

УДК 622.323

**В.Н. Ивановский**, д.т.н., профессор, зав. кафедрой машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности, e-mail: ivanovskivn@rambler.ru; **А.А. Сабиров**, к.т.н., доцент, зав. лабораторией скважинных насосных установок, e-mail: albert\_sabirov@mail.ru; **А.В. Деговцов**, к.т.н., доцент, РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, e-mail: degovtsov.aleksey@yandex.ru; **О.В. Третьяков**, главный инженер, e-mail: priemnaya @lp.lukoil.com; **И.И. Мазеин**, заместитель генерального директора, e-mail: ii\_mazein@lp.lukoil.com; **Е.А. Поносов**, начальник управления технологии добычи нефти, e-mail: evgenij.ponosov@lukoil.com; **Д.Н. Красноборов**, ведущий специалист, ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», e-mail: denis.krasnoborov@lp.lukoil.com

## О возможности штанговой эксплуатации скважин с боковыми стволами малого диаметра

*Представлено техническое решение эксплуатации малодобитных скважин с боковыми стволами малого диаметра с помощью насосных установок с канатными штангами. Применение канатных штанг позволило исключить износ штанг и трубу, увеличило дебит скважин.*

**Ключевые слова:** скважины с боковыми стволами, добыча нефти, штанговые насосные установки, канатные штанги, динамограмма.

Анализ опыта эксплуатации скважин с боковыми стволами в ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» показал, что основным способом эксплуатации является установка электропогружных центробежных насосов (УЭЦН) (73% всех скважин с боковыми стволами). Часть скважин, эксплуатируемая УЭЦН, переведена на периодическую эксплуатацию (35% всех скважин с боковыми стволами). Скважинными штанговыми насосными установками (СШНУ) эксплуатируются 27% скважин (рис. 1). Следует отметить, что при этом скважинное насосное оборудование (как УЭЦН, так и СШНУ) размещено в основном стволе скважины.

Однако для оптимизации работы системы «пласт – скважина с боковым стволом – насосное оборудование» необходимо создание определенной депрессии на пласт, а оборудование должно быть опущено под динамический уровень на определенную глубину. В скважинах с боковыми стволами динамический уровень может находиться как в основном стволе, так и на уровне врезки бокового ствола или даже ниже – в самом боковом стволе. Во втором и третьем случаях насосное оборудование необходимо спускать в сам боко-

вой ствол, что вызывает определенные сложности, связанные с малыми внутренними диаметральными размерами эксплуатационной колонны бокового ствола, высоким темпом набора кривизны и значительными габаритными размерами стандартного насосного оборудования.

В РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина совместно с ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» и ЗАО «Элкам-нефтемаш» была разработана установка скважинного штангового насоса с канатной штангой для эксплуатации скважин с боковыми стволами диаметром 102 мм [1]. Схема установки штангового скважинного на-

соса с канатной штангой представлена на рисунке 2.

Насосная установка для эксплуатации скважины с боковым стволом состоит из поверхностного привода в виде станка-качалки 1, канатной подвески 2, полированного штока 3, оборудования устья скважины 4, колонны насосных штанг 5, которая дополнительно может быть оборудована центраторами 6, скважинного насоса 9. Канатная подвеска 2 соединяет полированный шток 3 с головкой балансира (отдельной позицией не обозначена). При этом в месте интенсивного набора кривизны скважины (в месте перехода в боковой ствол скважины) вместо насосных штанг установлен канат 7, соединенный с одной стороны с колонной насосных штанг 5, расположенных в вертикальной части скважины, а с другой стороны – с плунжером (отдельной позицией не обозначен) скважинного насоса 9. Заделка 8 каната 7 с плунжером скважинного насоса 9 выполнена с возможностью отсоединения каната 7 в случае заклинивания плунжера.

На рисунке 3а показан общий вид канатной насосной штанги, на рисунке 3б – сечение А–А тела штанги.

