



ОПЫТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОРД, РАЗРАБОТАННОГО В ООО ПКТБ «ТЕХПРОЕКТ»

ПЕПЕЛЯЕВ Дмитрий Валерьевич
Инженер ООО ПКТБ «Техпроект»



НЕДОПЕКИН Сергей Михайлович
Ведущий инженер-конструктор
ООО ПКТБ «Техпроект»

В настоящее время существует уже довольно много различных схем и компоновок для ОРД. К сожалению, общим недостатком большинства из них оказывается ненадежность работы в осложненных условиях. Разработки ПКТБ «Техпроект» в этой области направлены на защиту систем ОРД от нескольких осложняющих добычу факторов — высокого содержания свободного газа, АСПО и рисков, связанных с большими глубинами спуска. Конструкция специальных насосов отличается простотой и позволяет производить их оперативную замену в скважине. Полые штанги, выполненные по технологиям «Техпроекта», от аналогов отличает повышенная ремонтопригодность и надежность работы.

ТЕХНОЛОГИИ ОРД С ПРИМЕНЕНИЕМ УЭЦН

Для ООО ПКТБ «Техпроект» первым этапом на пути разработки и совершенствования оборудования для ОРД с применением ЭЦН стала схема раздельно-последовательной эксплуатации. Система представляет собой однолифтовую конструкцию — при эксплуатации двух пластов, разделенных пакером, подъем продукции каждого из пластов осуществляется одним насосом по одному лифту попеременно (рис. 1). При этом производительность насоса подбирается таким образом, чтобы она была равна суммарному дебиту

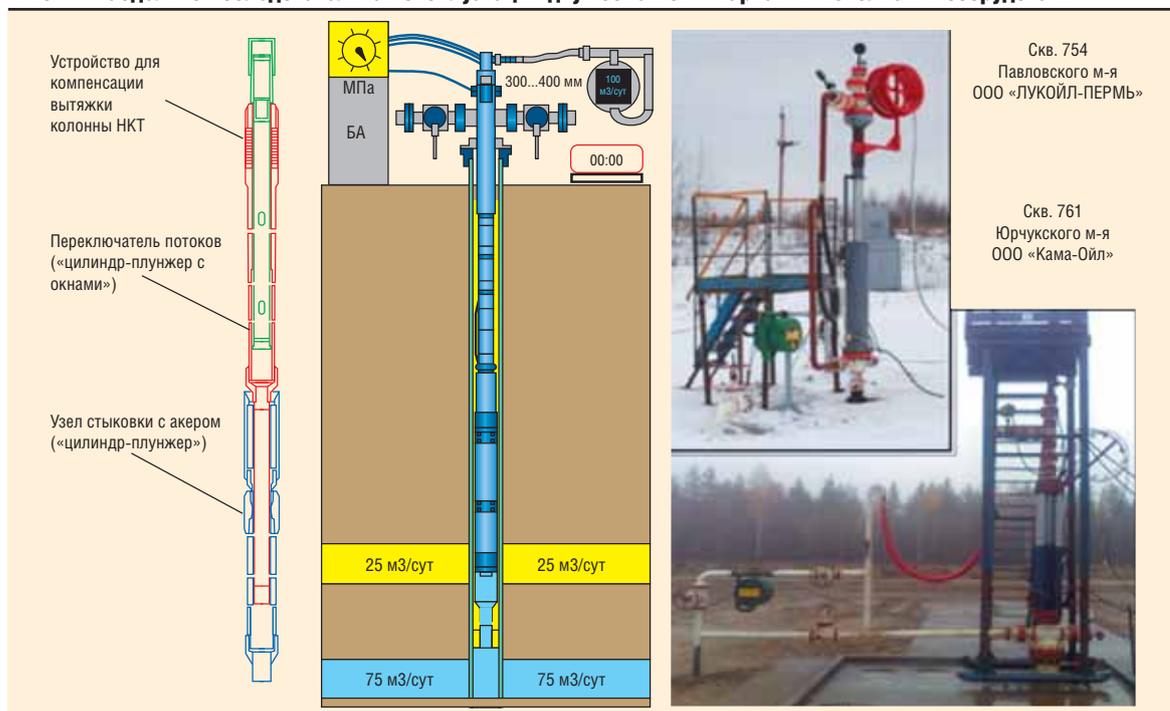
двух объектов. Переключение между пластами осуществляется посредством специального оборудования, установленного как на устье, так и в самой скважине. Основой устьевого оборудования является гидропривод (рис. 1, справа). В процессе разработки гидропривод претерпел изменение, которое позволило снизить риски, связанные с отказом данного оборудования. Вместо 1 цилиндра в первоначальном варианте, появилось 4 съемных, в результате повысилась ремонтопригодность оборудования, т.к. в случае аварии допускается работа гидропривода на 2–3 цилиндрах.

