

8.2018



ВНИИОЭНГ

**Строительство
нефтяных
и
газовых
СКВАЖИН**

**на суше
и на море**

**Construction
of oil and gas wells on land
and sea**

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0130-3872

СТРОИТЕЛЬСТВО НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН НА СУШЕ И НА МОРЕ

Август 2018 г.

№ 8

Издается с 1993 г.
Выходит 12 раз в год

Учредитель журнала ОАО "ВНИИОЭНГ"
Генеральный директор

А.Г. Лачков

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Близиюков В.Ю. (главный редактор) – д-р техн. наук, проф., акад. РАЕН, акад. Украинской нефтегазовой академии, г. Москва

Липатов В.И. (зам. главного редактора) – канд. техн. наук, г. Москва,

Быков И.Ю. (зам. главного редактора) – д-р техн. наук, проф., акад. РАЕН, г. Ухта,

Цхадаия Н.Д. (зам. главного редактора) – д-р техн. наук, проф., акад. РАЕН, г. Ухта,

Агзамов Ф.А. – д-р техн. наук, проф., г. Уфа,

Антониади Д.Г. – д-р техн. наук, проф., акад. РАЕН, г. Краснодар,

Бастриков С.Н. – д-р техн. наук, проф., акад. РАЕН, г. Тюмень,

Вахромеев А.Г. – д.г.-м.н., доцент, г. Иркутск,

Войтенко В.С. – д-р техн. наук, проф., акад. РАЕН, акад. Украинской нефтегазовой академии, г. Минск,

Евсеев В.Д. – д-р техн. наук, проф., г. Томск,

Кузнецов Ю.С. – д-р техн. наук, проф., г. Москва,

Куликов В.В. – д-р техн. наук, проф., г. Москва,

Кунина П.С. – д-р техн. наук, проф., г. Краснодар,

Курбанов Я.М. – д-р техн. наук, проф., г. Тюмень,

Литвиненко В.С. – д-р техн. наук, проф., акад. РАЕН, РАГН, МАНЭБ, г. Санкт-Петербург,

Мамедтагизаде А.М. – д-р техн. наук, проф., акад. Международной академии наук, г. Баку,

Мыслик М.А. – д-р техн. наук, проф., акад. Украинской нефтегазовой академии, г. Ивано-Франковск,

Нескоромных В.В. – д-р техн. наук, проф., г. Красноярск,

Нижник А.Е. – д-р техн. наук, проф., г. Краснодар,

Николаев Н.И. – д-р техн. наук, проф., г. Санкт-Петербург,

Оганов А.С. – д-р техн. наук, проф., акад. РАЕН, г. Москва,

Повалихин А.С. – д-р техн. наук, доцент, акад. РАЕН, г. Москва,

Рябокоть С.А. – д-р техн. наук, проф., г. Краснодар,

Сочнев О.Я. – д-р техн. наук, член-кор. РАЕН, г. Москва,

Трифанов Г.Д. – д-р техн. наук, доцент, г. Пермь,

Хегай В.К. – д-р техн. наук, проф., член-кор. РАЕН, г. Ухта,

Хузина Л.Б. – д-р техн. наук, доцент, г. Альметьевск,

Шайдаков В. В. – д-р техн. наук, проф., г. Уфа.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ

- Михеев М.А., Уляшева Н.М., Хегай В.К., Близиюков В.Ю.* Некоторые вопросы бурения под кондуктор на площадях северной части Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции5
- Сагатов Р.Ф., Вакула А.Я., Ибрагимов А.Р., Хузина Л.Б.* Опыт применения технологии бурения на обсадной колонне на скважинах ПАО "ТАТНЕФТЬ"10
- Вахромеев А.Г., Иванишин В.М., Сверкунов С.А., Акчурун Р.Х.* Сложные горно-геологические условия разведки и разработки деформируемых трещинных коллекторов нефти и газа горизонтальным, наклонным и вертикальным бурением.....14
- Шайдаков В.В., Лягов А.В., Зинатуллина Э.Я., Лягов И.А., Грогуленко В.В.* Колтубинговое бурение боковых стволов21

ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ

- Нескоромных В.В., Попова М.С.* Основы системного подхода к проектированию бурового инструмента.....26
- Кунина П.С., Дубов В.В., Поляков А.В., Терещенко И.А., Новгородский А.А., Степанов М.С.* Целесообразность проведения ультразвукового контроля при диагностике бурового инструмента32

ЗАКАНЧИВАНИЕ СКВАЖИН

- Бекбаев А.А., Агзамов Ф.А.* Дисперсное армирование как фактор повышения качества облегченных цементных растворов38
- Мыслик М.А.* Об оценке вытесняющей способности бивязких жидкостей.....43