Канатная насосная штанга состоит

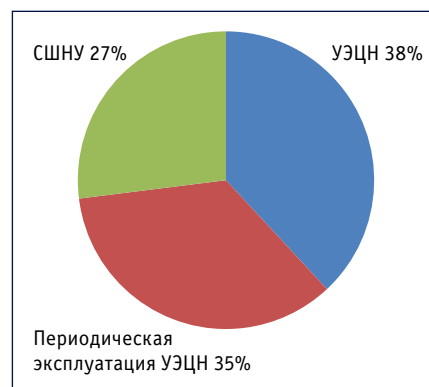


Рис. 1. Способы эксплуатации скважин с боковыми стволами в ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»

Российский разработчик и производитель противокоррозионных защитных лакокрасочных материалов марки АКРУС®, специального и промышленного назначения.


**МЫ ПРОИЗВОДИМ  
ТОЛЬКО ЗАЩИТНЫЕ  
ПОКРЫТИЯ**

Это позволяет нам концентрироваться на особенностях их изготовления и потребления.


**ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ:**

- Нефтехимическая индустрия
- Нефтегазодобывающая промышленность
- Судостроение
- Машиностроение
- Мостостроение
- Гражданское строительство



на правах рекламы

**117420, г. Москва,  
ул. Намёткина, д. 10Б**  
Тел./факс: +7 (495) 363-56-69  
info@akrus-akz.ru  
www.akrus-akz.ru  
www.akrus.pф