Гидропривод меняет положение переключателя потоков (рис. 1, слева), при этом обеспечивается отбор жидкости из разных объектов. В нижнем положении переключателя осуществляется отбор жидкости из верхнего объекта, а в верхнем положении — из нижнего. Команда на переключение поступает либо с датчика системы телеметрии ПЭД, либо с таймера.

Одна из особенностей конструкции состоит в возможности учета дебита по каждому из объектов одним счетчиком (рис. 2). Для учета свойств жидкости желательнее полное заполнение лифтовой колонны продукцией исследуемого объекта.

Данная компоновка успешно прошла ОПИ в условиях осложненной эксплуатации скв. №761 Южно-Юрчукского месторождения ЗАО «Кама-Ойл». В процессе

Рис. 1. Раздельно-последовательная эксплуатация двух объектов и варианты исполнения оборудования





ХАБИБУЛЛИН Антон Саматович
 Ведущий инженер-конструктор
 ООО ПКТБ «Техпроект»

внедрения оборудования для ОРД мы выполнили оптимизацию технологических режимов (рис. 3), целью которой было исключения срыва подачи насоса. Оптимизация работы скважины производилась в три этапа, в ходе которых изменялось количество циклов работы с обоими объектами в сутки и длительность работы с каждым объектом в цикле.

На момент написания статьи верхний объект работал в практически установившемся режиме, а нижний — в периодическом режиме. Этот режим не оптимален, так как забойное давление очень высокое и не соответствует пожеланиям заказчика (рис. 3, нижний график). Однако на данном этапе снижение забойного давления невозможно из-за высокого газосодержания: при уменьшении забойного давления велика вероятность срыва подачи насоса. При ближайшем ТРС мы планируем внедрить мультифазный насос, который можно успешно эксплуатировать в условиях высокого газосодержания.

В целях определения функциональных возможностей оборудования был смоделирован режим работы при условии исключения срыва подачи насоса. Для моделирования использовались реальные кривые восстановления давления по верхнему и нижнему объектам. Наши

