

ДАНИЛА МАРТЮШЕВ
Директор ДИР
АО «Новомет-Пермь»



ДМИТРИЙ ШЕВЦОВ
Начальник КБ ТМС
АО «Новомет-Пермь»

ТЕХНОЛОГИЯ COLIBRI ESP:

МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ БЕЗ ПРИВЛЕЧЕНИЯ БРИГАДЫ КРС

Технология Colibri ESP заключается в эксплуатации насосной установки сверхмалого габарита в колонне НКТ на специальном грузонесущем кабеле. Монтаж и спуск осуществляются с помощью автокрана и геофизического подъемника без привлечения бригады капитального ремонта скважин (КРС) и без глушения скважины.

Применение данной технологии позволяет значительно сократить время простоя скважин при их освоении и эксплуатации, повысить эффективность работы скважин с техническими ограничениями, а также осуществлять монтаж насосных установок без громоздкого дорогостоящего оборудования. Это осуществимо как на суше, так и на офшоре. Эффективность технологии Colibri ESP подтверждена опытом ее применения в нефтяных компаниях США, Малайзии, Аргентины, Индии, России и других стран в 2016-2021 годах. Говоря о применении технологии на морских нефтяных платформах, подчеркнем, что монтаж и демонтаж оборудования происходит без привлечения буровой вышки или бурового судна...

Разработка технологии Colibri ESP была начата АО «НОВОМЕТ-ПЕРМЬ» в 2016 году. На сегодняшний день технология опробована и тиражирована, накоплен опыт ее применения в нефтяных компаниях.

При использовании данной технологии на специальном грузонесущем кабеле в колонну НКТ 73 мм спускается насосная установка габарита 2 (максимальный диаметр 55 мм). Монтаж и спуск оборудования осуществляются при помощи автокрана и геофизического подъемника. Монтаж может осуществляться без привлечения бригады КРС и без глушения скважины.

Решаемые задачи

Технология Colibri ESP может применяться для решения ряда задач в следующих ситуациях:

- невозможность доставки установки в боковой ствол (БС) скважины со сложным профилем строения;
- длительная процедура освоения обводненных нефтяных и газовых скважин;
- длительная процедура откачки воды из обводненных газовых скважин;
- длительное восстановление добычи в скважине при отказе установки;
- необходимость глушения скважины для смены установки;
- невозможность механизированной добычи в скважинах малого габарита (аварийных) с диаметром эксплуатационной колонны (ЭК) до 73 мм.

Монтаж и демонтаж УЭЦН при помощи данной технологии на грузонесущем кабеле позволяет сократить время проведения работ по сравнению со стандартным монтажом бригадой КРС в пять раз (рис. 1).

При освоении скважины после проведения соляно-кислотной обработки (СКО) Colibri ESP спускается в скважину вместе с пакерной компоновкой за одну спускоподъемную операцию (СПО), сразу после завершения СКО, без необходимости дополнительной операции по подъему колонны НКТ. Это позволяет провести освоение скважины всего за 33 часа по сравнению с периодом 65 часов при использовании серийных ЭЦН (рис. 2 на стр. 38-39).

Доставка установки в БС со сложным профилем строения часто сопряжена со сложными условиями входа. При монтажах «классических» УЭЦН 2А габарита при заглублениях в хвостовики малых диаметров