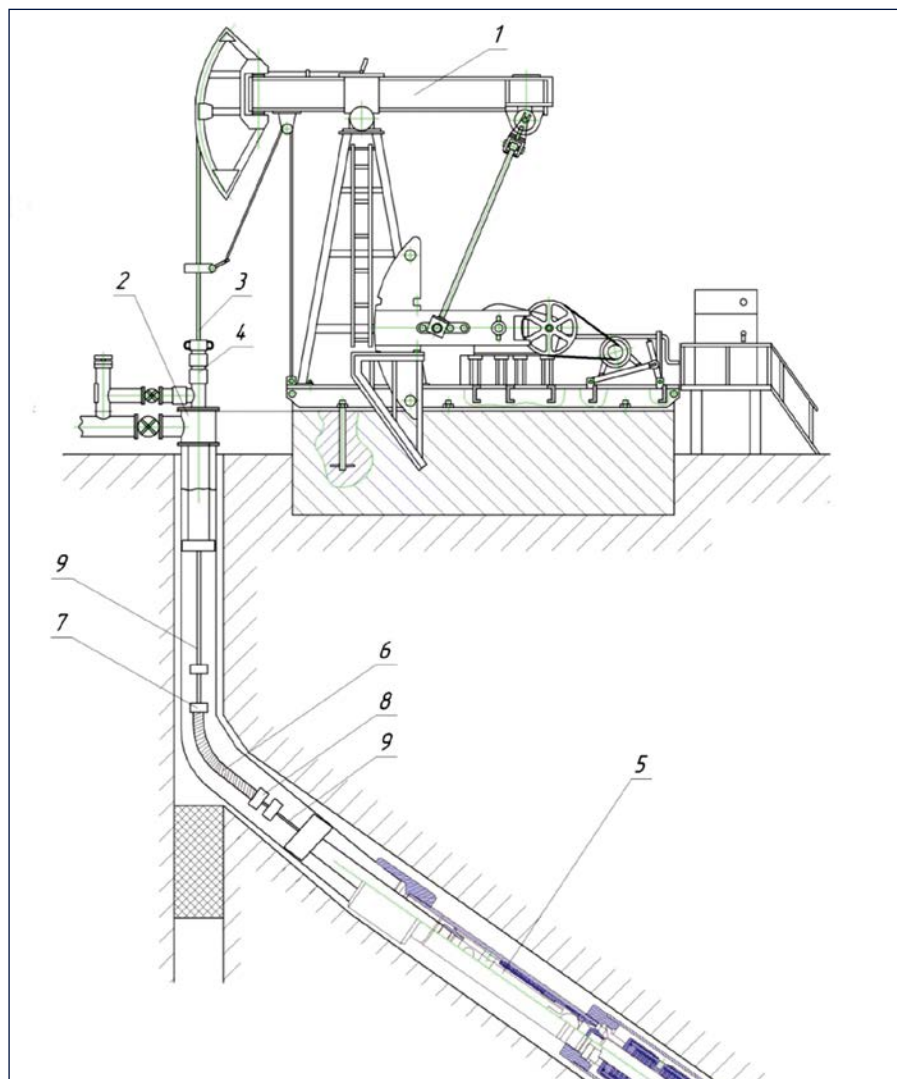


Рис. 2. Установка скважинного штангового насоса с канатной штангой для эксплуатации скважин с боковыми стволами

1 – станок-качалка, 2 – устьевое оборудование, 3 – полированный шток, 4 – сальник устьевой, 5 – скважинный штанговый насос, 6 – канатная штанга, 7 – заделка каната верхняя, 8 – заделка канатная нижняя, 9 – колонна насосных штанг

из каната 1 закрытой конструкции с Z-образными (позиция 4), X-образными (позиция 5) и O-образными (позиция 6) проволоками, а также заделок 2, обеспечивающих равномерное нагружение всех проволок каната. На конце заделок имеется резьба (позиция 3), обеспечивающая соединение с насосом, полированным штоком или с обычной колонной штанг.

Длина каната (позиция 1) может быть различной, канатная насосная штанга может быть установлена только в месте интенсивного набора кривизны скважины (в месте перехода в боковой ствол скважины), а может соединять полиро-

ванный шток с плунжером штангового насоса.

Прилегание каната к обсадной трубе в месте изгиба скважины происходит по большей поверхности, чем бы это было в случае использования обычных штанг. Большая поверхность взаимодействия каната с колонной насосно-компрессорных труб приводит к многократному уменьшению контактных нагрузок и, соответственно, обеспечивает очень низкую скорость износа и каната, и колонны насосно-компрессорных труб. При эксплуатации наклонно-направленных скважин и скважин с боковыми стволами канатная насосная штанга

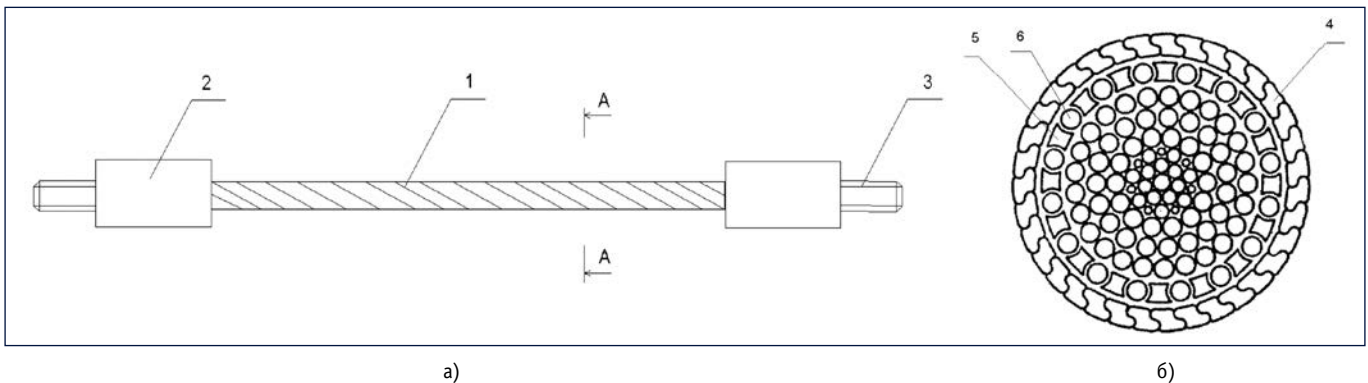


Рис. 3. Общий вид канатной насосной штанги

существенно снижает вероятность обрыва штанг и «протира» колонны НКТ, обеспечивая за счет этого повышение эффективности эксплуатации скважины.

