



ФИЛИАЛ РОССИЙСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА НЕФТИ И ГАЗА
(СНИУ) ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА

ISSN 2181-1482

Doi Journal 10.26739/2181-1482

ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

ТОМ 6, НОМЕР 3

INNOVATIONS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

VOLUME 6, ISSUE 3



ТАШКЕНТ-2025

Главный редактор | Chief Editor:
МАГРУПОВ АБДУЛЛА МАХМУДОВИЧ
 кандидат технических наук, доцент
 Исполнительный директор Филиала РГУ
 нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина в г. Ташкенте

Ответственный редактор | Executive Editor:
ДЖУМАБАЕВ ДАВЛАТБАЙ ХАЛИЛЛАЕВИЧ
 доктор физико-математических наук, доцент, заместитель
 директора по научным работам и инновациям Филиала РГУ
 нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

Технический редактор | Technical Editor:
ЕВСТАФЕЕВ ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ
 преподаватель отделения «Разработка нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений»
 Филиала РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ | EDITORIAL BOARD

АХМЕДОВ МИРЗААНВАР МОХИДЖОНОВИЧ
 PhD, заместитель директора по учебной работе Филиала РГУ нефти и
 газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

АКРАМОВ БАХШИЛЛО ШАФИЕВИЧ
 кандидат сельскохозяйственных наук, профессор отделения «Разработка нефтяных,
 газовых и газоконденсатных месторождений» Филиала РГУ нефти и газа
 (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

БУЗРУКОВ РУСТАМ ИСЛАМОВИЧ
 кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Физика,
 электротехника и теплотехника» Филиала РГУ нефти и газа (НИУ)
 имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

БЕРОВА ИННА ГРИГОРЬЕВНА
 кандидат технических наук, доцент кафедры
 «Бурение нефтяных и газовых скважин», РГУ нефти и газа (НИУ)
 имени И.М. Губкина в г. Москва

ТАКТАШЕВА ДИНАРА РИНАТОВНА
 доцент, заведующая кафедрой «Иностранные языки» Филиала РГУ
 нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

МУХАМЕДОВ ШУХРАТ БАХРОНОВИЧ
 доктор исторических наук, доцент кафедры «Социально-гуманитарные
 дисциплины» Филиала РГУ нефти и газа (НИУ)
 имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

КАДИРБЕКОВА ДУРДОНА ХИКМАТУЛЛАЕВНА
 PhD, первый заместитель директора по вопросам молодежи и духовно-
 просветительской работе, Филиала РГУ нефти и газа (НИУ) имени
 И.М. Губкина в г. Ташкенте

ЗАКИРОВ АЛИМДЖАН АБДУРАХИМОВИЧ
 доктор технических наук, профессор кафедры «Экономика нефти и газа»
 Филиала РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

НАДИРОВ КАЗИМ САДЫКОВИЧ
 доктор технических наук, профессор кафедры нефтегазового дела Южно-
 Казахстанского университета имени Мухтара Ауэзова (Казахстан)

ОТТО ОЛЬГА ЭДГАРОВНА
 кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой
 «Экономика нефти и газа» Филиала РГУ нефти и газа (НИУ)
 имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

РАХИМОВ АНВАРХОДЖА АКБАРХОДЖАЕВИЧ
 доктор технических наук, доцент отделения «Бурение нефтяных и
 газовых скважин» Филиала РГУ нефти и газа (НИУ)
 имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

СИДИКОВ АБДУЖАЛИЛ СИДИКОВИЧ
 доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Общая
 химия и химия нефти и газа» Филиала РГУ нефти и газа (НИУ)
 имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

АЗИМОВ ДИЛИМУРОД
 доктор технических наук (DSc), профессор
 Гавайского университета в Маноа (США)

РАВИЛОВ ШАВКАТ МУГАВЕЕВИЧ
 доцент, заведующий кафедрой «Математика и информатика»
 Филиала РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

ГЛЕБОВА ЕЛЕНА ВИТАЛЬЕВНА
 доктор технических наук, профессор,
 заведующая кафедрой «Промышленная безопасность и охрана
 окружающей среды» РГУ нефти и газа (НИУ)
 имени И.М. Губкина, г. Москва

ДЖАМАЛОВ СИРОЖИДДИН ЗУХРИДДИНОВИЧ
 доктор физико-математических наук,
 главный научный сотрудник лаборатории
 «Научная лаборатория дифференциальных уравнений и их
 приложений» Института математики имени В.И. Романовского
 Академии наук Республики Узбекистан

