦН и проведены аналогичные работы по снятию данных для КВД нижнего пласта. Графики КВД представлены на рис. 15, 16.

Не смотря на то, что КВД регистрировалась в течение 6 суток, мы так и не дождались начала выхода на радиальный режим. Давление нижнего пласта до необходимого значения не восстановилось. Согласно вычислениям, выполненным по методике Хорнера, расчетное пластовое давление составляло 86,25 атм, а расчетное пластовое давление, приведенное к ВНК, составило 154,44 атм.

ВЫВОДЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

По состоянию на 25 февраля 2013 года наработка компоновки ОРД-РЭК уже составила 270 суток при полностью герметичной и работоспособной системе, бесперебойной передаче данных телеметрии с датчиков БРПУ и регулировке электроклапанов РЭК. Анализ проведенных ОПИ подтвердил работоспособность компоновки ОРД-РЭК с регулировочными электроклапанами и блоком телеметрии на каждый пласт.

Технология позволяет дистанционно управлять электроклапанами с поверхности или удаленно для селек-

тивного регулирования притока флюида из пластов в режиме реального времени. Регулирование клапанов происходит плавно в любом интервале от 0 до 12 мм, при этом есть обратная связь с клапаном: управляющий модуль электроклапана РЭК посылает информацию об открытии проходного отверстия на заданную величину, и в случае, если клапан по каким-то причинам не достиг величин, заданных командой, подтверждающая информация не придет.

В ходе испытаний был выявлен ряд недостатков компоновки. Во-первых, все PQT-датчики были установлены после электроклапана РЭК, вследствие чего для записи КВД необходимо останавливать скважину и перекрывать один из объектов эксплуатации, так как в данной компоновке пласты между собой и с приемом УЭЦН гидродинамически связаны. Во-вторых, для прохождения управляющего сигнала на открытие/закрытие РЭК необходима кратковременная (5-10 мин) остановка УЭЦН, так как при работе возникают помехи, забивающие управляющий сигнал. И, в-третьих, невозможность подачи управляющего сигнала при работающем ПЭД так же не позволяет использовать термомодебитомер, установленный в БРПУ компоновки.

В связи с изложенным, была проведена серьезная работа по устранению недостатков, в результате которой разработана новая компоновка ПИМ-ОРД-2РЭК-2БТ-3Г. В этой компоновке PQT-датчики устанавливаются перед клапаном РЭК, а за клапаном расположен дополнительный датчик давления. Такое расположение датчиков позволит снимать КВД в любой момент, не отключая другой пласт и не останавливая УЭЦН. Кроме того, возможно индикаторно определять дебит пласта по перепаду давлений до и после клапана РЭК, что позволит отказаться от использования термо- и турбинных дебитомеров.

В настоящее время согласован проект и ведется совместная работа с производителем ТМС и ее наземной панели по преодолению проблем передачи управляющих сигналов на глубинные исполнительные цепи. Ориентировочно к июлю 2013 года данная проблема будет решена.

ООО НПФ «Геоник» продолжает разработку вариантов компоновок ОРД и ОРЗ, обеспечивающих онлайн мониторинг пластовых показателей и передачу информации и управляющих команд в режиме реального времени (рис. 17, 18). ♦

За дополнительной информацией, пожалуйста, обращайтесь:

ООО НПФ «Геоник»

Адрес: 420080, г. Казань, а/я 161

Телефон: +7 (843) 524-72-31

Факс: +7 (843) 212-51-28

E-mail: geonik@geonik.com

http://geonik.com