БУРЕНИЕ НА МОРЕ

- Сочнев О.Я.* Буровые окна для геолого-разведочного бурения в Российской Арктике и система управления ледовой обстановкой50
- Фам В.Х., Оганов А.С.* Прогноз изменения скорости поперечной волны в породах на месторождении СП "Вьесовпетро" на шельфе Вьетнама57

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

- Покорители Самотлора63
- Овчинникову Василию Павловичу 70 лет64

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

- К 95-летию Щербюка Николая Давыдовича65
- К 90-летию Якубовского Николая Васильевича66

УДК 622.24+621.694.2

КОЛТЮБИНГОВОЕ БУРЕНИЕ БОКОВЫХ СТВОЛОВ

В.В. Шайдаков¹ – д-р техн. наук, профессор, **А.В. Лягов**¹ – д-р техн. наук, профессор, **Э.Я. Зинатуллина**¹ – канд. техн. наук, доцент, **И.А. Лягов**² – канд. техн. наук, ген. директор, **В.В. Грогуленко**¹ – аспирант
(¹Уфимский государственный нефтяной технический университет, ²ООО "Перфобур")

Бурение боковых стволов обеспечивает эффективную добычу трудноизвлекаемых запасов углеводородного сырья старых нефтяных и газовых месторождений. Наиболее перспективным является колтюбинговое бурение. Рассмотрены существующие колтюбинговые стальные колонны, их производители и основные технические параметры. Альтернативный вариант для бурения боковых стволов – полимерные армированные трубы, изготовленные из полиэтилена и полипропилена, усиленные стальной проволокой, лентой, нитями. Представлены прочностные параметры труб и материалов для их изготовления. Определены нагрузки на долото в горизонтальном участке бокового ствола. Оценив потери на трение, установлено, что в горизонтальном стволе необходимо создавать на долото дополнительную нагрузку. Предложены конструкция гидравлического нагружателя и результаты его стендовых испытаний. Изложены результаты опытного бурения.

Ключевые слова: бурение боковых стволов; колтюбинг; колонна; нагрузка на долото; нагружатель; испытания; полимерные армированные трубы; промысловые и стендовые испытания.

DOI: 10.30713/0130-3872-2018-8-21-25

COILED TUBING DRILLING OF LATERAL WELLBORE

V.V. Shaydakov, A.V. Lyagov, E.Ya. Zinatullina, I.A. Lyagov, V.V. Grogulenko

Side tracks drilling ensures effective production of hard-to-recover hydrocarbon reserves of oil and gas fields. The most promising is coiled tubing drilling. The existing coiled tubing steel drill strings, their manufacturers and the main technical parameters are considered. An alternative option for sidetracking are polymer armored pipes made of polyethylene and polypropylene reinforced with steel wire, tape, threads. Strength parameters of pipes and materials for their manufacture are presented. The load on a bit in the horizontal section of the lateral trunk is determined. Having estimated the friction losses, it is established that it is necessary to create an additional load on a bit in a horizontal trunk. The construction of a hydraulic loader and the results of its bench testing are proposed. The results of the experimental drilling are submitted.

Keywords: sidetrack drilling; coiled tubing; casing string; load on the bit; loader; testing; polymeric reinforced pipes; field and bench tests.

Бурение наклонно направленных и горизонтальных скважин является приоритетным для вовлечения в эксплуатацию трудноизвлекаемых запасов старых и вновь вводимых нефтяных месторождений. Особенности геологического строения продуктивного горизонта каждого месторождения и меры по предупреждению опасного сближения стволов с ранее пробуренными скважинами определяют сложность и индивидуальный характер проектных профилей горизонтальных скважин и, следовательно, предъявляют повышенные требования как к поверхностному, так и к глубинному оборудованию, инструменту и навигационной аппаратуре.

Новым этапом в проводке наклонно направленных и горизонтальных скважин является колтюбинговое бурение. Наиболее перспективна доработка трудноизвлекаемых запасов истощенных нефтяных месторождений на поздней стадии, путем забуривания горизонтальных стволов из эксплуатирующихся скважин в старых регионах нефтедобычи [1, 2]. По данным Центра развития колтюбинговых технологий это позволит России дополнительно добывать ежегодно до 50 млн т нефти и 30 млрд м³ газа [3]. Разработка специальных забойных компоновок с гибкой бурильной трубой повышенной надежности для бурения скважин колтюбинговыми установками с учетом ди-

намических процессов, происходящих при их строительстве, повышает как качество формируемого ствола скважины, так и предопределяет дальнейшую безаварийную работу бурового оборудования. В зарубежной практике колтюбинговые установки задействованы в более 50 технологических операциях, в то время как на российских промыслах не более 5–8 операций по причине отсутствия специализированного оборудования, инструмента, приборного комплекса, обоснованности технологических решений.

