

УДК

Новые подходы в эксплуатации горизонтальных скважин малого диаметра

Англ. заголовок статьи



Р.Р. Хузин

Д.А. Салихов

Р.Р. Хузин, д.т.н., доцент
karbon@tatais.ru

Тел. (8553) 37-47-00, 37-47-19

А.Ш. Мияссаров, к.т.н.
/ООО «Карбон-Ойл», г. Альметьевск/

Д.К. Нурғалиев, д.г.-м.н., проф.
Danis.Nourgaliev@kpfu.ru

В.А. Судаков
VIASudakov@kpfu.ru
Тел. + 7 960 044 14 95
/Казанский (Приволжский) университет,
г. Казань/

Ю.Н. Стефанович
yu.stefanovich@tehproekt.perm.ru
Тел. 8(342) 239-16-03
/«Техпроект», г. Пермь/

D.A. Salikhov
R.R. Huzin, DSc, assistant professor
A.Sh. Miyassarov, PhD
/«Carbon-Oil» LLC, Almet'yevsk/
D.K. Nurgaliev, DSc, Prof.
V.A. Sudakov
/Kazan Federal University, Kazan/
Yu.N. Stefanovich
/«Tehproekt», Perm/

Представлен опыт бурения и освоения многозабойной скважины (МЗГС) сложной архитектуры с двумя горизонтальными стволами и отдельной добычи с каждого из них. Рассказывается об оборудовании одновременно-раздельной эксплуатации с разобщением стволов и отдельной эксплуатацией каждого ствола; о разработке, тестировании и внедрении нового оборудования для горизонтальных скважин малого диаметра, работа которого контролируется станцией управления.

Ключевые слова: высоковязкая нефть, горизонтальная скважина (ГС), многозабойная горизонтальная скважина (МЗГС), оборудование одновременно-раздельной эксплуатации, фильтры ОРВ, раздельно-переменная эксплуатация «носочной» и «пяточной» частей ГС, оборудование для горизонтальных скважин малого диаметра, «MIXER для ОРД» для скважины малого диаметра, раздельно-попеременная добыча (РПД), станция управления РПД.

Англ. аннотац

Key words: ац

Малая нефтяная компания ООО «Карбон-Ойл» осуществляет разработку шести месторождений высоковязкой нефти в Республике Татарстан. Месторождения приурочены к карбонатным отложениям внутренней бортовой зоны Аксубаево-Мелекесской впадины. По геологическому строению относятся к категории сложных с высокой степенью неоднородности. Основным объектом эксплуатации являются карбонатные пласты-коллекторы

башкирского яруса среднего карбона, которые характеризуются низкими ФЕС, слабой гидродинамической связью межскважинных зон, а также связью с водоносной частью пласта. В настоящее время отсутствуют низкочастотные технологии, обеспечивающие высокую эффективность разработки таких месторождений, вследствие чего темпы отборов запасов нефти по ним низки.

С целью повышения эффективности разработки месторождений

и увеличения темпов отбора в 2014 г. компанией принята стратегия разбуривания одного из месторождений системой горизонтальных (ГС) и многозабойных горизонтальных скважин (МЗГС). По состоянию на 1.12.2018 36 % добывающего фонда скважин включают ГС, в том числе две МЗГС. Суммарная добыча из горизонтальных скважин составляет 55 % от добычи компании. Опыт бурения и освоения многозабойной скважины сложной архитектуры с двумя горизонтальными стволами и отдельной добычи с каждого из них был первым в Татарстане (TAML-2). При строительстве, освоении и эксплуатации скважины применено только отечественное оборудование, в том числе и извлекаемые клинья-отклонители. Освоение каждого ствола проводилось отдельно друг от друга.

Впервые в двух забойных горизонтальных скважинах внедрено оборудование одновременно-раздельной эксплуатации двухлифтовой конструкции с разобщением стволов и раздельной эксплуатацией каждого ствола. С целью снижения стоимости строительства горизонтальных скважин бурение велось долотами 155,6 мм и спускались эксплуатационные колонны малого диаметра 114 мм.

При строительстве ГС нарабатан опыт их оптимальных конструкций: в фильтровой части 200–250 м использованы магниевые заглушки кислоторастворимые (фильтры ОРВ) как наименее затратный вариант в сравнении с кумулятивной и гидромеханической перфорацией. Применялись различные конструкции хвостовиков ГС: открытые необсаженные стволы, обсаженные цементированные, обсаженные нецементированные стволы, разделенные заколонными пакерами на интервалы.