МАВЛЯНКАРИЕВ БАХТИЁР АБДУГАФУРОВИЧ
 доктор технических наук, профессор
 отделения «Проектирование, сооружение
 и эксплуатация систем трубопроводного транспорта» Филиала РГУ
 нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

НУРМАТОВ УСАН ДАУРОВИЧ
 кандидат технических наук, доцент отделения «Бурение нефтяных и
 газовых скважин» Филиала РГУ нефти и газа (НИУ)
 имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

САПАЕВ УСМАН КАЛАНДАРОВИЧ
 доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой
 «Физика, электротехника и теплотехника» Филиала РГУ нефти и газа
 (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

ХУСАНОВ СУЛТАНБОЙ ТУХТАЕВИЧ
 доктор геолого-минералогических наук, профессор отделения
 «Технологии геологической и геофизической разведки» Филиала РГУ
 нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

УСМАНОВА АЗИЗА АБДУЛЛАЖАНОВНА
 кандидат психологических наук, доцент, заведующая кафедрой
 «Социально-гуманитарные дисциплины» Филиала РГУ нефти и газа
 (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

ЭФЕНДИЕВ ГАЛИБ МАМЕДОВИЧ
 доктор технических наук, профессор, руководитель отдела
 «Теоретические и прикладные проблемы современного бурения»
 института нефти и газа Министерства науки и образования
 Азербайджанской Республики, член-корреспондент Национальной
 академии наук Азербайджана (Азербайджан)

Design-pagemaker ДИЗАЙН-ВЕРСТКА: ХУРШИД МИРЗАХМЕДОВ

АВТОР НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ДОСТОВЕРНОСТЬ ФАКТОВ ИЗЛОЖЕННЫХ В СТАТЬЕ
 THE AUTHOR IS RESPONSIBLE FOR THE ACCURACY OF THE FACTS PRESENTED IN THE ARTICLE

КОНТАКТ РЕДАКЦИЙ ЖУРНАЛОВ. WWW.TADQIQOT.UZ
 ООО Tadqiqot город Ташкент,
 улица Амира Темура пр.1, дом-2.
 Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz
 Тел: (+998-94) 404-0000

Editorial staff of the journals of www.tadqiqot.uz
 Tadqiqot LLC the city of Tashkent,
 Amir Temur Street pr.1, House 2.
 Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz
 Phone: (+998-94) 404-0000

1.Алимбабаева З.Л., Камилова Г.М. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОРОШКОВЫХ ПОРИСТЫХ ПРОНИЦАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОВ И ИХ СПЛАВОВ	4
2.Давлатов Ш.У. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ УСПЕХА В НЕФТЕГАЗОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	9
3.Икрамова М. Р., Ахмедходжаева И.А., Улугмуродов С., Юлдошева Х. Н., Салиева М.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ ЮЖНО-МИРЗАЧУЛЬСКОГО КАНАЛА	13
4.Каримов У.А. БУРЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ КОМБИНИРОВАННЫМ СПОСОБОМ РОТОРНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ И ВИНТОВОГО ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ..	18
5.Мамаджанов Э.У. ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН С НЕУСТОЙЧИВЫМИ КОЛЛЕКТОРАМИ..	27
6.Матякубова П.М., Махмуджонов М.М., Саидорипов Л.Ф., Муминов Х.Д. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЖИДКИХ СРЕД	32
7.Матякубова П.М., Шамуратов Д. ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КАЛИБРОВКА И АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ВИСКОЗИМЕТРОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.....	40
8.Матякубова П.М., Гаибназаров Б.У. <small>Тос218904846</small> УСИЛЕНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ ТЕРМОСТАТОВ.....	48
9.Рахманкулов А.А., Бузруков Р. И., Овлаев Ж. О. РОЛЬ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	55
10.Салиева М. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ SOLIDWORKS В КУРСАХ «НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ», «ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ»	61
11.Турсунова Р. Ю., Хасанова М. Б. СОЗДАНИЕ ФИЛИАЛОВ «СКОЛКОВО» В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ – СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ИНИЦИАТИВА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН.....	67
12.Эгамназарова З. К. САТИРА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ	74



УДК 622.24.05:622.24.06

Каримов У. А.Филиал РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина в г. Ташкенте,

преподаватель

E-mail: karimov.ulugbek.17@mail.ru

**БУРЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ КОМБИНИРОВАННЫМ СПОСОБОМ
РОТОРНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ И ВИНТОВОГО
ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ**<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.18612536>**АННОТАЦИЯ**

Работа посвящена технологии бурения скважин на основе роторной управляемой системы и винтового двигателя. Это решение обеспечивает автоматическую коррекцию траектории, позволяет сократить количество центрирующих элементов и значительно увеличить частоту вращения долота. Техничко-экономический расчет доказывает, что технология повышает механическую скорость проходки, снижает стоимость метра бурения и обеспечивает экономический эффект.