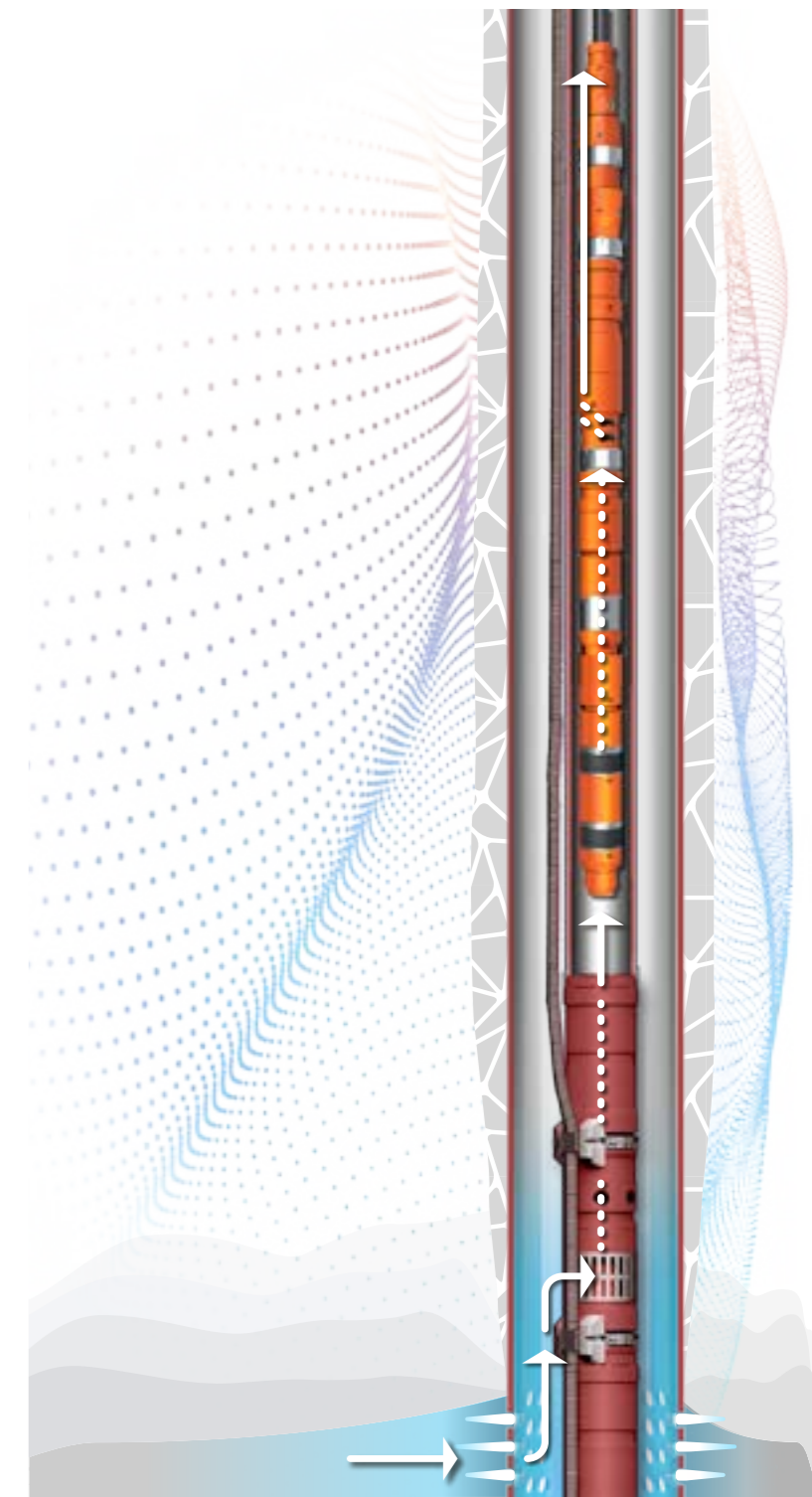