Рис. 2. Схема раздельного учета жидкости одним СКЖ

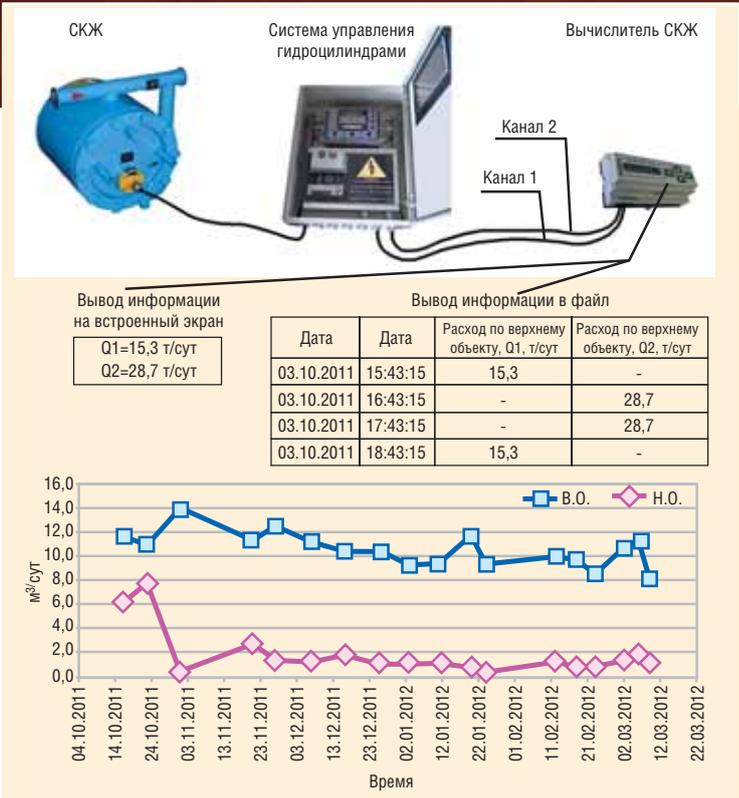


Рис. 3. Оптимизация технологических режимов в процессе внедрения технологии ОРД в скв. 761 Южно-Юрчукского месторождения ЗАО «Кама-ойл»

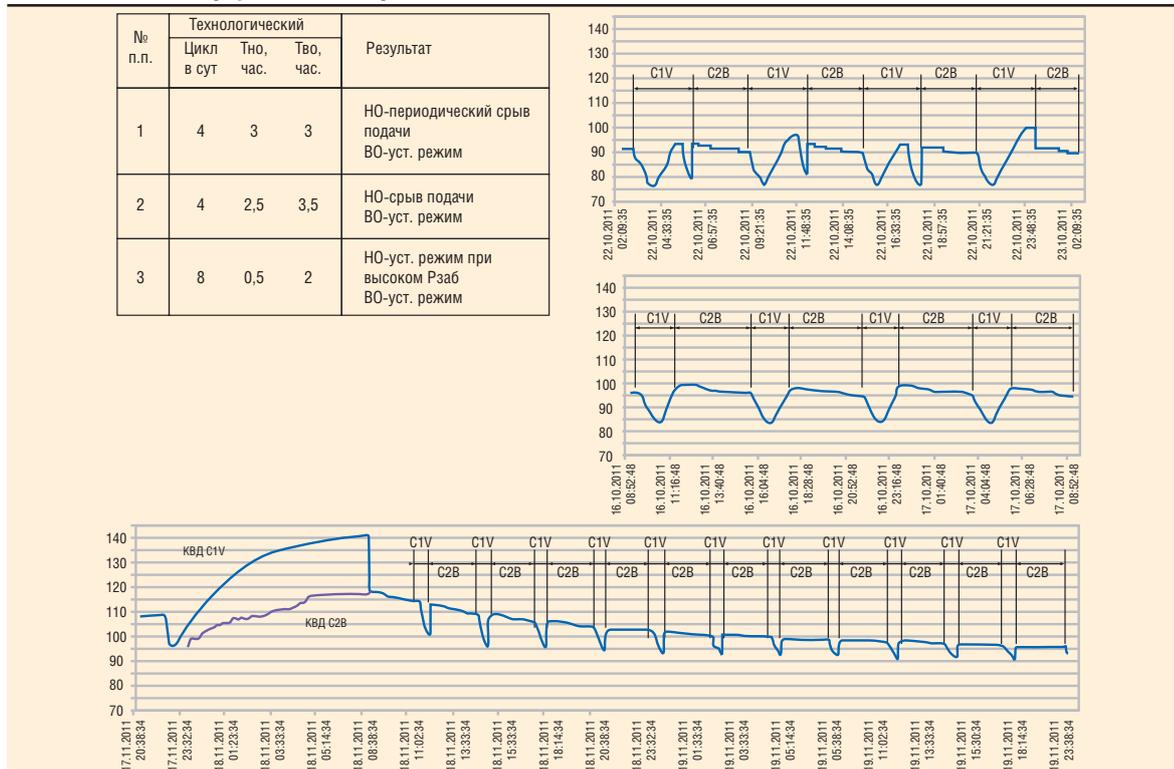
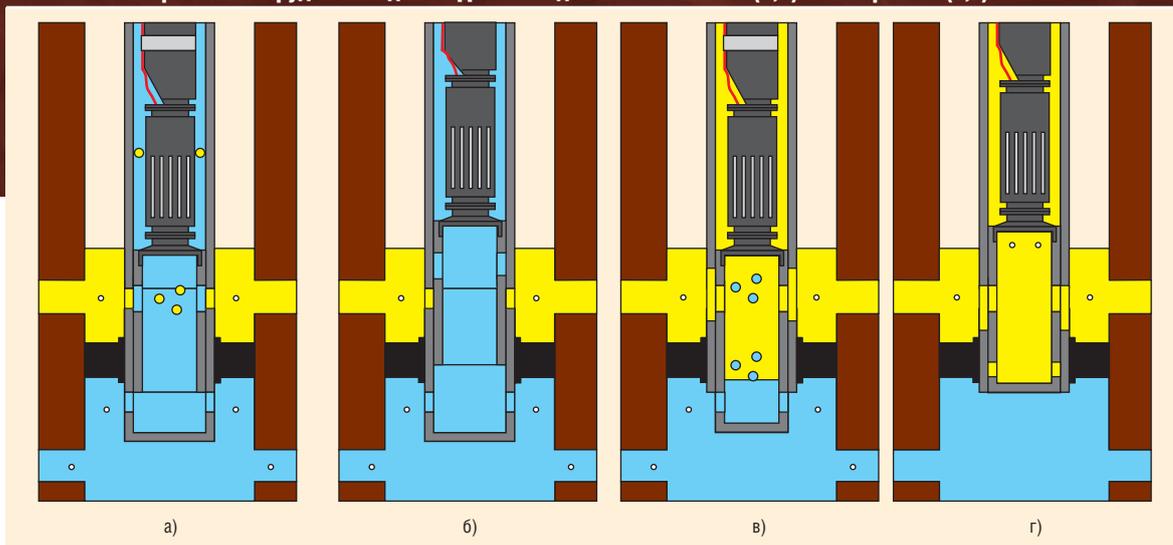