Ключевые слова: скважина, опорно-центрирующие элементы, механическая скорость проходки, искривление скважины, частота вращения долота, компоновка низа буровой колонны, гидравлический забойный двигатель.

Karimov U. A.Branch of the Russian state university of oil and gas (NRU)
named after I.M. Gubkin in Tashkent city,
teacher

E-mail: karimov.ulugbek.17@mail.ru

**DRILLING OF VERTICAL SHAFTS BY A COMBINED METHOD OF A ROTARY
CONTROLLED SYSTEM AND A SCREW DOWNHOLE MOTOR****ABSTRACT**

The work is devoted to the technology of drilling wells based on a rotary controlled system and a screw motor. This solution provides automatic trajectory correction, reduces the number of centering elements and significantly increases the rotation speed of the chisel. The technical and economic calculation proves that the technology increases the mechanical speed of drilling, reduces the cost of a meter of drilling and provides an economic effect.

Keywords: borehole, centering elements, mechanical drilling speed, borehole curvature, bit rotation speed, bottom layout of the drill string, hydraulic downhole motor.

Karimov U. A.

I.M. Gubkin nomidagi Rossiya davlat
neft va gaz universitetining (MTU)
Toshkent shahridagi filiali,
o'qituvchi
E-mail: karimov.ulugbek.17@mail.ru

AYLANADIGAN BOSHQARILADIGAN TIZIM VA VINTLI PASTKI DVIGATELNING KOMBINATSIYALANGAN USULI BILAN VERTIKAL BOCHKALARNI BURG'ULASH

ANNOTATSIYA

Ish rotorli boshqariladigan tizim va vintli dvigatelga asoslangan quduqlarni burg'ulash texnologiyasiga bag'ishlangan. Ushbu yechim traektoriyani avtomatik tuzatishni ta'minlaydi, markazlashtiruvchi elementlar sonini kamaytiradi va bit tezligini sezilarli darajada oshiradi, rotorli boshqariladigan tizim va vintli dvigatelga asoslangan quduqlarni burg'ulash texnologiyasiga bag'ishlangan. Ushbu yechim traektoriyani avtomatik tuzatishni ta'minlaydi, markazlashtiruvchi elementlar sonini kamaytiradi va bit tezligini sezilarli darajada oshiradi. Texnik-iqtisodiy hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, texnologiya mexanik burg'ulash tezligini oshiradi, burg'ulash metri narxini pasaytiradi va iqtisodiy samarani ta'minlaydi.

Kalit so'zlar: quduq, tayanch-markazlashtiruvchi elementlar, mexanik o'tish tezligi, quduqning egriligi, bit tezligi, burg'ulash ustunining pastki tuzilishi, gidravlik pastki dvigatel.

Введение

Бурение вертикальных скважин с целью поиска и разработки перспективных участков газовых и нефтяных месторождений на территории Республики Узбекистан сегодняшний день набирают обороты, и данная тенденция была отмечена президентом Республики Узбекистан в июле прошлого года. В мировой практике ежегодно бурится более десятка тысяч вертикальных скважин для поиска и освоения новых месторождений и как правило, нефтегазовые компании стремятся минимизировать издержки на строительство. Принятие такого решения связано со следующими факторами:

- в вертикальную скважину легче спустить обсадную колонну;
- бурение вертикальных интервалов не требуют дорогостоящих систем навигации и управления траекторией;
- затраты на бурение вертикальных скважин существенно ниже при сравнении с наклонно-направленными или горизонтальными скважинами.

Обеспечение строгой вертикальности ствола представляет собой технологически сложную задачу, поскольку самопроизвольное искривление ствола скважины приводит к росту затрат на ее бурение и осложняет последующую эксплуатацию ее призабойной зоны. Традиционным решением данной проблемы является использование разных видов компоновок низа бурильной колонны служащие для предупреждения и ликвидации искривления ствола скважины, примеры данных компоновок представлены на рисунке 1. Принцип, по которому компоновка низа бурильной колонны сохраняет вертикальность ствола, основан на строго рассчитанном количестве и расположении опорно-центрирующих элементов, а также утяжеленных бурильных труб и их технических параметров.