В колтюбинговых технологиях применяют стальные трубы американских фирм Tenaris Coiled Tubes, Quality Tubing, Global Tubing, китайской Jason и российских производителей: ОАО "Уралтрубмаш", Энгельсспецтрубмаш (ESTM). Трубы выпускаются из углеродистой стали А606 тип 4, А607 по стандарту ASTM с пределом прочности 55,2...79,3 Н/мм² диаметром 19...89 мм. Российские трубы изготавливаются из стали S420MC, стали 606 тип 4. Трубы поставляются на барабане диаметром 1830...3300 мм.

В процессе одного технологического цикла спускоподъемных операций труба несколько раз подвергается неупругому знакопеременному деформированию. При спуске это размотка трубы с барабана, изгиб на направляющей дуге, выпрямлении в инжекторе и далее при погружении в скважину. При подъеме это

прохождение через направляющую, выпрямление после направляющей и снова изгиб при намотке на барабан. При этом в трубе реализуется как "жесткое" (ограниченное по деформации), так и мягкое (ограниченное по напряжению) нагружение.

На практике эксплуатация колтюбинговой колонны основана на постоянной диагностике её напряженно-деформированного состояния методами неразрушающего контроля, так и на применении расчетных методик с использованием программных продуктов Cerbtrus, FACT, Pegasus и ряда других.

Методический подход оценки ресурса колтюбинговой бурильной колонны основан на использовании циклических деформационных и прочностных характеристик материала, расчете кинетики напряженно-деформированного состояния объекта в представительских точках и модели накопления повреждений кинетического типа [4, 5].

Использование методов неразрушающего контроля при эксплуатации колтюбинговых труб наиболее полно отражено в стандарте API 5ST (API Specification 5ST. Specification for Coil Tubing. April 2010) и реализовано, например, с помощью вихретоковой и магнитной аппаратуры "Дефектоскоп-колтюбинг" НПП "ВНИИГИС" или системы "CoilScan RT" [6].

Для бурения боковых стволов из обсаженной скважины альтернативным решением для традиционных стальных труб является применение более гибких полимерных армированных труб. Конструктивно они состоят из полимера, армированного проволокой, лентой и высокопрочными нитями (рис. 1) [7]. Технологически для изготовления труб наиболее применимы полиэтилен низкого давления и сополимер пропилена с этиленом, предел текучести которых составляет 23...29 МПа.

Армирующий материал: стальная проволока, стальная лента с пределом текучести до 2000 МПа. В ряде случаев дополнительно используются высокопрочные нити (стеклонить и нить на основе углеродных волокон). Угол повива ленты в каркасе трубы со-

ставляет 70...80° к оси трубы. Проволока навита двумя встречными повивами под углом 15...30° к оси трубы. Экструзионное производство трубопроводов из армированных полимеров по сравнению со стальной трубой технологически проще, менее трудоемко, энергетически малозатратно и экологически безвредно. Минимальная площадь для размещения одной линии составляет 200 м². Все стадии технологического процесса производства трубопроводов неразрывны и выполняются на одной линии непрерывного действия. Изготовление таких трубопроводов реально разместить на промышленной базе. Прочностные показатели полимерных армированных труб не уступают стальным [8, 9].

Одной из проблем колтюбингового бурения наклонно направленных и горизонтальных участков скважины является создание требуемой осевой нагрузки на долото. Для обеспечения нормальной работы компоновки необходимо выполнение условий достаточности осевой силы, что связано с динамикой работы непрерывной трубы с малой жесткостью на изгиб и кручение, силами трения [10].

Для определения величины потерь осевой нагрузки на трение в компоновке с использованием колтюбинговых бурильных труб были проведены расчеты потерь осевой нагрузки на трение по методике [11]. Потери на трение определены суммированием их по участкам профиля ствола скважины. Коэффициент трения (сопротивления движению) в случае поступательного движения колонны в скважине (при бурении на технической воде в открытой части ствола $\mu = 0,14...0,18$; на глинистом растворе $\mu = 0,16...0,25$).

Было рассмотрено влияние радиуса набора зенитного угла и длины наклонного или горизонтального участка на потери осевой нагрузки на трение в компоновке с использованием колтюбинговых бурильных труб диаметром 60,3 мм и долота MF3PS диаметром 123,8 мм. Потери веса бурильной колонны на трение на наклонных участках приведены в таблице.