Рис. 4. Схема работы оборудования для ОРД с исследованием нижнего (а,б) или верхнего (в,г) объекта



расчеты говорят о том, что существует принципиальная возможность обеспечения необходимого забойного давления по обоим объектам при условии 30 переключений в сутки. Однако при использовании верхнего привода чрезмерное увеличение количества переключений между объектами может привести к преждевременному отказу оборудования. В настоящее время заканчиваются испытания оборудования с нижним приводом, в котором частота переключений практически неограниченна.

В дальнейшем с учетом полученного опыта мы разработали и внедрили компоновку с приводом переключателя потока на устье, полностью отвечающую требованиям ОРД. Данное оборудование успешно эксплуатируется на скважинах ОАО «Удмуртнефть». В этой схеме оба объекта работают в установившемся режиме при одинаковом забойном давлении. В нижнем положении переключателя потоков происходит отбор жидкости с двух пластов одновременно (рис. 4 а, в). При этом производится замер суммарного дебита двух объектов. В верхнем положении переключателя потоков производится работа либо с нижним (рис. 4 б) либо с верхним (рис. 4 г) объектом, по выбору заказчика. В данном положении существует возможность прямого замера дебита эксплуатируемого объекта. Дебит неэксплуатируемого объекта определяется по разнице.

Следует отметить, что оборудование, разработанное ПКТБ «Техпроект» соответствует требованиям «Постановления Ростехнадзора в области охраны недр № 71 от 06.06.2003 г.» (табл. 1).