Практика бурения показывает, что традиционные компоновки низа бурильной колонны имеют ряд недостатков в формировании вертикального ствола при бурении глубоких скважин, это и увеличение зенитного угла, а также образование продольных и поперечных искривлений. Для устранения данных недостатков было предложено использовать роторные управляемые системы в составе низа бурильной колонны, так как они доказали свою эффективность в сохранении траектории ствола скважины и увеличении скорости бурения горных пород.

Роторные управляемые системы – специальные устройства для искривления скважины во время бурения роторным способом, без остановки вращения бурильной колонны, где отклоняющий механизм находится в корпусе самого устройства. Роторная управляемая система включает несколько ключевых компонентов: отклоняющий механизм, забойную измерительную систему с датчиками навигации и каротажа, автономный источник энергоснабжения (в виде генератора или аккумуляторных батарей), а также наземное оборудование обработки данных. Все эти элементы объединены в единый комплекс посредством канала связи, обеспечивающего передачу информации между забойными приборами и поверхностной аппаратурой. Такая конструктивная схема позволяет системе эффективно выполнять свои функции по управлению траекторией бурения в различных геологических условиях. Главной особенностью роторной управляемой системы является автопилотный режим, который минимизирует участие человека в управлении траекторией ствола скважины.

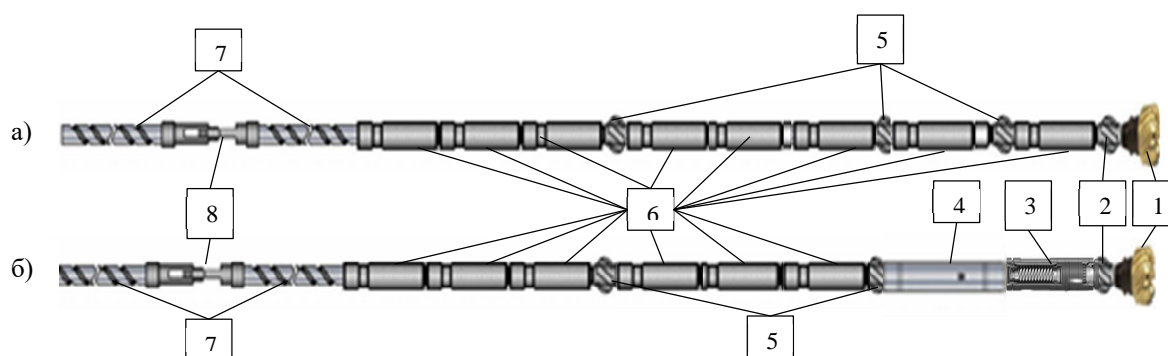


Рисунок 1. Виды компоновок низа бурильной колонны:

- а) Компоновка низа бурильной колонны для роторного способа бурения**
б) Компоновка низа бурильной колонны при бурении комбинированным способом ротор и винтовой забойный двигатель
1- долото, 2 – калибратор, 3 – винтовой забойный двигатель, 4 – телеметрическая система, 5 – центраторы, 6 – утяжеленные бурильные трубы, 7 – толстостенные бурильные трубы, 8 – ясс

*Составлен автором на основе данных источника [4]

Схема расположения и работы роторной управляемой системы в составе бурильного инструмента, показана на рисунке 2.

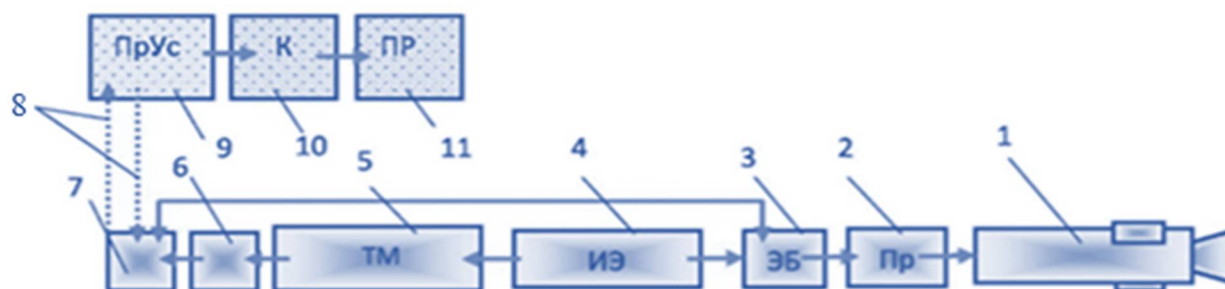


Рисунок 2. Схема роторной управляемой системы

*Составлен автором на основе данных источника [1]