В качестве насоса используется специально разработанный насос 2-СП45/Б24 длиной 7870 мм и диаметром 80 мм, изготовленный ЗАО «Элкам-нефтемаш». Конструкция насоса 2СП45/Б24 обе-

спечивает принудительное движение плунжера вниз за счет веса столба жидкости в колонне НКТ. Кроме того, в насосе используется оригинальный всасывающий клапан, обеспечивающий нормальную работу при углах отклонения от вертикали до 60° [2].

Для проведения испытаний скважинной насосной установки с канатной штангой (СНУ с КШ) была выбрана скважина

№ 149 Шагиртско-Гожанского месторождения ЦДНГ № 3. Исходные данные по скважине № 149 представлены в таблице.

Скважина оборудована станком-качалкой 7СК8-3,5-4000, до внедрения нового оборудования дебит скважины составлял 6,34 м³/сут. при диаметре плунжера насоса 44 мм, числе двойных ходов 2,5 кач./мин. и длине хода 2,5 м. Обводненность продукции составляла 39%. Насос был установлен в основном стволе на глубине 904 м, динамический уровень – 840 м. На рисунке 5 представлены данные динамометрирования до внедрения канатной штанги. Коэффициент подачи насоса составлял 0,47, характер динамограммы показывает наличие газа на приеме насоса.

Анализ профиля скважины № 149 по представленной скважинной инклинограмме (рис. 5) и результатам подбора оборудования в программе «Автотехнолог» показали, что дифференциальный насос 2СП45/Б24 с канатной штангой может быть спущен в боковой ствол на глубину 1320 м. При подборе режима эксплуатации скважины расчетный дебит составил 13 м³/сут. при числе двойных ходов до 4,5 кач./мин. и длине хода 2,5 м. Расчетные параметры нагрузки на головке балансира составили  $P_{max} = 53$  кН,  $P_{min} = 24$  кН.

Промысловые испытания скважинной насосной установки с канатной штангой (СНУ с КШ) проводились в соответствии с разработанными и утвержденными Программой и методикой испытаний, Руководством по эксплуатации и Регламентом работ на скважине.

31 августа 2012 г. оборудование сква-

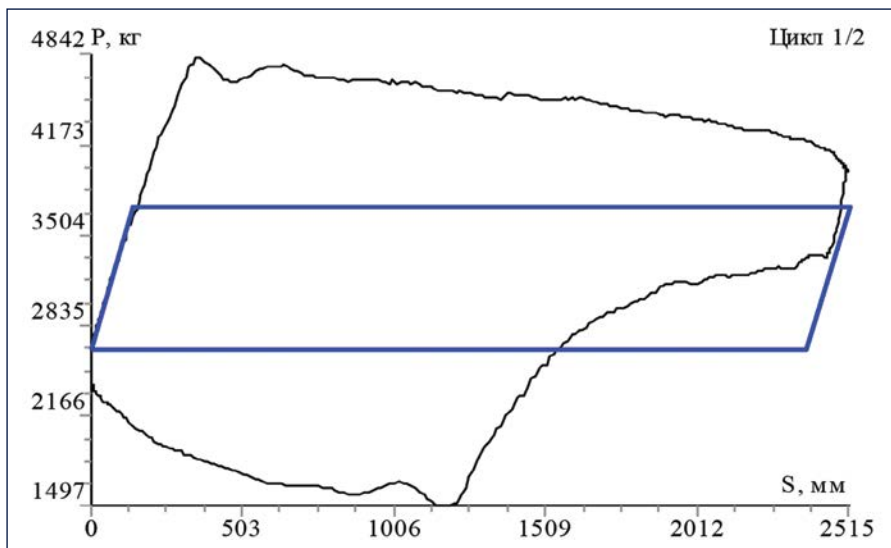


Рис. 4. Динамограмма работы скважинной насосной установки

Месторождение ЦДНГ-3 (Шагир-Гожан)

Куст 1602. Скважина 149

Дата 02.08.2012, 11:16. Оператор 0

Исходные данные:

Уровень – 840 м, затр. давл. – 9,4 атм., глубина подвеса – 904 м, диам. плунжера – 44 мм