Преимущества данной технологии — это простота и относительно низкая стоимость оборудования. Кроме того, данную схему можно применять в различных условиях и легко адаптировать к фактическим параметрам объекта. Так, если ожидаемые и фактические дебиты объектов не совпадают, то за счет гибких регулировок оборудования, таких как частота переключений, время работы каждого из объектов и частотная регулировка ЭЦН, можно достичь необходимой величины отборов. На данный момент внедрены четыре такие установки для ОРД с применением ЭЦН, все они находятся в работе (табл. 2).

ТЕХНОЛОГИИ ОРД С ПРИМЕНЕНИЕМ УСШН

Помимо схемы ОРД, построенной на применении центробежных электронасосов, нами была разработана технология, базирующаяся на УСШН. Данная схема — двухлифтовая, с синхронно работающими СШН. Компоновка состоит из нестандартного оборудования, разработанного нашей компанией, в том числе польх

Таблица 1

Выполнение требований Постановления Ростехнадзора №71 от 06.06.2003 г. при ОРД с применением однолифтовой установки БТП-44.00.00.000		
Пункт постановления	Требования «Постановления»	Соответствие
П. 113	Наличие сменного внутрискважинного оборудования	Смена ГНО без срыва пакера, подъем ГНО на НКТ
П. 113	Возможность реализации раздельного учета добываемой продукции	Поочередный учет по двум каналам СКЖ или расчетом
П. 113	Возможность промысловых исследований каждого пласта раздельно	КВД, КВУ, состав флюида, обводненность
П. 113	Проведение безопасного ремонта скважин с учетом различия давлений и свойств пластовых флюидов	Возможность глушения одновременно двух объектов

Таблица 2

Информация по промышленному использованию оборудования ОРД ЭЦН			
Заказчик	Объекты	Дата запуска	Состояние на 15.03.2012 г.
ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»	Скв. 754 Павловского м-я Верхний объект — Ясн Нижний объект — Турн.	23.12.2009 г.	В работе
ЗАО «Кама-Ойл»	Скв. 761 Южно-Юрчукского м/р Верхний объект — Бш Нижний объект — Вз.	24.09.2011 г.	В работе
ОАО «Удмуртнефть»	Скв. 609 Мишкинского м/р Верхний объект — Вз. Нижний объект — Турн.	06.12.2011 г.	В работе
ОАО «Удмуртнефть»	Скв. 394 Мишкинского м/р Верхний объект — Вз. Нижний объект — Турн.	21.02.2012 г.	В работе

штанг, и стандартного оборудования, которое может поставлять сам заказчик.

В компоновке используются два последовательно расположенных штанговых насоса, с жестко связанными плунжерами. Нижний насос — стандартный, а верхний — с боковой клапанной коробкой. Принцип работы компоновки следующий: два пласта разделены пакером, при ходе плунжера вниз происходит нагревание, при ходе вверх — всасывание. Жидкость поступает на устье раздельно по двум лифтам, смешивание происходит после учета продукции каждого пласта СКЖ (рис. 5). При этом учет добываемой продукции может осуществляться как через СКЖ, так и на ГЗУ. При разработке этой схемы мы придерживались принципа максимального использования стандартных узлов и деталей и унификации оборудования.

Одна из основных проблем, с которыми добычники сталкиваются в процессе эксплуатации, связана с несоответствием ожидаемых притоков и фактическим. В результате часто возникает потребность в оперативной замене насосов. Такая возможность реализована в оборудовании, разработанном ООО ПКТБ «Техпроект» путем трансформации насоса одного типа в насос другого типа (например, ШГСН 38-27 в ШГСН 27-38). Возможность трансформации обеспечивается унификацией насосов, разработанных ООО ПКТБ «Техпроект».