Долото соединяется с механизмом искривления (1), который, в свою очередь, функционирует благодаря приводу (2). Привод непосредственно отправляет управляющие команды и воздействия на механизм искривления (1). Команды привод получает от электронного блока управления (3), который, в свою очередь, связан с источником электроэнергии (4). В качестве источника может использоваться промывочная жидкость, а точнее, её гидравлическая энергия, преобразуемая в энергию вращающегося вала при помощи

гидротурбины. Вращающийся вал, в свою очередь, питает турбогенератор, вырабатывающий электроэнергию. Также источниками могут выступать аккумуляторные батареи. За ориентацию бурильного инструмента в стволе скважины отвечает телеметрия (5), обеспечивающая постоянную обратную связь с поверхностью скважины. Она передает информацию о пространственном положении инструмента и получает управляющие команды от оператора через блок передачи и приема информации (7).

Система телеметрии функционирует благодаря электронному блоку (6). Передача информации и команд осуществляется через коммуникационные каналы (8), которые могут быть как гидроимпульсными, в которых импульсы создаются с помощью пульсатора, так и электромагнитными, где связь обеспечивается электромагнитными волнами. Эти волны передаются через бурильные трубы (в качестве анода) сквозь горные породы и принимаются антенной (в роли катода), установленной в грунте на определенном расстоянии от буровой установки. На поверхности скважины находится блок формирования и усиления сигнала (9), который обрабатывает ответы от оператора и отправляет их в телеметрическую систему. Оператор, в свою очередь, получает данные и передает команды с помощью компьютера (10) и приборов для визуального контроля процесса бурения на буровой (11).

В настоящее время роторная управляемая система классифицируются на три вида:

1. Push-the-bit. Боковое отклоняющее усилие на долоте достигается изменением величины и направления отклоняющей силы благодаря направляющим лопастям, которые выдвигаются из корпуса. Это позволяет достигать искривления оси ствола скважины до 1,5 градусов на 10 метров.

Система с отклонением долота («push the bit») основывается на принципе отталкивания от стенки скважины всей компоновки или её значительной части. В данной системе ориентация роторной управляемой системы в необходимом направлении осуществляется путем нажатия специальными выдвижными башмаками-лопатками (см. рис. 3) на стенку скважины. Отклонение педалей-лопаток осуществляется перпендикулярно или тангенциально по отношению к корпусу. Это отклонение происходит благодаря цилиндрам, которые выталкивают педали-лопатки. Выталкивающая сила в цилиндрах создается за счет нагнетания промывочной жидкости или масла.



Рисунок 3. Роторная управляемая система по типу «push the bit»

***Составлен автором на основе данных источника [2]**

2. Point-the-bit. Боковое отклоняющее усилие на долоте достигается изменением угла перекоса долота путем смещения приводного вала. Это позволяет обеспечить интенсивность искривления оси ствола скважины до 2,5 градусов на каждые 10 метров.

Принцип «point the bit» подразумевает позиционирование долота через смещение приводного вала относительно корпуса роторной управляемой системы. Смещение вала может быть выполнено с использованием несоосного стабилизатора или подшипников с двумя эксцентричными шайбами, расположенными в центре вращающегося вала, либо с помощью специализированного электрического двигателя, который напрямую приводит в движение эксцентричные кольца. Один из примеров «point the bit» представлен на рисунке 4.



Рисунок 4. Роторная управляемая система по типу «point the bit»

***Составлен автором на основе данных источника [2]**

3. Комбинированные (гибридные) роторные управляемые системы. Внутренние лопатки создают давление на приводной вал, тем самым отклоняя долото. Это обеспечивает интенсивность искривления оси ствола скважины до 5 градусов на 10 метров.

В гибридных системах («point + push») два принципа объединены в одной конструкции. Пояснить работу гибридной системы можно на примере модели «Power Drive Archer» (рис. 5). Суть этой системы заключается в том, что четыре внутренние педали искривляют гибкий приводной вал, обеспечивая перекося долота в соответствии с требуемым направлением. Проще говоря, эффект «push the bit» заключается в том, что педали действуют не наружу, а внутрь, то есть они оказывают давление на приводной вал, который выполнен в гибком исполнении и способен изменять свое направление. Удобство и качество искривления вала также достигается с помощью регулировочных колец и универсального соединения, которое служит дополнительной точкой опоры.