Штанги: длина(1/2/3) – 368/536/0 м, диаметр(1/2/3) – 25/22/0 мм

Диам. НКТ – 73,0 мм, диам. штока – 32,0 мм

Заключение:

Расчетные данные:

Факт. дебит – 6,34 м³/сут., N – 2,5 кач./мин., макс. ход штока – 2519 мм, эфф. ход штока – 1180 мм

$P_{min}$  – 1497 кгс,  $P_{max}$  – 4840 кгс, вес жидк. – 1070 кг, вес штанг – 2998 кг, вес штанг в жидк. – 2633 кг

Кoeff. подачи – 0,47, растяжение штанг – 106 мм, растяжение НКТ – 38 мм

жинной насосной установки с канатной штангой было установлено на скважине № 149 Шагиртско-Гожанского месторождения ЦДНГ № 3.

#### ОБОРУДОВАНИЕ ВКЛЮЧАЛО:

- насос скважинный штанговый 2-СП45/Б24-01 ТУ 3665-001-12058648-2004 – Насос скважинный специальный;
- штанги насосные (группа прочности – D);
- тяжелый низ НШ 22 мм длиной 56 м (8 штанг с центраторами);
- штанга канатная КШ-1.000 ТУ 3665-019-12058648-2011с нижней и верхней заделками – Канатная штанга – 1000 м;
- НШ 22 мм – 264 м;
- колонна НКТ73\*5,5 мм ГОСТ 633-80;
- кабельная греющая линия ГКЛ 3 x 10 – 920 м со станцией управления.

При монтаже канатных штанг использовались агрегат-лебедка и система роликов (рис. 6, 7).

Глубина спуска насоса составила 1320 м. Угол отклонения от вертикали в месте установки насоса – 48°. Опытное оборудование СНУ с КШ запущено в работу при следующих параметрах: число двойных ходов в минуту – 4,5; длина хода – 2,5 м. Динамический уровень – 870 м. Дебит скважины составил 12,66 м<sup>3</sup>/сут. при обводненности 39%. Динамограмма работы СНУ с КШ представлена на рисунке 8.

Успешное внедрение первой установки скважинного насоса с канатной штангой, обеспечившей увеличение дебита скважины (на 6 м<sup>3</sup>/сут.), и отсутствие

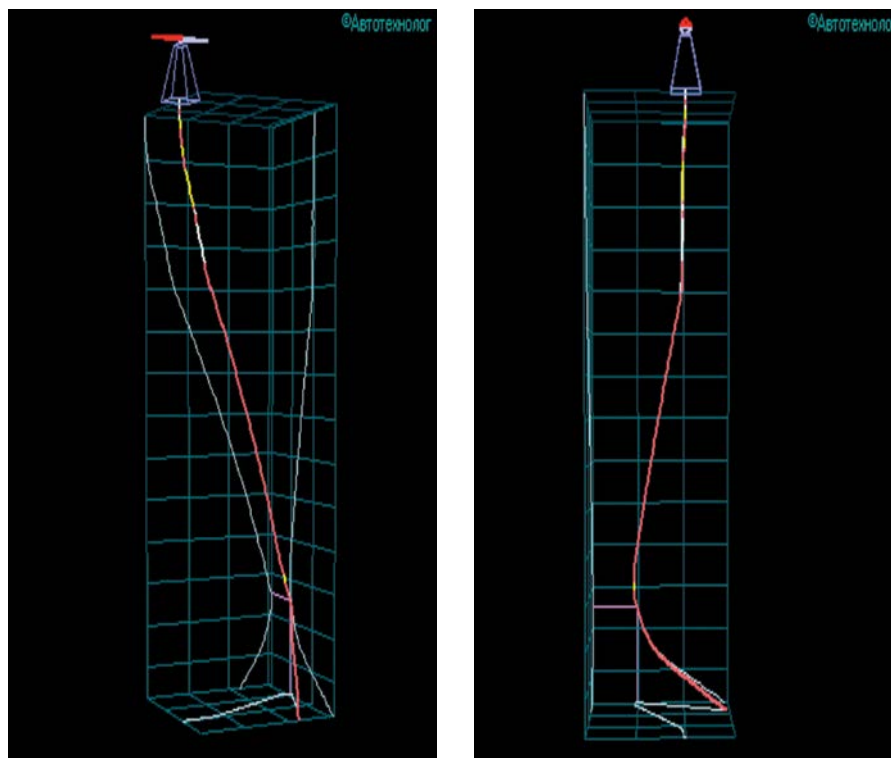


Рис. 5. Инклинометрия скважины № 149

Таблица. Исходные данные по скважине № 149 Шагиртско-Гожанского месторождения ЦДНГ № 3