Для трансформации сдвоенных насосов требуется (рис. 6):

1. Набор стандартных плунжеров и цилиндров (серый цвет)
2. Набор стандартных клапанных пар (красный цвет)
3. Набор специальных переходников по КД ООО ПКТБ «Техпроект» (зеленый цвет)

Следует отметить, что операцию перекомпоновки насосов может выполнять любая специализированная сервисная компания.

Монтаж оборудования проводится за две СПО (рис. 7).

При первой СПО проводится спуск на НКТ пакера, хвостовика и корпуса скважинного насоса.

При второй СПО, после посадки пакера, проводится спуск на колонне ШНТ сдвоенного вставного насоса.

При необходимости замены насоса вместо первоначального насоса может быть спущен любой другой при наличии. Следует отметить простоту операции смены насосов, которая проводится без подъема НКТ и срыва пакера.

Оборудование, разработанное нашей компанией, позволяет осуществлять замеры давления, температуры, количества жидкости, а также реализовывать отбор жидкости через пробоотборники и снимать динамограмму в процессе работы.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ БОРЬБЫ С ОСЛОЖНЕНИЯМИ

Так как условия эксплуатации месторождений год от года ухудшаются, новое оборудование должно учитывать возможность применения в осложненных условиях. Одним из наиболее распространенных осложняющих факторов в настоящее время стало

Рис. 5. Схема работы ОРД ШГН нижнего (а,б) или верхнего (в,г) объекта

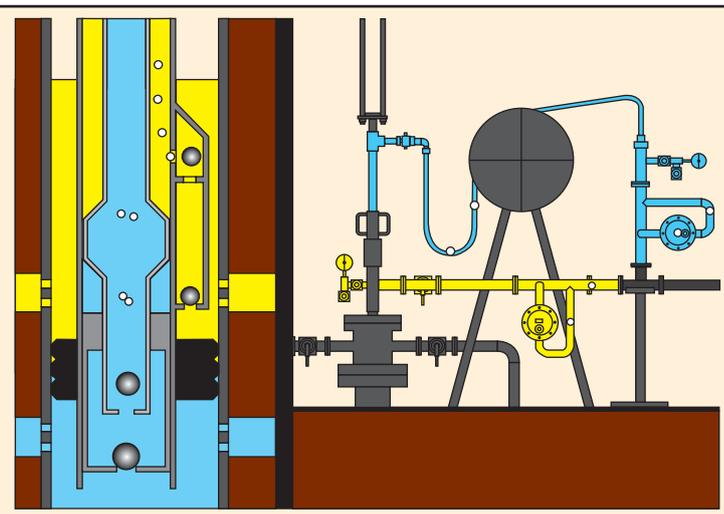


Рис. 6.
Трансформация
сдвоенных насосов

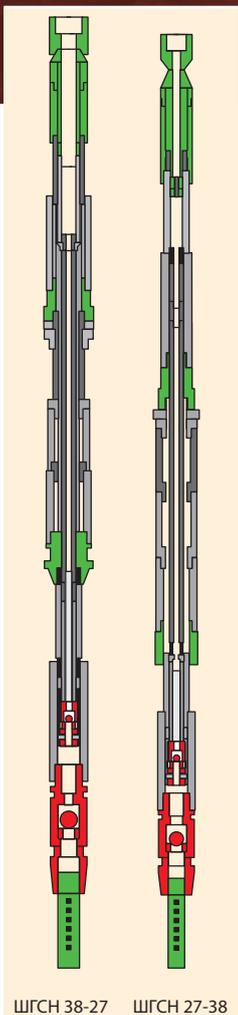
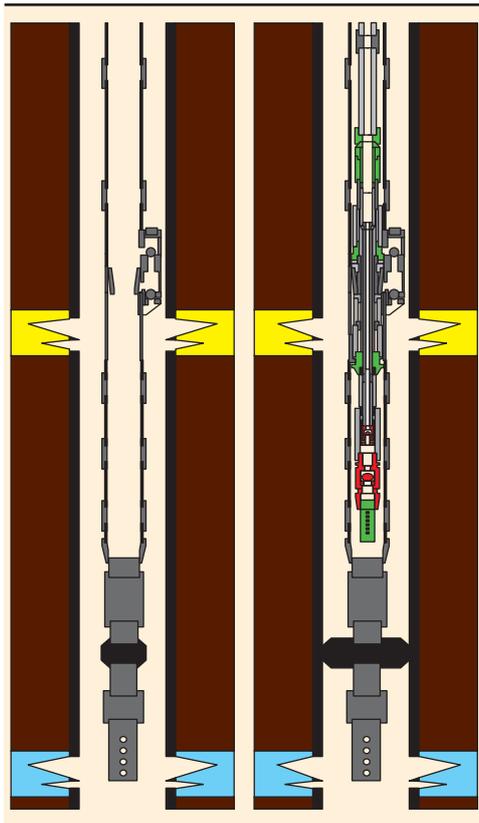