Усложнение и удорожание конструкции ГС не всегда приводит к увеличению дебитов скважин; в качестве оптимального варианта принят обсаженный ствол, зацементированный и разделенный

на несколько интервалов фильтрами ОРВ. Освоение ГС также велось в различных вариантах: от простых вскрытий ОРВ установками кислотных ванн с последующим свабным освоением до вскрытия ОРВ в динамических режимах с последующими поинтервальными ОПЗ пакерными компоновками секций ГС. Объемы кислотных составов, используемых при освоении из бурения, увеличивались с 10 до 30–50 м³. Все это позволило снизить темпы падения дебитов после запуска скважин в работу.

Карбонатный коллектор башкирского яруса имеет двойную пористость: трещиноватую и поровую, процесс фильтрации в которых протекает на различных скоростях, но в то же время коллектор имеет общую систему пор. Коллектор крайне неоднороден как по площади, так и по толщине. При остановке ГС на исследования иногда прослеживается эффект обратного КВУ, когда уровень в скважине после остановки насоса не растет, а, наоборот, снижается. Вероятно, данный факт может быть связан с перераспределением давления в ГС и неравномерной работой его участков-секций. Таким образом, при неравномерной выработке запасов трещиноватых участков плотные участки призабойной зоны ГС оказываются менее вовлеченными в работу.

Графики зависимости суточного дебита от длины ствола, построенные по расчетам потенциальных дебитов ГС методами Joshi S.D., Борисова Ю.П., Giger, Григулецкого В.Г, показывают, что при длине ГС более 250–300 м происходит выполаживание кривой значений дебитов. Получена наибольшая сходимость фактически полученных дебитов и дебитов ГС, рассчитанных по формуле Joshi S.D. Расчетные значения дебитов для различных длин ГС подтвердили правильный подход в разбуривании ГС с малыми диаметрами и длинами горизонтальных частей до 300 м.

В период 2017–2018 г. центром моделирования Казанского

приволжского федерального университета проведены научно-исследовательские работы по анализу результатов разработки месторождения с применением горизонтальных скважин, построены и адаптированы геолого-гидродинамические модели залежи, разбуренной горизонтальными скважинами. С целью проведения опытных работ нами подобрана ГС, ствол которой был разделен на участки-секции, и смоделирован новый режим работы ГС с попеременными отборами и накоплениями по участкам проведенного ствола по коллектору с различными ФЕС. Накопленная добыча в модельном варианте имеет более высокие значения, чем в базовом варианте с работой общим фильтром всех секций ГС. На основе данных моделирования было принято решение о проведении опытно-промышленных работ (ОПР) по испытанию раздельно-переменной эксплуатации «носочной» и «пяточной» частей ГС.

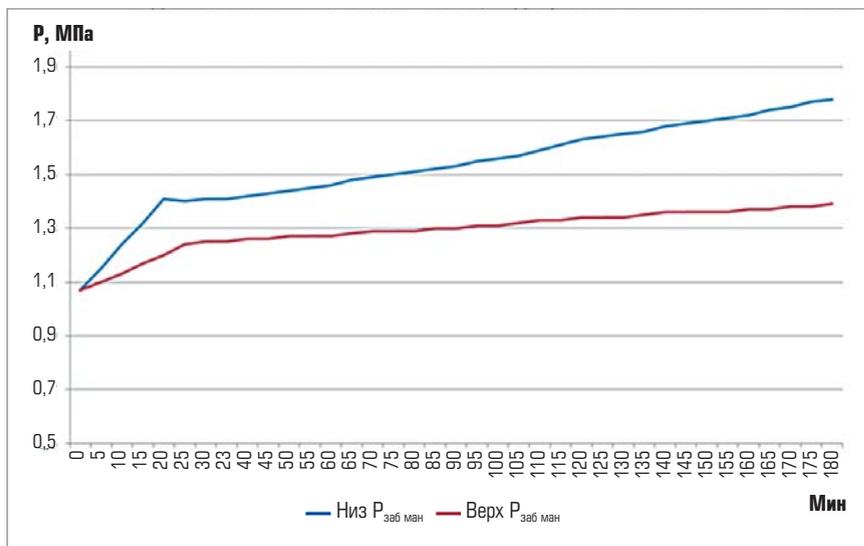
Сложность разделения ГС и организации попеременного режима состояла в отсутствии требуемого оборудования на отечественном рынке. По состоянию на начало 2018 г. компании могли предложить данный тип внутрискважинного клапанного оборудования только для стандартных колонн от 146 мм и выше. Стоимость зарубежных аналогов внутрискважинных «девайсов» намного выше в сравнении с отечественными. В данной ситуации оставалось найти промышленного партнера и создать оборудование для горизонтальных скважин малого диаметра. Таким партнером ОПР выступил ООО «ПКБТ Техпроект», г. Пермь, имеющий наработки, касающиеся аналогичного оборудования для одновременно-раздельной эксплуатации скважин с двумя эксплуатационными объектами, включая наклонно направленные скважины стандартных диаметров, в том числе добывающие высоковязкую нефть.