Название пласта	Т (Турнейский)
Интервал перфорации, м	1521-1528, 1531-1535
Планируемый дебит жидкости, м <sup>3</sup> /сут.	13,0-14,5
Забойное давление, МПа	6,32-3,78
Динамический уровень, м	835-1150
Динамическая вязкость, МПа*с	2,0
Давление насыщения нефти газом, МПа	7,2
Обводненность, %	39
Э/колонна, мм/толщина стенки, мм – глубина, м	168/8 – 1095,0 м; 114/6,4 – 952,0-1575,0 м

## SPA-HOTEL \*\*\*\* Пятигорский Нарзан САНАТОРИЙ

Санаторий «Пятигорский Нарзан» – это уникальное сочетание природных факторов, новейших медицинских разработок, высококлассного курортного отдыха и безупречного сервиса.

#### На базе здравницы:

- Собственная радоновая лечебница
- Открытый плавательный бассейн с подогревом
- «Мультимаг»
- Коллагенарий
- Карбокситерапия
- Грязелечебница
- Комплекс SPA- процедур
- Все виды массажа
- Гидропатия
- Ударно- волновая терапия
- Физиотерапевтический комплекс «Атланта» для подводного вытяжения позвоночника
- Ресторан
- Бильярд
- Сауна
- Хамам
- Комфортные номера
- Конференц -зал



г. Пятигорск, ул. Гора Казачка, 2, корп. 2.  
Бесплатная горячая линия – 8 800 100 52 01

Тел. 8(8793) 97-31-60, тел./факс 8(8793) 97-31-64  
Сайт: [www.narzan-kmv.ru](http://www.narzan-kmv.ru) e-mail: [narzan-kmw@yandex.ru](mailto:narzan-kmw@yandex.ru)

ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ, НЕОБХОДИМА КОНСУЛЬТАЦИЯ СПЕЦИАЛИСТА



Рис. 6. Барабан с канатной штангой



Рис. 7. Оттяжной нижний ролик

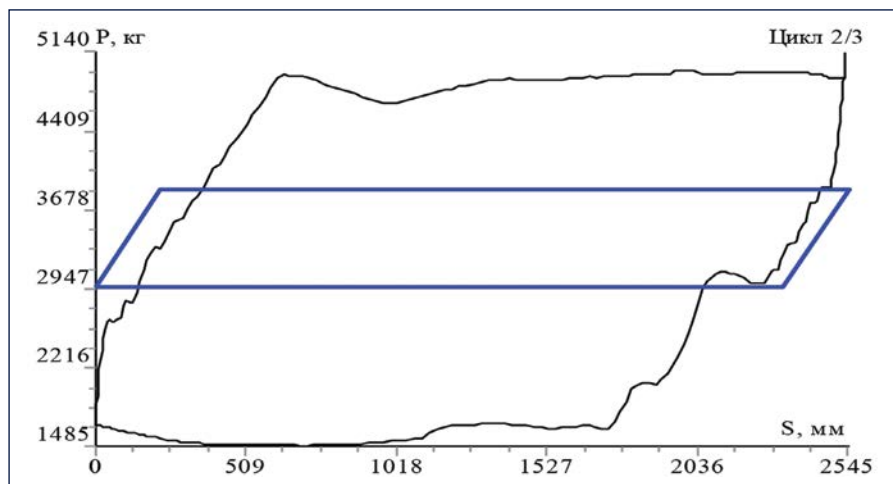


Рис. 8. Динамограмма работы СНУ с КШ

Месторождение ЦДНГ-3 (Шагир-Гожан)

