Результаты испытаний новых технологий нефтедобычи

на месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»

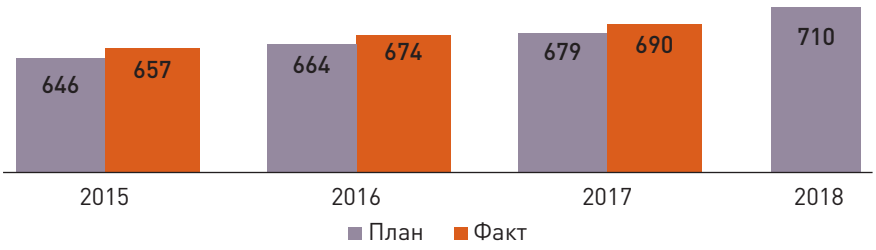
Олег Бикбулатов

В статье приведены результаты опытно-промышленных испытаний инновационных технологий и техники в сфере нефтедобычи. В результате проведенных работ в 2016—2017 годах на месторождениях компании «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» принято решение по промышленному внедрению ряда технологий в производственную практику с закупкой соответствующего скважинного и наземного оборудования.

Ключевые слова: опытно-промышленные испытания, скважины осложненного фонда, глубинно-насосное оборудование, телеметрическая система, энергоэффективность, наработка на отказ, мехпримеси.

По состоянию на 1 января 2018 года среднедействующий фонд ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» составляет более 16 000 добывающих скважин, из них 89% эксплуатируются установками электроцентробежного насоса (УЭЦН) и порядка 11% — установками штангового глубинного насоса (УШГН) при ежегодном снижении фонда УШГН.

Рисунок 1
Наработка на отказ (сут) по механизированному фонду ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»



Наработка на отказ по механизированному фонду имеет тенденцию к росту и по итогам 2017 года составляет более 690 суток (рис. 1).

Осложненный фонд скважин составляет 26% от всего действующего фонда. Основные виды осложнений (рис. 2) характеризуются следующими тенденциями:

1. Асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО) — 46% от осложненного фонда, имеется тенденция к снижению количества скважин, осложненных АСПО.

2. Солеотложения — 26% от осложненного фонда, ежегодно отмечается рост количества скважин солеобразующего фонда в связи с увеличением доли скважин с юрскими и ачимовскими объектами.

3. Коррозия — 17% от осложненного фонда, имеется тенденция к снижению количества скважин, осложненных коррозией.

4. Гидраты — 11% от осложненного фонда, имеется тенденция к снижению количества скважин гидратообразующего фонда.

С целью поиска перспективных и инновационных технологий и техники в области добычи нефти опытно-промышленные испытания (ОПИ) проводятся по следующим направлениям:

1. Увеличение надежности глубинно-насосного оборудования (ГНО). Осуществляется на основании предложений заводов-изготовителей, как правило, предоставляется экспериментальное оборудование.

2. Осложнения при добыче нефти. Подбор техники и технологий, направленных на увеличение наработки на отказ в скважинах осложненного фонда, а также на сокращение операционных затрат.

3. Увеличение энергоэффективности. Целью является сокращение эксплуатационных затрат на добычу нефти, выражаемое в снижении удельного энергопотребления. Проводятся испытания оборудования с повышенным коэффициентом полезного действия.

4. Оборудование для одновременно-раздельной эксплуатации. Одновременно-раздельная добыча нефти и одновременно-раздельная закачка являются актуальной задачей для ряда многопластовых месторождений.

5. Оптимизация системы «пласт — скважина». Оптимизация работы скважины за счет применения внутрискважинного оборудования.

Из завершенных опытно-промышленных работ с положительным заключением формируются потребности в закупке оборудования и дальнейшее

Рисунок 2
Основные виды осложнений действующего фонда скважин ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»

промышленное внедрение. Следует отметить, что большая часть оборудования из программы опытно-промышленных работ оплачивается по результату: при положительном результате завод-изготовитель получает оплату за оборудование, а при отрицательном результате оборудование возвращается без оплаты.