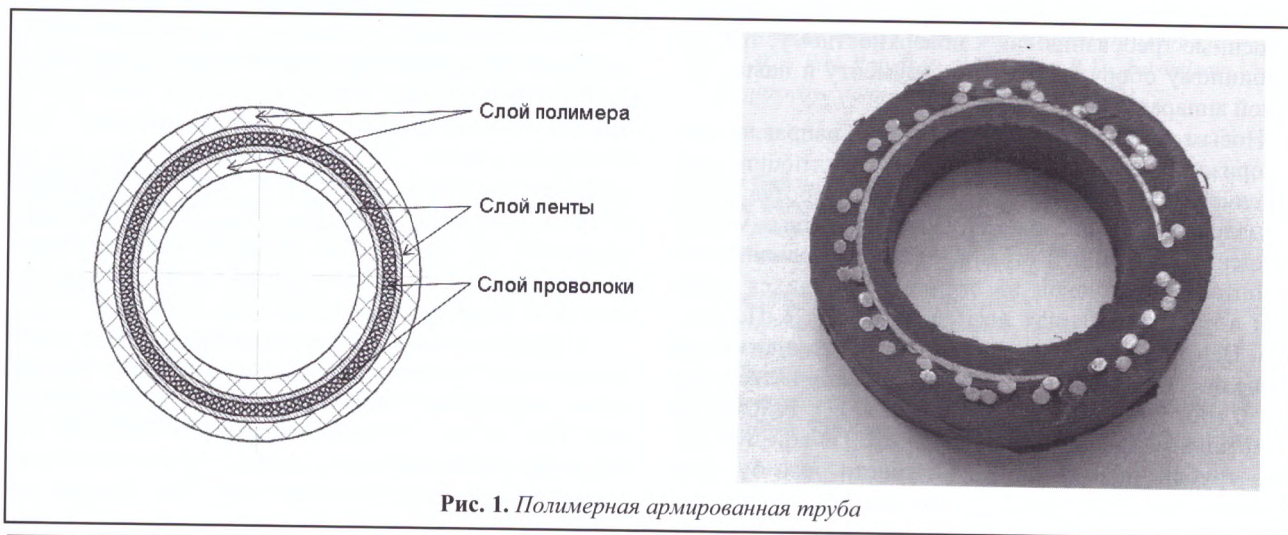


Рис. 1. Полимерная армированная труба

Потери веса колонны на трение в кН, на наклонных участках скважины (стальная колтюбинговая труба диаметром 60,3 мм; долото диаметром 123,8 мм)

Зенитный угол, град	Длина наклонного участка, м			
	20	40	60	100
30	1,03	2,07	2,89	5,20
60	1,78	3,59	5,12	8,51
90	1,86	4,17	6,20	10,82

Выполненные результаты расчетов показали, что уже при длине наклонного участка более 60 м, особенно при зенитном угле скважины, близком к 90°, получаем потери на трение, соизмеримые с максимально возможным усилием, передающимся на долото. Это влечет за собой значительное снижение механической скорости бурения. Для обеспечения нормальной работы КНБК необходимо выполнение условий достаточности осевой силы и момента поворота компоновки при её ориентировании.

Для преодоления сил сопротивления при движении бурового инструмента в состав компоновки для колтюбинговых комплексов при бурении боковых горизонтальных стволов протяженностью более 100 м необходимо включать гидравлические или гидромеханические нагружатели, способные работать в режимах автоматов подачи долота или демпферов-осцилляторов, выпускаемые отечественными и зарубежными компаниями "Буровая техника", "Буринтех", "Фирма "НСЛ", "Перфобур", NOV, "Schlumberger".

Для условий бурения боковых стволов в УГНТУ разработана конструкция гидронагружателя (рис. 2),

который состоит из трех силовых гидроцилиндров и набора гидромониторных насадок. Число поршней и диаметр насадок выбираются в зависимости от ожидаемой протяженности горизонтального участка скважины и места установки гидронагружателя в КНБК. При установке, например, над долотом, устройство работает следующим образом: перепад давления, который срабатывается в собственной насадке и насадках долота, действует на поршни гидронагружателя и создает гидравлическую нагрузку, которая прижимает долото к забою.

Нагружатель был опробован на специальном стенде, который представлен на рис. 3. Стенд включает буровой насос 2, приемную емкость для рабочей жидкости 1, рукав высокого давления 12, переходники 4 и 11, переводник с креплениями под лебедку 10, трос лебедки 9, основание стенда 6, подвижную каретку 7, крепление лебедки к основанию стенда 3, динамометр 8, гидронагружатель 5.

Регулирование расхода жидкости осуществлялось за счет изменения числа двойных ходов штока бурового насоса. Испытания проводились следующим образом: собиралась компоновка согласно схеме стенда (см. рис. 3), компоновка закреплялась на стенде, включался буровой насос, ступенчато поднималось давление и определялось значение осевой нагрузки по динамометру, строилась характеристика изменения осевой нагрузки в зависимости от давления (рис. 4).