Куст 1602. Скважина 149

Дата 01.10.2012, 12:18. Оператор 0

Исходные данные:

Уровень – 870 м, затр. давл. – 1,7 атм., глубина подвеса – 1320 м, диам. плунжера – 38 мм

Штанги: длина (1/2/3) – 522/750/48 м, диаметр (1/2/3) – 22/19/22 мм

Диам. НКТ – 73,0 мм, диам. штока – 32,0 мм

Заключение:

Расчетные данные:

Факт. дебит – 12,66 м<sup>3</sup>/сут., N – 4,5 кач./мин., макс. ход штока – 2550 мм, эфф. ход штока – 1721 мм

P<sub>min</sub> – 1485 кгс, P<sub>max</sub> – 5140 кгс, вес жидк. – 918 кг, вес штанг – 3348 кг, вес штанг в жидк. – 2941 кг

Кэфф. подачи – 0,67, растяжение штанг – 176 мм, растяжение НКТ – 48 мм

осложнений при работе в боковом стволе малого диаметра позволило наметить другие скважины-кандидаты для продолжения работ по внедрению нового оборудования для эксплуатации скважин с боковыми стволами малого диаметра.

Важным фактором является экономическая составляющая представленной технологии добычи нефти из боковых стволов малого диаметра. Необходимо отметить, что стоимость нового оборудования сопоставима по стоимости со стандартным оборудованием штанговой насосной установки и значительно ниже стоимости малогабаритных УЭЦН с вентильным приводом.

Литература:

1. Третьяков О.В., Мазеин И.И., Поносов Е.А. и др. Насосная установка для эксплуатации скважин с боковым стволом: Патент на полезную модель № 131801. Опубликовано в Государственном реестре полезных моделей РФ 27.08.2013 г.
2. Захаров Б.С. Специальные типы штанговых насосов. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2008.

**V.N. Ivanovskiy**, Doctor of Engineering, Professor, Head of the Machinery and Equipment of the Oil and Gas Industry Department, e-mail: ivanovskivn@rambler.ru; **A.A. Sabirov**, Candidate of Engineering, assistant professor, head of oil well pumping unit laboratory, e-mail: albert\_sabirov@mail.ru; **A.V. Degovtsov**, Candidate of Engineering, assistant professor of Gubkin Russian State University of Oil and Gas, e-mail: degovtsov.aleksey@yandex.ru; **O.V. Tretyakov**, Chief Engineer, e-mail: priemnaya@lp.lukoil.com; **I.I. Mazein**, Deputy General Director, e-mail: ii\_mazein@lp.lukoil.com; **Ye.A. Ponosov**, Head of the Oil Production Technology Department, e-mail: evgenij.ponosov@lukoil.com; **D.N. Krasnoborodov**, Lead Specialist, LUKOIL-Perm LLC, e-mail: denis.krasnoborov@lp.lukoil.com

## On the possibility of rod pumping of small diameter lateral wells

*The technical solution of operation of low flow rate wells with lateral trunks of small diameter by means of pump installations with rope bars is presented. Application of rope bars allowed to exclude wear of bars and pipes, increased an output of wells.*

**Keywords:** wells with lateral trunks, oil production, rod pump installations, rope bars, dinamogram.

References:

1. Tretyakov O.V., Mazein I.I., Ponosov Ye.A. et al. Nasosnaya ustanovka dlya ekspluatatsii skvazhin s bokovym stvolom (Pumping unit for lateral well operation): Utility model patent No. 131801. Published in the State Register of Utility Models of the Russian Federation on 27.08.2013.
2. Zakharov B.S. Spetsial'nye tipy shtangovykh nasosov (Special types of rod pumps). – Moscow: VNIIOENG JSC, 2008.