Ниже приведены результаты проведения опытно-промышленных испытаний в 2016 – 2017 годах.

Винтовой высоконапорный насос в комплекте с вентильным двигателем производства компании Netzsch (рис. 3)

Цель: проверка эксплуатационной надежности винтовых насосов при эксплуатации скважин с дебитом до 15 м^3/сут с динамическим уровнем до 2000 м.

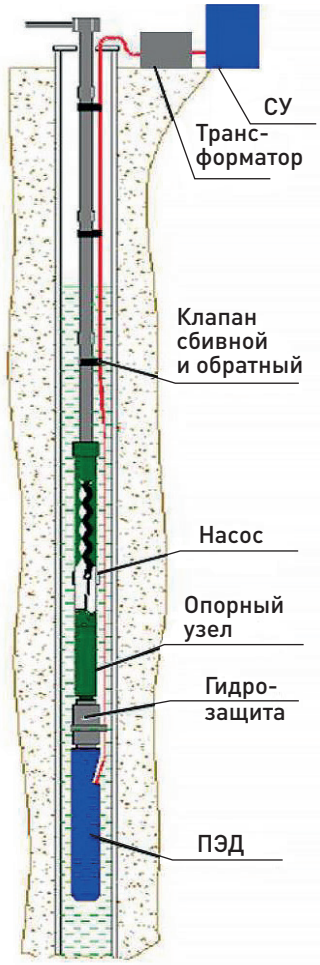
Ожидаемые технико-экономические показатели: увеличение наработки на отказ на малодебитных скважинах. Винтовые насосы имеют ряд достоинств: высокий КПД, возможность регулирования подачи насоса изменением частоты вращения без потери напора, широкий диапазон производительности насоса. Основным недостатком винтовых насосов является отсутствие универсального эластомера — требуется подбор под конкретные условия эксплуатации: температуру, содержание ароматических углеводородов, газовый фактор.

Проведение ОПИ винтовых насосов производства компании Netzsch началось в 2015 году. По результатам внедрения получены малосуточные отказы. Причиной отказов является разбухание статора винтового насоса вследствие неправильного подбора типа эластомера (в частности, не учтено содержание ароматических углеводородов в скважинных флюидах). В результате принято решение о приостановке дальнейшего внедрения оборудования. В Netzsch проведены лабораторные тестирования образцов эластомеров на совместимость с пластовой жидкостью, на основе полученных данных проведен анализ и выбран эластомер, стойкий к условиям эксплуатации в запланированных скважинах. Данный тип эластомера разработан специально для легких нефтей Западной Сибири и ранее не производился. По результатам внедрения в 2016 году вновь получены отказы. Причиной отказов насосов второй партии является разрушение эластомера вследствие его охрупчивания. По результатам проведения динамических испытаний выполнена корректировка состава эластомера. По результатам внедрения на двух скважинах в 2017 году произошло заклинивание насосов в первые часы после запуска. Причина отказа — неправильно подобранный посадочный размер ротора (температурный зазор). В связи с потребностью в оборудовании для эксплуатации низкодебитных скважин адаптация винтовых насосов продолжается.

Олег Бикбулатов — ведущий инженер отдела добычи нефти и газа УОДНГиЭО ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь». Область профессиональных интересов: добыча, переработка, транспортировка нефти и газа.

RESULTS OF TESTING NEW OIL PRODUCTION TECHNOLOGIES
The paper shows the results of pilot testing of the innovative oil production technologies and techniques. Based on the results of the works carried out in the LUKOIL West Siberia fields in 2016–2017, a decision was made to commercialize a series of technologies and purchase the appropriate surface and downhole equipment.
Keywords: pilot tests, difficult wells, downhole pumping units, telemetry system, energy efficiency, time between failures, solids.
Oleg Bikbulatov

Рисунок 3
Винтовой высоконапорный насос с вентильным двигателем



Насос ЭЦНР(О)-20 с открытыми каналами рабочих колес производства ООО ПК «Ремэлектропромнефть» (рис. 4)

Цель: эксплуатация скважин, осложненных выносом механических примесей, отложением солей и высоким газовым фактором.