Стендовые испытания гидронагружателя позволяют экспериментально подобрать его основные пара-

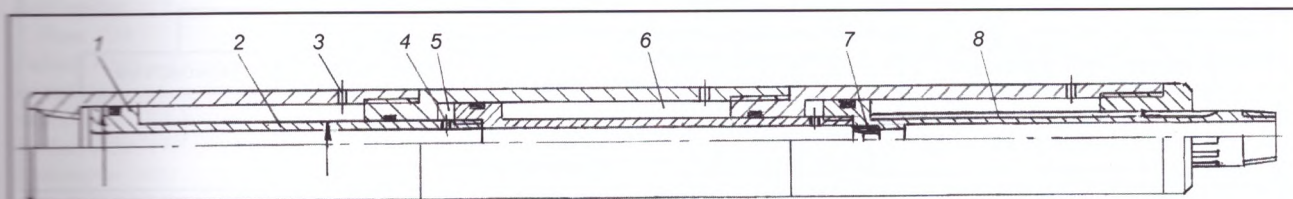


Рис. 2. Гидронагружатель:

1 – силовые поршни; 2 – шток; 3 – канал дренажный; 4 – канал высокого давления; 5 – камера высокого давления; 6 – камера низкого давления; 7 – насадка гидромониторная; 8 – соединение шлицевое

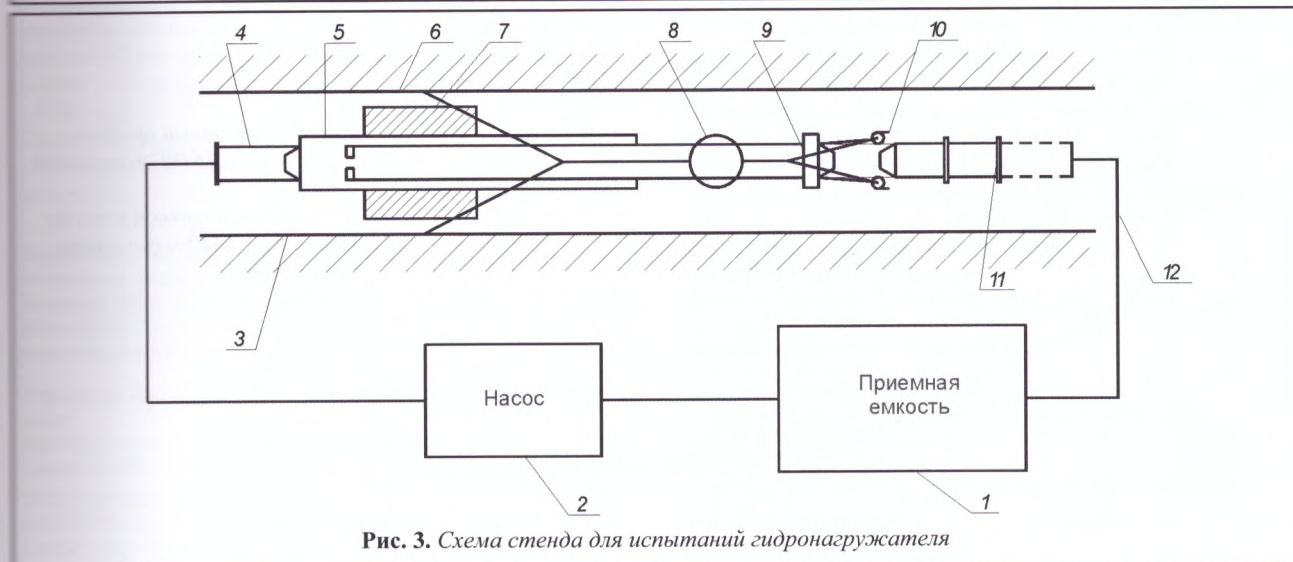


Рис. 3. Схема стенда для испытаний гидронагружателя

метры. В результате были установлены значения расходов промывочной жидкости для создания необходимой осевой нагрузки на долото, на основании которых определяются технологические параметры режима бурения.

Для бурения боковых горизонтальных стволов разработана специальная компоновка с гидромеханическими модулями (рис. 5). В состав КНБК входили долото диаметром 123,8 мм, наддолотный блок, винтовой забойный двигатель ДГ-95К, обратный клапан, гидронагрузатель, аварийный переводник, магнитный индикатор положения отклонителя, гидравлический ориентатор, телесистема.