# Op-Ex Russia & CIS

Операционная эффективность в нефтяной, газовой и нефтехимической промышленности



Euro Petroleum Consultants

**SHARING KNOWLEDGE,  
SHAPING BUSINESS**

24 - 25 апреля 2014, ИнтерКонтиненталь Москва

## ЕДИНСТВЕННОЕ В СВОЕМ РОДЕ МЕРОПРИЯТИЕ ПО ОПЕРАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ РОССИИ И СТРАН СНГ

Конференция **Op-Ex Russia & CIS 2014** - Операционная эффективность в нефтяной, газовой и нефтехимической промышленности - высокоспециализированное мероприятие, в рамках которого будут детально рассмотрены стратегии по оптимизации кадрового состава, производственных активов и применению передовых технологий в сфере автоматизации и программном обеспечении, предназначенных для нефтегазовых компаний России и стран СНГ.

Спонсор:



Спонсорство и размещение  
Выставочного стенда

Если Вы хотите повысить узнаваемость Вашего бренда, расширить и углубить Ваши бизнес отношения с ключевыми руководителями в индустрии, пожалуйста, свяжитесь с Мариной Марчовской: [marina\\_marchovska@europetro.com](mailto:marina_marchovska@europetro.com) для получения индивидуального предложения на участие с выставочным стендом или спонсирования.

Мы предоставляем эксклюзивные возможности для выделения Вашей компании и налаживания перспективных деловых контактов с ведущими представителями отрасли.

Многолетние отношения Euro Petroleum Consultants с ключевыми компаниями отрасли и безупречная репутация компании предоставляют уникальную возможность оказать содействие при организации встреч для наших спонсоров и участников выставок.

## Заранее подтвердившие докладчики:

- Виталий Козлов, Директор департамента операционных улучшений нефтепереработки и нефтехимии, **БАШНЕФТЬ**
- Рустем Гималетдинов, Начальник департамента инженерно-технологического обеспечения, **ЛУКОЙЛ**
- Марат Усманов, Начальник управления поддержания активов департамента инженерно-технологического обеспечения, **ЛУКОЙЛ**
- Мухтар Аван, Инженер, **KUWAIT OIL COMPANY**
- Сулейман Озмен, Вице-президент по лицензированию, **SHELL GLOBAL SOLUTIONS**
- Ашиш Шах, Директор по проектам, **FLUOR**
- Йорг Дорлер, Руководитель подразделения компании в России, Глава нефтегазовой практики **A.T. KEARNEY**
- г-р Брай Вуг, Вице-президент по эталонному анализу, **JURAN INSTITUTE**
- Марк Хорс, Старший вице президент и директор по организационной эффективности и управлению изменениями, **SINCLAIR GROUP**
- Игорь Мещерин, Председатель Комитета по технологическому проектированию объектов производственного назначения, Член Совета НОП, **ОБЪЕДИНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫПОЛНЯЮЩИХ ПРОЕКТНЫЕ РАБОТЫ В ГАЗОВОЙ И НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ «ИНЖЕНЕР-ПРОЕКТИРОВЩИК»**
- Юрий Максименко, Руководитель продаж нефтегазового сектора, **INTERGRAPH**
- Алексей Костюков, Первый заместитель генерального директора, **НПЦ ДИНАМИКА**
- Представитель, **FOSTER WHEELER**
- Представитель, **AXENS**

## ВЫСТУПЛЕНИЕ С ДОКЛАДОМ

Если Вы бы хотели поделиться своим экспертным опытом и выступить на конференции **Operational Excellence Russia & CIS - Op-Ex 2014** или у Вас есть идеи и предложения по составлению программы, новым темам и дискуссиям, пожалуйста, свяжитесь с Менеджером конференции Мариной Марчовской: [Marina\\_Marchovska@europetro.com](mailto:Marina_Marchovska@europetro.com)

**Op-Ex Russia & CIS 2014** предоставляет профессиональную площадку для обсуждения пути решения важнейших задач, стоящих перед компаниями нефтегазовой индустрии в их стремлении достичь операционную и организационную эффективность, а также для продуктивного делового общения и обмена опытом и идеями.

[www.europetro.com](http://www.europetro.com) + 359 2 859 41 57 [Marina\\_Marchovska@europetro.com](mailto:Marina_Marchovska@europetro.com)