Рисунок 5. Гибридная роторная управляемая система
*Составлен автором на основе данных источника [2]

Таблица 1 содержит данные о выполненных объемах бурения с использованием роторной управляемой системы в период с 2009 по 2014 год на месторождениях совместного предприятия «VSP», где в качестве примера рассмотрены интервалы диаметром 311,1 миллиметров. Для оценки эффективности проводилось сравнение временных затрат на проходку одного метра при применении винтового забойного двигателя и роторной управляемой системы. В расчет общего времени включались продолжительность механического бурения, операций с компоновкой низа бурильной колонны, промывки, проработки ствола и спуско-подъемных работ, при этом исключалось время, затраченное на ликвидацию аварий и осложнений. Результаты анализа показали, что для интервалов 311,1 миллиметров, пройденных с оборудованием Schlumberger, временные затраты составили 0,194 часа на метр, для Baker Hughes - 0,143 часа, тогда как при использовании винтового забойного двигателя этот показатель достиг 0,321 часа. Существенное расхождение в производительности объясняется также различием в применяемом породоразрушающем инструменте: при роторном управляемом бурении использовались исключительно PDC-долота, в то время как с винтовым двигателем чередовались трехшарошечные и PDC долота.

Таблица 1

**Объемы бурения с применением роторной управляемой системы
от разных подрядчиков**

Компания-подрядчик	Объем бурения, м, секции диаметром, мм		
	311,1	215,9	165,1
Schlumberger	97787	15666	3193
Baker Hughes	89845	24817	-

*Составлен автором на основе данных источника [3]

Анализ статистических данных за пятилетний период (с 2009 по 2014 год) показал, что при проходке интервалов диаметром 311,1 миллиметров с использованием роторной управляемой системы был достигнут совокупный эффект сокращения срока строительства скважин, что эквивалентно 1184 суткам.

Анализ практического опыта эксплуатации позволяет сформулировать ряд важных выводов:

1) Использование роторных управляемых систем демонстрирует высокую результативность в проходке при сравнении с комбинированной технологией на основе винтового забойного двигателя, даже с учетом незначительных потерь оборудования. Рассматриваемая технология сохраняет свои преимущества при выполнении протяженных участков с постоянной корректировкой траектории ствола.

2) Эффективность использования роторной управляемой системы во многом зависит от технических параметров применяемого бурового оборудования. Существенное влияние на производительность оказывают мощные буровые насосы с увеличенной производительностью, состав и свойства используемого бурового раствора, многоуровневая система его очистки, грамотно подобранные PDC-долота, усиленные бурильные трубы и наличие системы верхнего привода. Полноценная реализация возможностей технологии возможна лишь при согласованной работе всех элементов оснащения и строгом соблюдении рекомендуемых режимов их эксплуатации. Только комплексный подход к организации технологического процесса позволяет достичь максимальных показателей эффективности при бурении.

3) Практический опыт последнего четырехлетнего периода подтвердил исключительную эффективность интеграции роторных управляемых систем в комплекс оборудования буровых установок, что обусловило их широкое применение при сооружении скважин.

Методология

В работе рассматривается использование роторной управляемой системы как одного из элемента компоновки низа бурильной колонны, который позволит обеспечить вертикальность ствола за счет автопилотирования в процессе бурения, на случай если бурильный инструмент отклониться от проектной траектории. Помимо этого, роторная управляемая система позволит облегчить компоновку низа бурильной колонны убрав после себя опорно-центрирующие элементы, которые в количестве не менее трех штук применяются при использовании традиционных компоновок низа бурильной колонны. Еще одним недостатком жестких компоновок при сравнении с роторной управляемой системы является зависание инструмента и как следствие уменьшение скорости проходки, причиной зависания является уступы, образованные на горной породе, об которые упираются опорно-центрирующие элементы из-за износа долота и уменьшения его диаметра.

Подобное комбинированное использование технологий дает возможность существенно повысить частоту вращения породоразрушающего инструмента, что в свою очередь приводит к заметному росту механической скорости проходки. Такой эффект достигается за счет оптимального сочетания характеристик обеих систем, позволяющего максимально эффективно использовать их преимущества в различных технологических условиях [4].

В данной работе предлагается использовать комбинированный способ бурения роторной управляемой системы и винтового забойного двигателя поисковой скважины на нефтяном месторождении Кандым. Система необходима для бурения интервала под первую промежуточную колонну долотом диаметром 311 мм. Для подтверждения эффективности системы комбинированный способ бурения роторной управляемой системы и винтового забойного двигателя было принято решение сравнить её с традиционной технологией бурения на данном месторождении в соседней скважине.