Данная компоновка ранее успешно использовалась компанией ООО Фирма "НСЛ" при бурении горизонтального ствола длиной 322 м на скважине № 1619Г Асяновской площади (рис. 6) [10]. Результаты внедрения подтвердили работоспособность компоновки при бурении горизонтальных боковых стволов длиной до 500 м с механической скоростью 8 м/ч, с радиусом кривизны от 16 м. Предложенная КНБК обеспечивает необходимую управляемость ориентацией и осевой нагрузкой в процессе бурения.

В настоящее время гидромеханическое устройство подачи долота, способное работать в различных эксплуатационных режимах, применяется в технических системах компании ООО "Перфобур" при бурении разветвленных каналов малого диаметра и малого радиуса кривизны по прогнозированной траектории [12].

Вывод

Устройства для создания и автономного регулирования осевой нагрузки на долото, способные работать в различных режимах, позволяют не только увеличи-

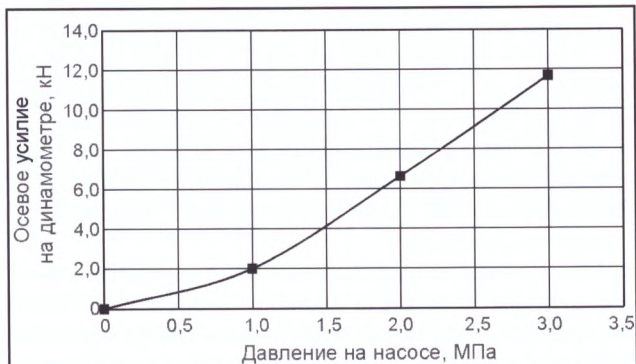


Рис. 4. Значения осевой нагрузки, создаваемой гидронагрузателем

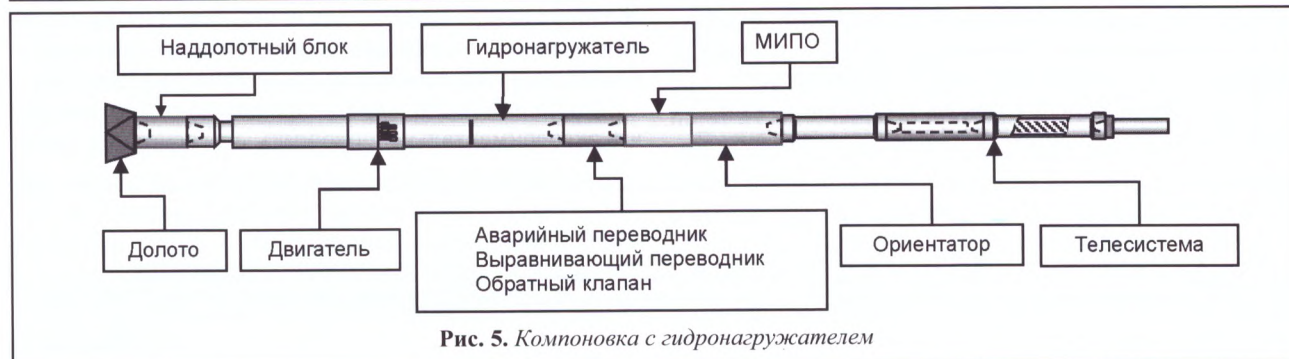


Рис. 5. Компоновка с гидронагрузателем

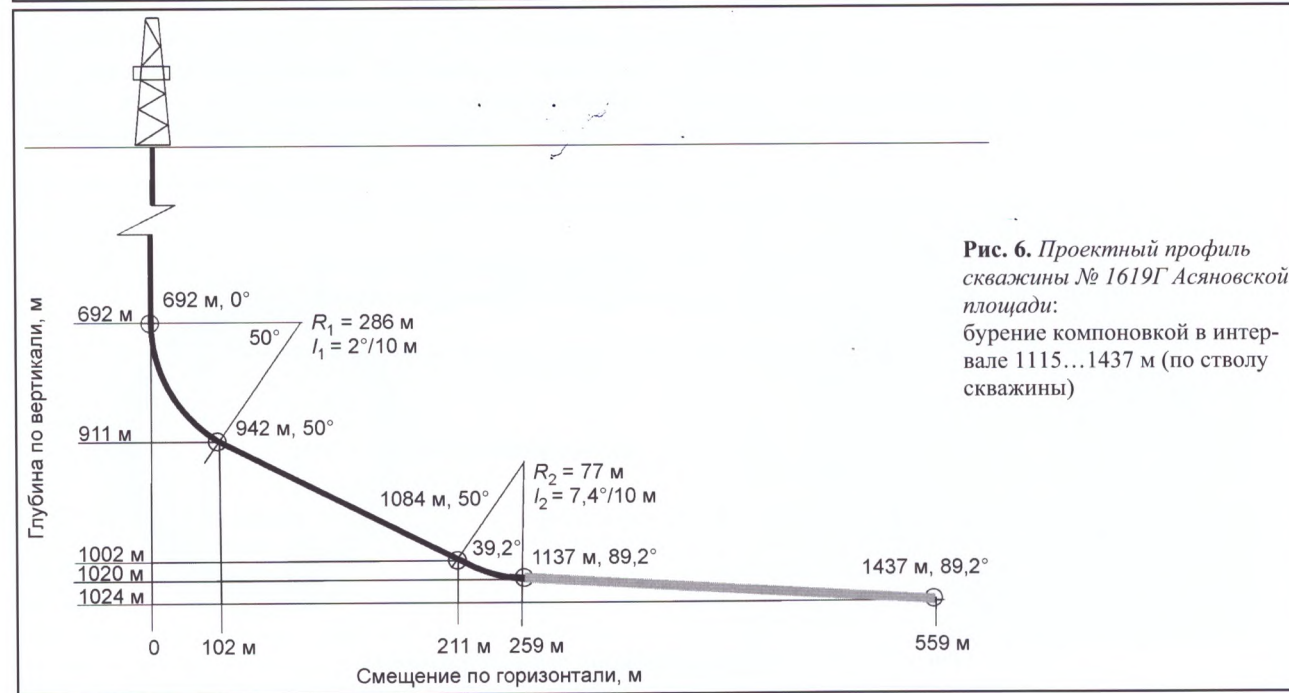


Рис. 6. Проектный профиль скважины № 1619Г Асяновской площади: бурение компоновкой в интервале 1115...1437 м (по стволу скважины)

вать механическую скорость бурения и повышать ресурс рабочих механизмов КНБК, обеспечивать снижение вероятности аварийных ситуаций, связанных с возможными прихватами, но и используя более гибкие полимерно-армированные трубы в качестве буровых колонн – минимизировать радиус кривизны забурки боковых стволов и каналов, а значит, обеспечить попадание в продуктивные коллекторы минимальной толщины, что позволит разрабатывать трудноизвлекаемые запасы, приобщать пласты небольшой толщины, причем с близко расположенными водонесущими горизонтами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуторов Ю.А. Особенности технологии строительства, исследования и эксплуатации боковых и горизонтальных стволов в нефтяных скважинах. – Уфа: УГНТУ, 2010. – 305 с.