Разработано новое оборудование для скважин малого диаметра,

прототипом которого стал испытанный и серийно выпускаемый ООО «ПКБТ Техпроект» глубинный электроклапан золотникового типа «MIXER для ОРД». Управление режимами работы электроклапана производится станцией управления с устья по специальному кабелю. Станция управления согласно заданному режиму работы, анализируя информацию, поступающую по кабелю с глубинного манометра-термометра, выполняет один из заданных алгоритмов работы (таймер, давление, комбинированный режим таймер – давление). При этом осуществляется коммутация со станцией управления приводом насоса и поддерживается заданная частота работы привода, определенная во время ВНР как оптимальная для каждого объекта в режиме РПД. В данном случае роль двух разных объектов сыграли «носочная» и «пяточная» части горизонтального ствола скважины. Мониторинг текущего состояния, а также изменение параметров работы могут осуществляться как на скважине, так и с мобильных устройств при помощи удаленного доступа.

Сложность изготовления заключалась в необходимости снижения диаметра электроклапана со 120 до 90 мм, что повлекло за собой необходимость уменьшения размеров всех основных исполнительных узлов, в т.ч. основного электромотора привода гидравлически разгруженного золотника. Следствием этого стал пересмотр применяемых материалов для сохранения надежности узлов, а также разработка и собственное изготовление нового электромотора привода золотника требуемого габарита ввиду отсутствия необходимых серийно выпускаемых аналогов.

После сборки и стендового испытания нового «MIXER



КВД нижнего объекта – «носочной» части ГС,
КВД верхнего объекта – «пяточной» части ГС

для ОРД» для скважины малого диаметра с эксплуатационной колонной 114 мм разработана программа и начаты ОПР.

В сентябре 2018 г. провели ТРС по подготовке скважины и внедрению компоновки ГНО с оборудованием MIXER и пакером, разобшившим «носочную» и «пяточную» части ГС.

В течение суток после внедрения были протестированы станция управления и работа оборудования в режиме раздельно-попеременной добычи (РПД), а также по показаниям датчика давления на забое в разобщенных интервалах проверена герметичность посадки пакера, после чего скважина была запущена в работу общим фильтром на шесть суток и выведена на прежний режим работы. Далее были выставлены минимально допустимые давления по интервалам ГС и время работы каждого объекта, определенное как оптимальное время накопления по снятым мини-КВД (см. рисунок).

На рисунке отображается различие КВД в частях ГС, что и подтвердило необходимость разобщения

«носка» и «пятки» и организации раздельного режима работы каждого объекта.

В течение месяца после организации режима РПД и работы скважины на различных таймерах и темпах откачки до минимально допустимых забойных давлений с разобщенных интервалов получено увеличение дебита по счетчику РИНГ на 52 %; снижение обводненности продукции скважины на 12 %, увеличение суточного дебита нефти на 48 %. Положительный результат получен в связи с подключением менее дренируемого «носочного» интервала ГС после внедрения нового оборудования и перевода работы скважины в режим РПД. Данные представлены на период испытания оборудования «MIXER для ОРД» по состоянию на 17.11.2018. С целью анализа и повышения эффективности разработки месторождения планируется также внедрение данного оборудования в ГС малого диаметра с различными объектами эксплуатации и организация одновременно-раздельной добычи в режиме РПД.