Представлены компоновки низа бурильной колонны для традиционной технологии (рис. 6) и новой технологии (рис. 7). Все технические характеристики, параметры режима бурения традиционной компоновки и новой компоновки представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Технические характеристики и параметры режима традиционной технологии бурения

Вес в жидкости/воздухе, т	БК: 60/71
	КНБК: 20/24
Длина, м	БК: 2145
	КНБК: 105
Вес БК+КНБК в жидкости/воздухе, т	80/95
Длина БК+КНБК, м	2250
Параметры режима бурения	

Осевая нагрузка:	5-7 т	Частота вращения:	25+обороты ВЗД об/мин	Плотность БР	1240 кг/м ³	Расход:	35 – 50 л/с
------------------	-------	-------------------	-----------------------	--------------	------------------------	---------	-------------

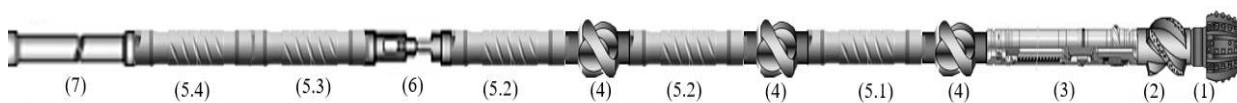


Рисунок 6. Компоновка низа бурильной колонны традиционной технологии бурения (1) PDC 311 S322 + (2) КЛС-311 + (3) ВЗД-240 + (4) ЦС-310 + (5.1) УБТС-229 + (4) ЦС-310 + (5.2) УБТС-203 + (4) ЦС-310 + (5.2) УБТС-203 + (6) ЯСС-203 + (5.3) УБТС-178 + (5.4) УБТС-146 + (7) ТБПК-127

Таблица 3

Технические характеристики и параметры режима новой технологии бурения

Вес в жидкости/воздухе, т		БК: 49/58 КНБК: 27/32					
Длина, м		БК: 2120 КНБК: 80					
Вес БК+КНБК в жидкости/воздухе, т		76/90					
Длина БК+КНБК, м		2200					
Параметры режима бурения							
Осевая нагрузка:	5-7 т	Частота вращения:	25+обороты ВЗД об/мин	Плотность БР	1240 кг/м ³	Расход:	35 – 50 л/с

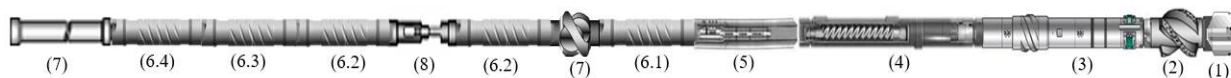


Рисунок 7. Компоновка низа бурильной колонны новой технологии бурения (1) PDC 311 S322 + (2) КЛС-311 + (3) РУС-240 + (4) ВЗД-240 + (5) ТС-241 + (6.1) УБТС-229 + (7) ЦС-310 + (6.2) УБТС-203 + (8) ЯСС-203 + (6.2) УБТС-203 + (6.3) УБТС-178 + (6.4) УБТС-146 + (8) ТБПК-127

Результаты

Для сравнения двух технологий в качестве исходных данных были применены показатели бурения двух скважин (см. таб. 4), а результатами расчетов является стоимости метра проходки двух технологий и экономического эффекта при использовании новой технологии, формулы (1) - (2):

$$C_m = \frac{B + R \cdot (T_6 + T_{сп}) + R_{пр} \cdot T_6}{H} \quad (1)$$

$$\Delta = (C_{м1} - C_{м2}) \cdot H \quad (2)$$

где

- стоимость метра проходки ($C_{м1}$ -базовая технология, $C_{м2}$ -новая технология), доллар за метр (C_m);
- интервал бурения в метрах (H);
- время, затраченное на разрушение породы заданного интервала в часах (T_6);
- время, потраченное на проведение спускоподъемных операций и вспомогательных работ в часах ($T_{сп}$);
- общая сумма всех долот и опорно-центрирующих элементов, использованных для разбуривания заданного интервала в долларах (B);
- стоимость часа работы буровой установки в долларах (R);

- аренда привода долота за час, или винтового забойного двигателя, или винтового забойного двигателя вместе с роторной управляемой системой в долларах ($R_{пр}$);
- экономический эффект при внедрении новой технологии в долларах (Э).