Ожидаемые технико-экономические показатели: увеличение наработки УЭЦН на малодебитном фонде.

Основные заявленные преимущества насосов с открытыми колесами: меньшая склонность к отложению солей, отсутствует пазуха между рабочим колесом и направляющим аппаратом (где накапливаются механические примеси), устойчивая работа при наличии свободного газа, меньшая монтажная высота ступени.

По результатам внедрения на скважинах подтверждены заявленные свойства открытой ступени, наработка одного из насосов по состоянию на 1 сентября 2018 года составляет более 1100 суток. Опытно-промышленные испытания насосов признаны успешными, но в связи с высокой стоимостью (по сравнению со стандартными ЭЦН) насосы с отрытыми рабочими колесами широкого распространения на месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» не получили.

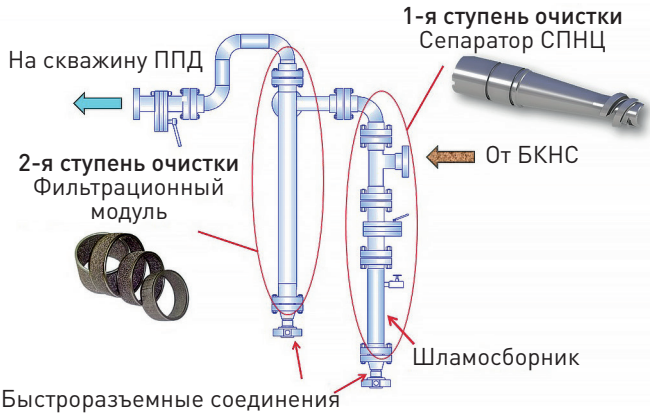
Система очистки воды для ППД производства ООО «ЭЛКАМ» (рис. 5)

Цель: очистка подтоварной воды от механических примесей и нефтепродуктов до требований ОСТ 39-225-88.

Установка очистки подтоварной воды от механических примесей для закачки в систему ППД — двухступенчатая. Первая ступень системы очистки воды представлена сепаратором песочным наземным циклонного типа (СПНЦ) (гидроциклон). Очищенная от механических примесей жидкость поступает во вторую ступень очистки — фильтры. Фильтр представляет собой набор фильтроэлементов из проволочных проницаемых материалов, выполненных в виде колец. Материал — коррозионно-стойкая сталь 12Х18Н10Т. Тонкость очистки составляет 5 мкм при гидравлическом сопротивлении до 40 кПа.

Рисунок 4
Рабочее колесо с открытыми каналами насоса ЭЦНР(О)-20

Рисунок 5
Система очистки воды для ППД



Местом проведения испытаний являлся высоконапорный водовод от блочно-комплектной насосной станции (БКНС) до кустовой площадки. По результатам опытно-промышленных испытаний системы очистки можно сделать следующие выводы:

1. Средний перепад давления до и после системы очистки составил 7,3 атм, что не соответствует критериям успешности программы ОПИ.

2. Средняя концентрация взвешенных частиц (КВЧ): на входе — 41,4 мг/л, на выходе — 28,8 мг/л. Максимальное снижение КВЧ составило 125 мг/л, минимальное — 1 мг/л. Минимальная КВЧ на выходе из системы очистки — 12 мг/л, максимальная — 62 мг/л. Среднее снижение содержания механических примесей составило 25%.

3. По результатам гранулометрического анализа размер частиц в подтоварной воде в основном их объеме не превышал 1 мкм. Фазово-дисперсионный состав выделенных твердых взвешенных частиц (ТВЧ) определен на металлографическом микроскопе MEIJI MZ-7200 с использованием программы «Анализатор микроструктуры поверхности твердых тел Thixomet»: средний размер ТВЧ до фильтра — 2,5 мкм, после фильтра — 2,2 мкм. По данным рентгенофазового анализа осадок представлен в основном оксидами железа.