Рис. 7. Монтаж оборудования (а — первая СПО, б — вторая СПО)



выпадение АСПО внутри и на поверхности ГНО. Для борьбы с АСПО в нашем оборудовании предусмотрена обратная промывка верхнего насоса и дозированной подачи реагента на прием нижнего насоса от устьевого дозатора по импульсной трубке. Другим универсальным способом предупреждения образования АСПО служит электроподогрев лифтовой колонны с помощью нагревательных кабельных линий (НКЛ). Для исключения механических повреждений НКЛ используются специальные протекторы, разработанные ООО ПКТБ «Техпроект». Применение данной технологии будет эффективным при соблюдении ряда условий: спуск НКЛ ниже насоса, постоянный мониторинг температуры жидкости на устье, осуществление периодического растепления скважины с нагревом до 60–70°C.

Другая проблема, возникающая в процессе эксплуатации скважин, — это образование газа на приеме нижнего насоса. Для борьбы с ней мы разработали и запатентовали довольно простой метод, суть которого сводится к применению особого плунжера с от-

вертием в нижней части, через которое уходит скопившийся газ. Не исключено, что аналогичная проблема может возникнуть в рабочей полости верхнего насоса. Для этого случая мы предлагаем применять схожий принцип.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ НАСОСНЫЕ ШТАНГИ ДЛЯ ДВУХЛИФТОВЫХ СХЕМ ОРД

Реализация двухлифтовой схемы ОРД предполагает наличие полых штанг (ПШ), которые должны, во-первых, функционально заменять цельные штанги; во-вторых, обладать высокой надежностью; и, в-третьих, быть доступными по цене.

Компания «Техпроект» разработала, организовала производство и провела промышленные испытания ПШ, отвечающих всем перечисленным критериями. Данная разработка получила название штанги насосные трубные (ШНТ) и выполняет две основные функции — передачу возвратно-поступательного движения от балансира к плунжеру и транспорт жидкости по внутреннему каналу. Типоряд ШНТ соответствует типоразмерам стандартных штанг по основным критериям: массе погонного метра и площади тела штанги (рис. 8). Технологию изготовления этих штанг освоили два завода — ОАО «Ижнефтемаш» и ОАО «Очерский машиностроительный завод».

ПКТБ «Техпроект» — не единственный разработчик полых штанг в России. Например, подобное оборудование изготавливает ЗАО «Элкамнефтемаш» (ШНП). В сравнении с данным аналогом полые штанги, предлагаемые нашей компанией, отличаются большей толщиной стенки в резьбовой части. Так как резьба — это концентратор напряжения, то увеличенная толщина стенки существенно снижает уровень приведенных напряжений в штанге. Кроме того, в ШНТ присутствуют специальные лыски под ключ, исключающие повреждения тела штанги монтажным инструментом и, соответственно, снижающие риск усталостных разрушений. К преимуществам ШНТ относится также и то, что можно производить один-два ремонта резьбовой части штанг на трубных базах. У аналогов такая возможность отсутствует (рис.9).