Таблица 4

Показатели бурения скважин базовой и новой технологий

№	Параметры, Показатели	Обозначения	Ед. измер.	Трад. технология	Новая технология
1.	Интервал бурения по вертикали, от – до		м	350 - 2250	350 - 2200
2.	Частота вращения ВСП	$n_{всп}$	об/мин	25	25
3.	Частота вращения ВЗД	$n_{взд}$		136	226
4.	Частота вращения долота	$n_{общ}$		160	250
5.	Среднее время 1-ой СПО	$t_{сп}$	ч	9,6	9,6
6.	Стоимость часа работы БУ	R	долл/ч	800	800
7.	Стоимость проката ВЗД	$R_{взд}$	долл/ч	125	125
8.	Стоимость проката РУС	$R_{рус}$	долл/ч	-	615
9.	Стоимость 1-го долота	$V_{дол}$	долл	30750	30750
10.	Стоимость 1-го ОЦУ	$V_{оцу}$		29500	29500
11.	Кол-во ОЦУ в КНБК		шт.	6	2
12.	Стоимость ОЦУ в КНБК	$V_{дол}$	долл	177000	60000
13.	Стоимость долот	$V_{оцу}$	долл	61500	61500
14.	Общая сумма всех долот и опорно-центрирующих элементов	V	долл	238500	121500
15.	Общая проходка в интервале	H	м	1900	1850
16.	Общее время бурения	T_b	ч	380	237
17.	Кол-во долот в интервале	N_d	шт	2	2
18.	Средняя проходка на долото	h	м	950	925
19.	Среднее время работы долота	t	ч	190	118
20.	Средняя мехскорость проходки	V_m	м/ч	5,0	7,8

21.	Рейсовая скорость бурения	V_p	м/ч	4,8	7,5
-----	---------------------------	-------	-----	-----	-----

Цена одного метра проходки традиционной технологией бурения составляет по формуле (1):

$$C_{m1} = \frac{238500 + 800 \cdot (380 + 19,2) + 125 \cdot 380}{1900} = 318,6 \text{ долл/м.}$$

Цена одного метра проходки новой технологией бурения составляет по формуле (1):

$$C_{m2} = \frac{121500 + 800 \cdot (237 + 19,2) + 740 \cdot 237}{1850} = 271,3 \text{ долл/м.}$$

Экономический эффект при внедрении новой технологии составит по формуле (2):

$$\mathcal{E} = (C_{m1} - C_{m2}) \cdot H_2 = (318,6 - 271,3) \cdot 1850 = 87505 \text{ долл.}$$

Обсуждение

Проведенные расчеты демонстрируют, что комбинированное использование роторной управляемой системы и винтового забойного двигателя способствует повышению скорости бурения как механического так и рейсового на изучаемом участке в сравнении с традиционной технологией бурения, одновременно сокращая расход экономических средств несмотря на высокую стоимость аренды роторной управляемой системы вместе с винтовым забойным двигателем.

Заключение

Роторная управляемая система сокращает огромное количество времени на сплайдирование и увеличивает механическую скорость проходки, а также сокращает расходы на оснащение компоновки низа бурильной колонны опорноцентрирующими элементами. Совместное использование винтового забойного двигателя для стимулирования процесса роторного бурения, в том числе с применением роторных управляемых систем, является существенно эффективным способом повышения скоростных показателей бурения, позволяющим увеличить обороты долота до 400 об/мин и улучшить технико-экономические показатели бурения.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения полученных результатов для оптимизации буровых процессов на нефтяных месторождениях. Применение роторной управляемой системы не только обеспечивает экономию времени и снижение затрат, но и повышает надежность проведения буровых работ, что особенно актуально в условиях сложных по своей структуре разрабатываемых месторождений. Важно подчеркнуть, что внедрение роторной управляемой системы представляет собой перспективное направление в развитии буровых технологий, особенно при освоении глубоких и сверхглубоких скважин.

Список используемой литературы:

1. Роторные управляемые системы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studref.com/702748/stroitelstvo/rotornye_upravlyaemye_sistemy (дата обращения 05.01.2026).
2. Симонянц С. Л. Бурение скважин гидравлическими забойными двигателями. – 2018.
3. Симонянц С. Л., Аль Т. М. О вращении бурильной колонны при работе винтового забойного двигателя с долотом // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. – 2019. – №. 3. – С. 45-48.
4. Шлюмберже [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.slb.com/> (дата обращения 05.01.2026).



ФИЛИАЛ РОССИЙСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА НЕФТИ И ГАЗА
(СНИУ) ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА

ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

INNOVATIONS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

Editorial staff of the journals of www.tadqiqot.uz

Tadqiqot LLC the city of Tashkent,

Amir Temur Street pr.1, House 2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz

Phone: (+998-94) 404-0000

Контакт редакций журналов. www.tadqiqot.uz

ООО Тадқиқот город Ташкент,

улица Амира Темура пр.1, дом-2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz

Тел: (+998-94) 404-0000