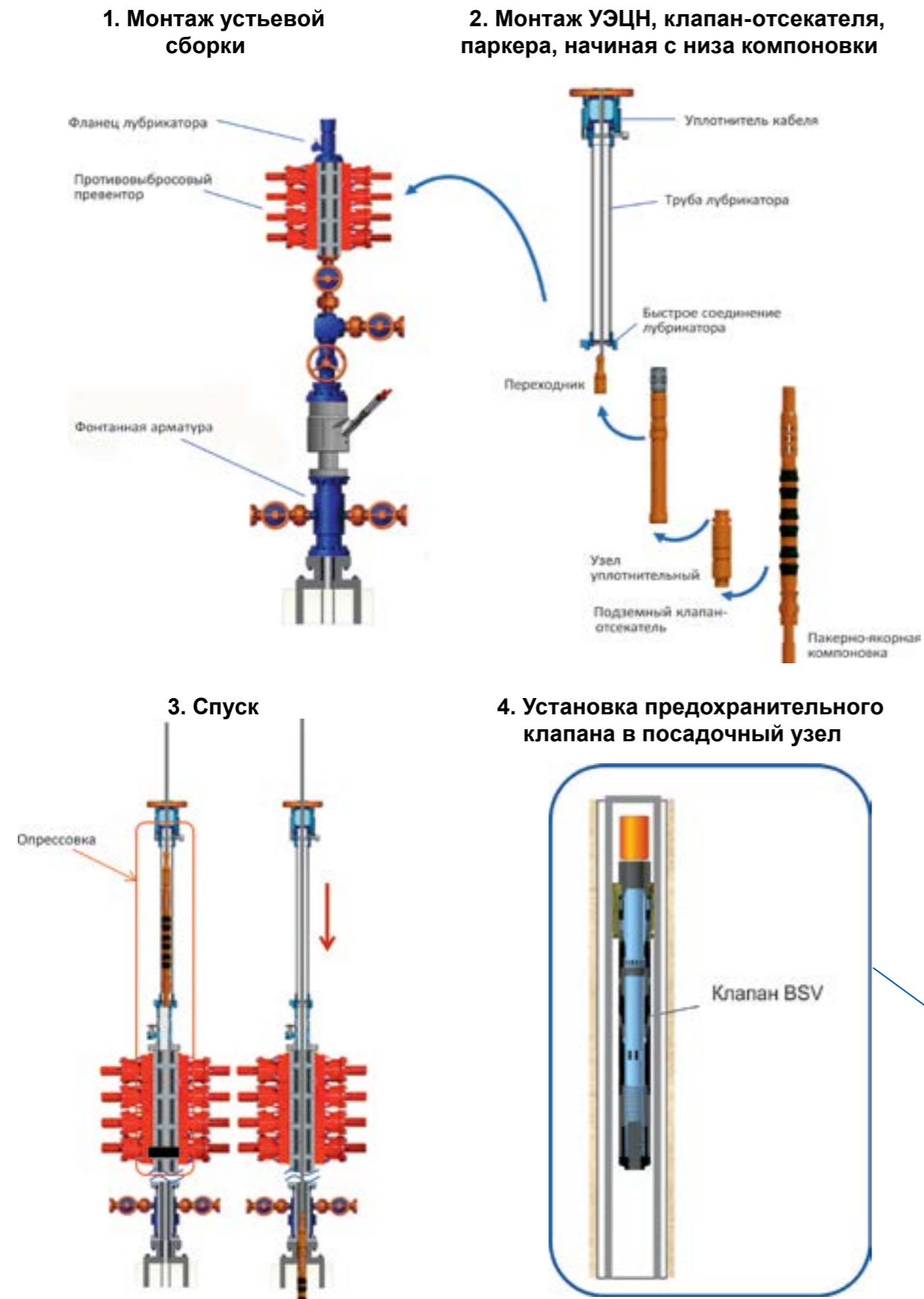