2. An introduction to coiled tubing. History, applications and benefits. – URL: <http://www.icota.com> (Дата обращения 04.05.2018).
3. Такая важная труба. – URL: <http://www.mosgeonet.ru/news/?news=24537> (Дата обращения 04.05.2018).
4. Yue Shuai. New technology of coiled tubing drilling in slim hole // *Advances in petroleum exploration and development*. – 2014. – Vol. 8. – № 1. – P. 95–98.
5. К оценке долговечности длинномерных гибких труб / А.В. Брылкин, В.Б. Буксбаум, К.И. Колесников [и др.] // *Вестник ЮУрГУ: серия Математика. Механика. Физика*. Вып. 7. – 2012. – № 34. – С. 75–80.
6. Monitoring and managing coiled tubing integrity / R. Christie, Z. Liu, R. Standley, M. Torregrossa, A. Zheng, L. Zsolt // *Oil-field review*. – 2015. – № 1. – P. 48–56.
7. Пат. 138537 Российская Федерация, МПК F16L11/00 Гибкая труба (Варианты) / Шайдаков В.В.; заявитель и патентообладатель Шайдаков В.В. – № 2012158264/06; заявл. 29.12.2012; опубл. 20.03.2014, Бюл. № 8. – 3 с.
8. Изосимов А.М. О целесообразности применения гибких полимерно-металлических труб (ГПМТ) в нефтепромышленном деле // *Бурение и нефть*. – 2007. – № 1. – С. 48–50.
9. Шайдаков В.В., Чернова К.В., Пензин А.В. Полимерные армированные трубопроводы в современных гидравлических системах. – М.: Инфра-Инженерия, 2018. – 220 с.
10. Лягов А.В., Назаров С.В., Зинатуллина Э.Я. Опыт малообъемного бурения горизонтальной скважины российским оборудованием и инструментом в АНК "Башнефть" // *Интернет-журнал "Нефтегазовое дело"*. – 2004. – URL: http://www.ogbus.ru/authors/Lyagov/Lyagov_1.pdf (Дата обращения 04.05.2018).
11. Янтурин А.Ш. Передовые методы эксплуатации и механика буровой колонны. – Уфа: Башкиргоздат, 1988. – 168 с.