Испытания признаны неуспешными по причине недостижения заявленного заводом-производителем снижения КВЧ и недоведения качества воды до требований ОСТ.

Протектор погружной для защиты от коррозии ПЭД (из сплава Ац5Мг5) производства ООО «Геопромысловые новации» (рис. 6)

Рисунок 6
Протектор для защиты от коррозии погружного электродвигателя

Цель: защита погружного электродвигателя (ПЭД) от коррозии, снижение отбраковки корпусов по причине коррозии.

Принцип действия заключается в создании защитного потенциала при протекании тока в гальванической паре «ПЭД — протектор», в которой протектор является анодом, а ПЭД — катодом. Ток, стекая с протектора, проходит через электролит (скважинную жидкость), входит в ПЭД и подавляет или ограничивает действие коррозионных процессов на его поверхности, предотвращая таким образом коррозионное разрушение оборудования. В процессе эксплуатации скважин с протекторами получено восемь отказов, не связанных с коррозией ПЭД. Опытно-промышленные испытания продолжительностью 720 суток продолжаются, оценка состояния ГНО проводится при производстве подземного ремонта скважин, окончательные результаты проведения работ будут подведены не раньше четвертого квартала 2018 года.

Малогабаритная УЭЦН 2А с размещением в боковом стволе малого диаметра (рис. 7)

Цель: возможность размещения УЭЦН в боковых стволах малого диаметра с целью создание дополнительной депрессии на пласт.

Заводом вентильных двигателей (ЗВД) ООО «ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис» совместно с ООО «Ижнефтепласт» разработана полнокомплектная УЭЦН 2А габарита в составе:

- вентильный двигатель диаметром 81 мм производства ЗВД ООО «ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис»;
- ЭЦН 2А производства ООО «Ижнефтепласт».

Максимальный габарит установки составил 82 мм, а рекомендуемый внутренний диаметр обсадной колонны — 88,9 мм.

По результатам внедрения пяти установок получен средний прирост дебита нефти более 5 т/сут на скважину, а дополнительная добыча нефти составила более 4000 т. Наработка по скважинам, находящимся в работе, по состоянию на 1 сентября 2018 года составляет от 410 до 438 суток. Опытно-промышленные испытания насосов признаны успешными.

Вентильный электродвигатель для СК производства ЗВД ООО «ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис» (рис. 8)

Цель: оперативность в подборе режима работы скважины, снижение потребления электроэнергии.

В ЗВД ООО «ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис» разработан привод станка-качалки (СК), ротор которого установлен соосно и механически соединен с входным валом механического редуктора, а статор и корпус соединены с корпусом механического редуктора. Двигатель в виде цилиндра с малой высотой размещается непосредственно на входной вал редуктора станка-качалки, в пространстве между корпусом редуктора и вращающимися кривошипами.

По результатам проведенных стендовых испытаний потребление электроэнергии вентильным электродвигателем по сравнению с асинхронным