Рис. 1. Устройство установки на грузонесущем кабеле

возникают отказы, связанные с повреждением нефтепогружного кабеля и застреванием насоса в месте перехода эксплуатационных колон. Использование технологии Colibri ESP в данном случае сводит к минимуму риск повреждения грузонесущего нефтепогружного кабеля в месте перехода ЭК, поскольку кабель проходит в НКТ 73 мм (рис.3 на стр. 42-43).

Рис. 2. Технология монтажа Colibri ESP на незаглушенной скважине



При достижении погружной установкой горизонтального участка с углом отклонения от вертикали более 55 градусов спуск установки и её посадка в ниппель происходят по технологии доставки гидравлическим методом. Доставка гидравлическим методом установки производится по средствам узла «БС-2», входящего в состав ЭЦН и агрегата ЦА-320. Данная технология не имеет ограничений по длине горизонтального участка.

Применение данной технологии дает возможность проведения монтажа на незаглушенную скважину. Монтаж установки осуществляется с применением специального устьевого противовибросового оборудования (ПВО) и лубрикатора. Монтаж может быть произведен с противодавлением до 30 атм.

Технология Colibri на грузонесущем кабеле может эксплуатироваться в качестве резервной (рис. 1 на стр. 33). В этом случае установка спускается в лифт НКТ над отказавшей УЭЦН, уплотнение осуществляется по пакеру либо по имеющемуся в лифте ниппелю. Добыча может вестись через отказавшую установку, «прострел» НКТ, сбивной клапан или байпасную линию (БЛ) в

зависимости от особенностей отказавшей УЭЦН.

Характеристики установок на грузонесущем кабеле

В состав установки Colibri входят:

- кабельный удлинитель,
- верхняя и нижняя гидрозащита (ГЗ),
- измерительный блок,
- электродвигатель,
- выкидной модуль,
- насос,
- газостабилизатор,
- узел герметизации.

На мощностях АО «Новомет-Пермь» налажен выпуск установок трех габаритов – 55, 68 и 81 мм для спуска в НКТ 73, 89 102 мм соответственно (табл. 1 на стр. 36). Номинальная частота вращения данных установок составляет 8500 об/мин с возможностью увеличения до 10 000 об/мин.

Конструкция несущего кабеля Colibri ESP аналогична таковой обычного круглого кабеля, с тем отличием, что поверх токоведущих жил и изоляции навиты два повива грузонесущих стальных проволок,



Монтаж Colibri в Ираке. Сентябрь 2018 г.

Таблица 1. Характеристика установок на грузонесущем кабеле

Габарит	2	2A	3
Серия УЭЦН	217 series	272 series	319 series
Максимальный габарит (мм)	55	68	81
Длина установки (м)	От 10 до 30		
Производительность (м ³ /сут)	до 170	до 500 опыт.	до 1000
Напор (м)	до 3500	до 3500	до 3500
Мощность ПВЭД (кВт)	до 120	до 250	до 350
Ном. част. вращения (об/мин)	10000	10000	10000
Ограничения по газосодержанию (%)	45		
	55 для опытной установки		
Ограничения по температуре пласта (°C)	120 для серийной установки		
	180 для опытной установки		

залитых специальным полимером. Эта сплошная упругая гладкая конструкция наматывается на кабель, который держит установку при спуске и подъеме и обеспечивает непрерывность этих процессов.

Серийный кабель может эксплуатироваться при температуре до 125°C по состоянию на апрель 2021 года были изготовлены опытные образцы, выдерживающие температуру 140 и 180°C (табл. 2 на стр. 39).

Описание технологии

Перед монтажом установки Colibri ESP применяется стандартная фонтанная арматура, на которую устанавливается ПВО, после чего производится спуск установки. После монтажа ПВО убирается, устанавливается удерживающее герметизирующее устройство, кабель подсоединяется к клеммной рамке для последующего извлечения установки из скважины.

Для спуска установки Colibri ESP в горизонтальные участки скважины (рис. 2 на стр. 38-39) применяется специально разработанный узел задувки, который представляет собой две резиновые манжеты, разделяющие пространство выше и ниже установки. После того, как установка доходит до определенного места под собственным весом, ее спуск в горизонтальный участок продолжается в условиях циркуляции воды при помощи агрегата ЦА. Давление для задувки составляет 12 атм, скорость спуска – 1 м/с, расход воды – 2,7 л/с. Общий объем воды при глубине спуска 3600 м составляет 10 м³, при 2000 м – 5,5 м³.

Опыт эксплуатации

Первый монтаж установки Colibri ESP состоялся в июле 2016 года в штате Хьюстон, США, и был выполнен на заглушенной тест-скважине компании Cibolocreek. Монтаж выполнялся при помощи автокрана и лебедки, установленной на шасси. В ходе этих действий была подтверждена скорость спуска установки 1 м/с: за 40 мин установка была спущена на 2000 м, за этот же период времени установка была поднята на поверхность.