Штанги данной конструкции эксплуатируются в осложненных условиях с 2008 года. Например, в скв. 742 Павловского месторождения, где темп набора кривизны составляет до 4° на 10 м, или скв. 410 Батырбайского месторождения, где нагрузка на головку балансира СК достигает до 9000 кгс. Также ШНТ 36х5,5 используются в сборных колоннах в первой ступени.

Небольшой объем поставок полых штанг нашего производства (ШНТ 32х4,5 — 1550 штук и ШНТ 36х5,5 — 2978 штук) связан с тем, что перед широ-

Рис. 8. Соответствие типоразмеров ШНТ и ШН

Штанга насосная с муфтой (по ГОСТ Р51161 – 2002)					Штанга насосная трубная с муфтой (БТП-28.29.00.001, БТП-28.30.00.001 и т.д.)				
Условное обозначение	Наружный диаметр муфты, мм	Диаметр канала, мм	Площадь тела штанги, мм ²	Масса 1п/м, кг	Условное обозначение	Наружный диаметр муфты, мм	Диаметр канала, мм	Площадь тела штанги, мм ²	Масса 1п/м, кг
ШН 19	42,0	Нет	283,4	2,3	ШТН 27х4,0	42,2	19,0	288,9	2,3
ШН 22	46,0	Нет	379,9	3,2	ШТН 32х4,5	48,3	23,0	388,6	3,1
ШН 25	56,0	Нет	490,6	4,1	ШТН 36х5,5	52,2	25,0	526,7	4,1
ШН 29	60,0	Нет	615,4	5,4	ШТН 36х7,0	52,2	22,0	637,4	5,0



комасштабным внедрением мы хотели определить ресурс и надежность наших штанг. С момента внедрения наработки ШНТ составила более 5 млн циклов, что соответствует требованиям ГОСТа. К настоящему моменту не произошло ни одного обрыва штанг, что позволяет делать вывод о высокой надежности данного оборудования.

Необходимо отметить, что применение ШНТ в двухлифтовой схеме ОРД позволяет производить независимый мониторинг объектов с любой периодичностью без остановки одного из объектов, а следовательно, без потерь добычи нефти. ♦

ВЫДЕРЖКИ ИЗ ОБСУЖДЕНИЯ

Вопрос: Дмитрий Валерьевич, каким образом в компоновке с УЭЦН активируется переключатель потоков?

Дмитрий Пепеляев: Переключатель потоков активируется с помощью гидропривода, который находится на устье. На гидропривод приходит команда либо по давлению, либо по таймеру. Перемещение плунжера гидропривода, жестко связанного с колонной НКТ, изменяет положение золотника переключателя потоков, тем самым обеспечивая попеременный отбор жидкости с разных объектов

Вопрос: А какова надежность погружного кабеля?

Д.П.: До сих пор по кабелю у нас отказов не было. Все кабели крепятся с помощью протекторов.

Рис. 9 Особенности ШНТ в сравнении с аналогом

Штанга насосная трубная ШНТ 27х4 (аналог ШН-19) конструкция ООО ПКТБ «Техпроект»	Штанга полая ШНП 19 (аналог ШН-19) конструкция ЗАО «ЭЛКАМ-нефтемаш»
<p>L колнны - 1000 м S тела - 289 мм² S резьбы - 454 мм² P колнны - 2320 кг $\sigma=5,1$ кг/мм²</p>	<p>L колнны - 1000 м S тела - 292 мм² S резьбы - 319 мм² P колнны - 2525 кг $\sigma=7,9$ кг/мм²</p>
<p>Наличие «лысок под ключ» исключает механические повреждения</p>	<p>Повреждения тела от плашек ключей являются концентраторами для усталостных трещин</p>
<p>Перенарезка резьбы на трубной базе по высадке</p>	<p>Ремонт только на заводе</p>