Рисунок 7
Малогабаритная УЭЦН 2А в боковом стволе малого диаметра

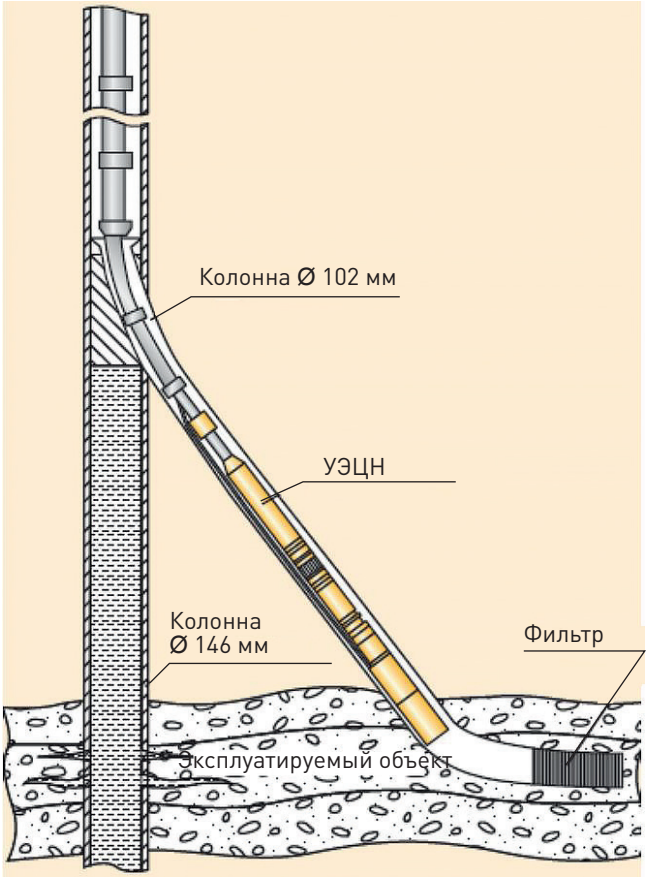


Рисунок 8
Вентильный электродвигатель для станка-качалки

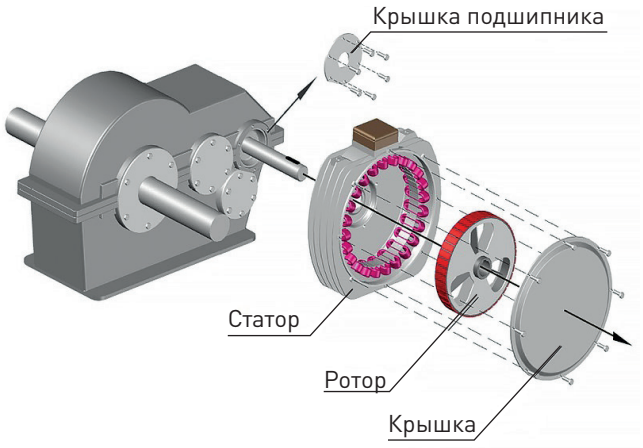


Рисунок 9
Термоманометрические системы с универсальным протоколом передачи данных

электродвигателем ниже на 17%. Внедрение вентильных электродвигателей для СК производства ЗВД ООО «ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис» проведено на четырех скважинах, снижение потребления электроэнергии достигнуто во всех случаях, максимальное снижение потребления электроэнергии составило 30%.

По двум скважинам произошли отказы вентильного электродвигателя ВДПМ-СК-470Б по причине смещения оси ротора и сердечника статора до соприкосновения и разрушения магнитов ротора о сердечник статора. Производителем выполняется конструкторская и технологическая доработка привода.

Термоманометрические системы с единым универсальным протоколом передачи данных ООО «ИРЗ ТЭК» (рис. 9)

Цель: единый протокол термоманометрических систем (ТМС) предназначен для введения в Группе «ЛУКОЙЛ» правил обмена данными между погружными и наземными блоками телеметрических систем независимо от их типа и производителя.

С целью приведения к единым стандартам и требованиям в компании проведено испытание термоманометрических систем с единым универсальным протоколом передачи данных ООО «ИРЗ ТЭК». Подтверждена совместимость погружной телеметрии с единым протоколом передачи данных ТМС со старым парком станций управления, работающих по протоколу ИРЗ ТМС 2. Опытно-промышленные испытания данного оборудования завершены в 2017 году, оборудование переведено в промышленную эксплуатацию. «Единый протокол ТМС» утвержден департаментом обеспечения добычи ПАО «ЛУКОЙЛ».

Заключение

В результате проведенных в 2016 – 2017 годах опытно-промышленных испытаний инновационных технологий и техники в сфере нефтедобычи:

а) три технологии переведены в промышленную эксплуатацию;

б) две технологии не рекомендуются для применения в связи с отрицательным результатом;

в) по двум технологиям опытно-промышленные работы продолжаются для выдачи дальнейших рекомендаций.

Статья подготовлена по материалам доклада, сделанного на конференции «Механизированная добыча – 2018»