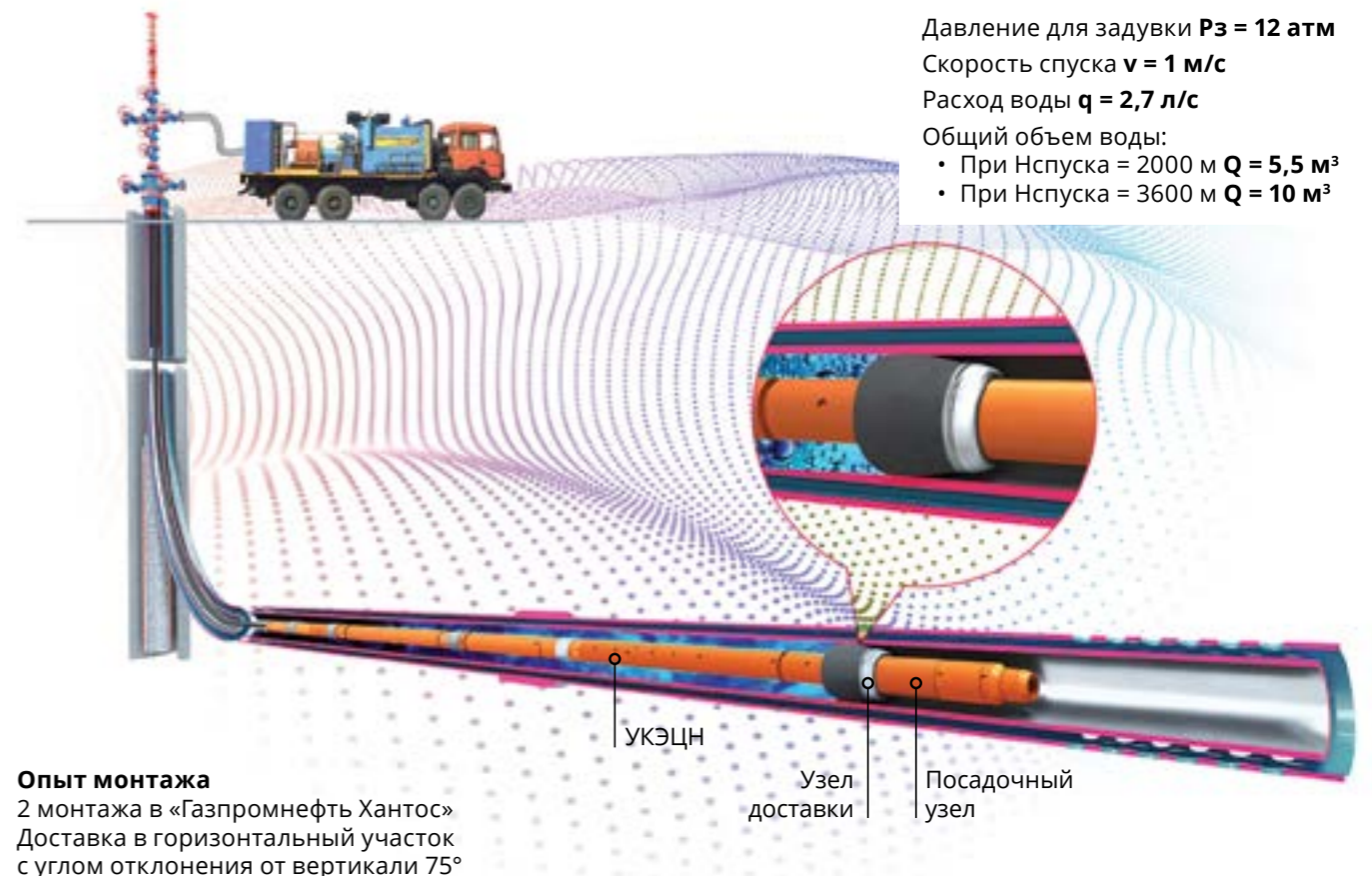
Первый запуск установки в эксплуатацию был произведен в августе-сентябре 2016 года на скважине компании PAR Development в штате Хьюстон, США. Монтаж был выполнен при помощи автокрана и лебедки, установленной на шасси. Установка была спущена в водяную скважину, где отработала около месяца, после чего была извлечена.