Владимир Владимирович Шайдаков¹,
Александр Васильевич Лягов¹,
Эльмира Якуповна Зинатуллина¹,
Илья Александрович Лягов²,
Владимир Викторович Грогуленко¹

¹Уфимский государственный нефтяной технический университет
450112, Россия, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.
E-mail: v1v2sh50@yandex.ru;

²ООО "Перфобур"
115114, Россия, г. Москва, Столярный пер., 3/18.
E-mail: lyagov@mail.ru

12. Создание технической системы "Перфобур" и исследование её работоспособности в сильно искривленном канале при вынужденных продольных колебаниях / И.А. Лягов, А.В. Лягов, И.Н. Сулейманов, М.А. Качемаева // *Научный журнал "Нефтегазовое дело"*. – 2015. – № 5. – С. 45–105. URL: http://ogbus.ru/issues/5_2015/ogbus_5_2015_p45-105_LyagovIA_ru.pdf (Дата обращения 04.05.2018).

LITERATURA

1. Gutorov Yu.A. Osobennosti tekhnologii stroitel'stva, issledovaniya i ekspluatatsii bokovykh i gorizontallykh stvolov v neftegazovykh skvazhinakh. – Ufa: UGNTU, 2010. – 305 s.
2. An introduction to coiled tubing. History, applications and benefits. – URL: <http://www.icota.com> (Data obrashcheniya 04.05.2018).
3. Takaya vazhnaya truba. – URL: <http://www.mosgeonet.ru/news/?news=24537> (Data obrashcheniya 04.05.2018).
4. Yue Shuai. New technology of coiled tubing drilling in slim hole // *Advances in petroleum exploration and development*. – 2014. – Vol. 8. – № 1. – P. 95–98.
5. K otsenke dolgovechnosti dlinnomernykh gibkikh trub / A.V. Brylkin, V.B. Buksbaum, K.I. Kolesnikov [i dr.] // *Vestnik YuUrGU: seriya Matematika. Mekhanika. Fizika*. Vyp. 7. – 2012. – № 34. – S. 75–80.
6. Monitoring and managing coiled tubing integrity / R. Christie, Z. Liu, R. Standley, M. Torregrossa, A. Zheng, L. Zsolt // *Oil-field review*. – 2015. – № 1. – P. 48–56.
7. Pat. 138537 Rossiyskaya Federatsiya, MPK F16L11/00 Gибкая труба (Varianty) / Shaydakov V.V.; zayavitel' i patentoobladatel' Shaydakov V.V. – № 2012158264/06; zayavl. 29.12.2012; opubl. 20.03.2014, Byul. № 8. – 3 s.
8. Izosimov A.M. O tseleoobraznosti primeneniya gibkikh polimerno-metallicheskikh trub (GPMT) v neftepromyslovom dele // *Burenije i nef't*. – 2007. – № 1. – S. 48–50.
9. Shaydakov V.V., Chernova K.V., Penzin A.V. Polimernyye armirovannyye truboprovody v sovremennykh gidravlicheskikh sistemakh. – M.: Infra-Inzheneriya, 2018. – 220 s.
10. Lyagov A.V., Nazarov S.V., Zinatullina E.Ya. Opyt koltyubingovogo bureniya gorizontallykh skvazhin rossiyским oborudovaniem i instrumentom v ANK "Bashneft" // *Internet-zhurnal "Neftegazovoye delo"*. – 2004. – URL: http://www.ogbus.ru/authors/Lyagov/Lyagov_1.pdf (Data obrashcheniya 04.05.2018).
11. Yanturin A.Sh. Peredovyye metody ekspluatatsii i mekhanika buril'noy kolonny. – Ufa: Bashknigozdat, 1988. – 168 s.
12. Sozdaniye tekhnicheskoy sistemy "Perfobur" i issledovaniye ee rabotosposobnosti v sil'no iskryvlennoy kanale pri vynu-zhdennykh prodol'nykh kolebaniyakh / I.A. Lyagov, A.V. Lyagov, I.N. Suleymanov, M.A. Kachemayeva // *Nauchnyy zhurnal "Neftegazovoye delo"*. – 2015. – № 5. – S. 45–105. URL: http://ogbus.ru/issues/5_2015/ogbus_5_2015_p45-105_LyagovIA_ru.pdf (Data obrashcheniya 04.05.2018).

Vladimir Vladimirovich Shaydakov¹,
Alexander Vasilievich Lyagov¹,
Elmira Yakupovna Zinatullina¹,
Ilya Alexandrovich Lyagov²,
Vladimir Viktorovich Grigorenko¹

¹Ufa State Petroleum Technical University
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450112, Russian Federation.
E-mail: v1v2sh50@yandex.ru;

²LLC "Perfobur"
3/18, Stol'yarny per., Moscow, 115114, Russian Federation.
E-mail: lyagov@mail.ru