Первый монтаж и запуск установки в России были осуществлены в ОАО НГК «Славнефть» в 2016 году. Проект был реализован на предварительно заглушенной скважине Западно-Асомкинского месторождения. Первый монтаж был выполнен в августе при помощи подъемника А-50 и геофизического подъемника ПКС-7, второй – в декабре при помощи крана манипулятора и геофизического подъемника ПКС-7.

Также в 2016 году был произведен монтаж установки на скважине месторождения Roiana Lacului компании OMV Petrom в Румынии. Монтаж отличался простотой организации сервисных работ и был выполнен при помощи крана манипулятора и стационарной лебедки без использования геофизического подъемника. Блок роликов не подвешивался, а был установлен непосредственно на фонтанную арматуру.

В ПАО «Оренбургнефть» в марте 2018 года монтаж установки был произведен при освоении заглушенной скважины Бобровского месторождения. Освоение скважины производилось после СКО. Заказчиком была поставлена задача продемонстрировать возможность быстрого подъема и спуска оборудования в скважину в период проведения переустановки НКТ и пакеров.

Сначала производилось освоение нижнего пласта при отсечении НКТ, объем откачки составил 30 м³. Затем было произведено освоение верхнего пласта при таком же объеме откачки. После этого пакеры были сорваны и произведено освоение двух пластов при объеме откачки 60 м³ (рис. 3 и 4 на стр. 37-38).



Опыт монтажа
2 монтажа в «Газпромнефть Хантос»
Доставка в горизонтальный участок с углом отклонения от вертикали 75°

Рис. 3. Спуск установки Colibri в горизонтальный участок скважины

В процессе освоения скважины был сделан хронометраж всех операций.

Данная технология перспективна для применения на шельфовых проектах. Первый такой опыт был получен в 2017 году на платформе BODP-C месторождения Воконг в Малайзии. Монтаж УЭЦН серии 217 был выполнен на офшоре с помощью стандартного геофизического оборудования на незаглушенной скважине. Цель внедрения установки заключалась в переводе газлифтной скважины на механизированную добычу.

Монтаж установки включал в себя следующие этапы:

- установка устьевого оборудования;
- монтаж элементов УЭЦН/клапанов/пакера, начиная снизу компоновки;
- спуск и установка в скважину, повторение операции;
- установка предохранительного клапана в посадочный узел;
- посадка УЭЦН на узел герметизации;
- установка кабельного хангера с целью изоляции электровывода и монтаж устьевого кабельного соединения.

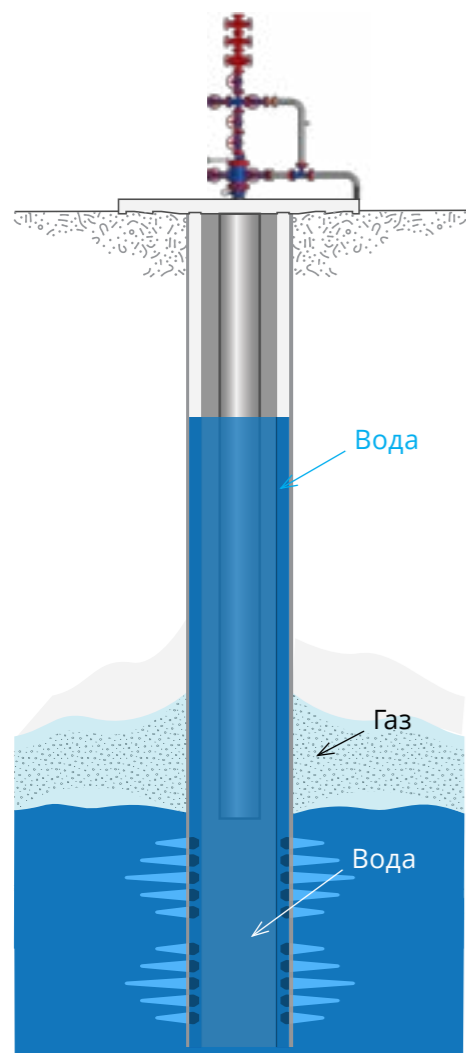
Давление для задувки $P_z = 12$ атм
Скорость спуска $v = 1$ м/с
Расход воды $q = 2,7$ л/с
Общий объем воды:
• При Нспуска = 2000 м $Q = 5,5$ м³
• При Нспуска = 3600 м $Q = 10$ м³

Запуск установки состоялся в мае 2017 года, установка находилась в работе в течение 700 сут на частоте 240 Гц. Данное успешное внедрение технологии Colibri является безусловным достижением компании.

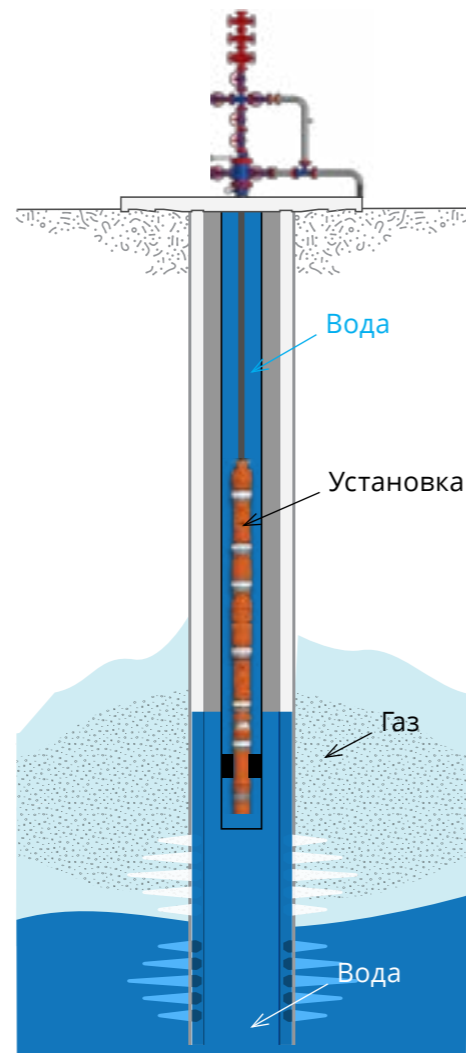
В мае-июне 2019 года технология Colibri также была внедрена на скважине платформы TKDP месторождения Tikau Field в Малайзии. Монтаж двух УЭЦН серии 217 был выполнен в многоствольную скважину и одной установки – в газлифтную скважину на одной платформе с помощью стандартного геофизического оборудования на незаглушенных скважинах.

В 2019 году мы приступили к разработке собственной технологии монтажа установки Colibri ESP на незаглушенную скважину. Монтаж проводился на незаглушенной тест-скважине в ООО «Газпром газобезопасность», его цель состояла в отработке приемов монтажа с применением стандартного спускоподъемного оборудования. Монтаж был выполнен при помощи автокрана и ПКС-5 при буферном давлении 32 атм с применением лубрикатора и ПВО. Длина

1. Скважина перед освоением



2. Освоение скважины



3. Скважина после освоения

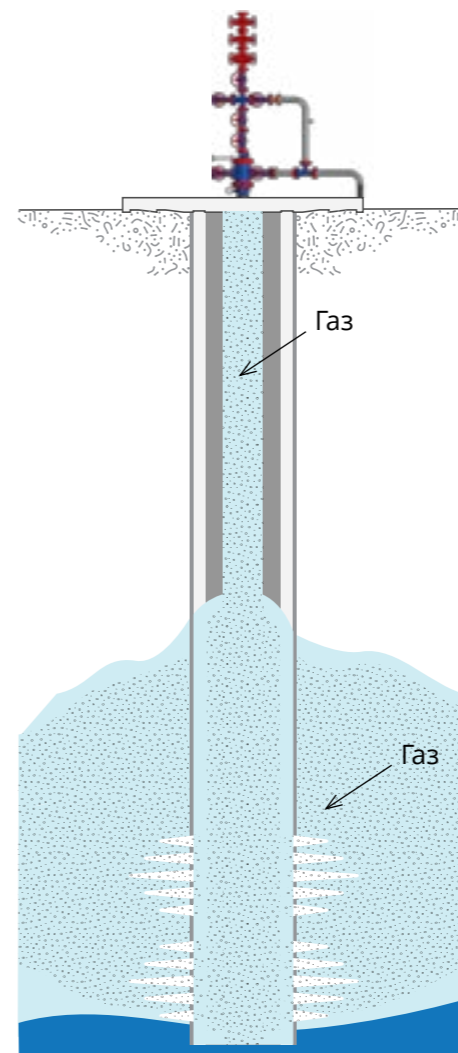


Рис. 4. Освоение газовых скважин

лубликатора составила 13,5 м, длина установки – 11 м, вес установки – 140 кг.

В августе 2020 года монтаж установки Colibri ESP был проведен на скважине Южно-Приобского месторождения ООО «Газпромнефть Хантос». Спуск установки был осуществлен из основного ствола с переливом из БС, глубина спуска составила 251 м. Установка отработала в скважине 236 сут.

Наконец, в декабре 2020 года на скважине Краснотенинского месторождения ООО «Газпромнефть Хантос» установка была смонтирована с целью доставки оборудования в горизонтальный участок и проверки работоспособности узла задувки. Глубина спуска составила 2886 м, угол отклонения в месте подвески – 75°, добыча велась из горизонтального участка. Установка отработала в скважине 303 сут.

Выводы

Технологию Colibri ESP можно смело назвать революционной, так как она открывает новые горизонты применения УЭЦН и имеет несколько неоспоримых преимуществ в сравнении с существующими технологиями, свою нишу применения и перечень решаемых с ее помощью задач. В частности, технология может применяться при эксплуатации осложненных скважин и скважин сложной конструкции – скважин с БС, ремонтными колоннами, а также – обводненных газовых скважин.

Поскольку спуск установки проводится с использованием мобильных комплексов СПО, техники геофизиков, либо стандартного автокрана, монтаж может осуществляться силами экипажа мобильного комплекса, что дает возможность отказаться от привлечения бригад КРС и дорогостоящей техники.

Таблица 2. Основные характеристики грузонесущего кабеля Colibri ESP

ДЕТАЛИ КОНСТРУКЦИИ	
Количество токопроводящих медных жил в кабеле	3
Площадь поперечного сечения каждой медной жилы, мм ²	8-10
Номинальная толщина изоляции жил, мм	1,05
Номинальный диаметр проволоки брони, мм	1,2
Диаметр кабеля, мм	20,3 ± 0,2
Вес кабеля, кг/км	914
ПАРАМЕТРЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ	
Температура эксплуатации	-50°С...+125°С (серийный кабель)
	-50°С...+140°С (опытный кабель)
	-50°С...+180°С (опытный кабель)
Температура монтажа	-40°С...+60°С
Минимальный диаметр изгиба, мм	600
Прочность на разрыв, не менее, кН	80

Перспективны для внедрения технологии Colibri ESP скважины удаленных и офшорных месторождений. В частности, на офшоре установка может использоваться как временный насос для сокращения простоя скважины без привлечения буровой вышки и при замене трубной эксплуатации на беструбную.

Данная технология позволяет значительно сократить время простоя скважины как при освоении, так и при эксплуатации; повысить эффективность эксплуатации скважин сложной конструкции (с техническими ограничениями); производить монтаж на суше и нефтяных платформах без громоздкого дорогостоящего оборудования.

Новизна технологии Colibri ESP на сегодняшний день защищена 30 патентами.