



**ООО «ESTM» запустило
первое в стране производство
гибких насосно-компрессорных труб**

Подробнее на стр. 3

ESTM

02 февраль
2018



специализированный журнал **БУРЕНИЕ & НЕФТЬ**

Февраль 2018

СОДЕРЖАНИЕ

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА
ООО «БУРНЕФТЬ»

Александр УДИНСКИЙ
генеральный директор
alex@burneft.ru, well@dol.ru

Людмила НЕЧАЙКИНА
главный редактор
info@burneft.ru

Виталий ПОТАПОВ
выпускающий редактор
vit@burneft.ru

Анна ПАВЛОВА
дизайн и верстка

Александр АНШЕЛЕВИЧ
фотокорреспондент

Надежда ЖИЛИНА
компьютерный набор

Павел МАЛКОВ
начальник отдела рекламы
8-919-786-53-75
malkovpavel@burneft.ru

Алексей ОСЬКИН
менеджер отдела рекламы
8-926-365-08-58
oskin@burneft.ru

Василий ДАВЫДОВ
системный администратор

Ростислав ЭТИН
web-мастер

Елена СИНЕЛЬНИКОВА
главный бухгалтер

РЕДКОЛЛЕГИЯ

О.К. АНГЕЛОПУЛО, д.т.н., профессор
Д.Ф. БАЛДЕНКО, д.т.н.
В.И. БОГОВЛЕНСКИЙ, д.т.н., чл.-корр. РАН
А.Н. ДМИТРИЕВСКИЙ, д.г.-м.н., академик РАН
Ю.С. КУЗНЕЦОВ, д.т.н., профессор
Г.М. ЛЕВИН
А.Г. МЕССЕР, к.т.н.
Л.Н. НЕЧАЙКИНА
В.П. ОВЧИННИКОВ, д.т.н., профессор
П.П. СУХ, д.н. (Польша)
Л.Г. ТИТОВ
А.С. УДИНСКИЙ, к.и.н., доцент
МАРИЯ ЦЕХАНОВСКА, д.т.н., профессор (Польша)
Г.П. ЧАЙКОВСКИЙ, к.т.н.
Пан ЧАНВЭЙ, д.ю.н., постдоктор экон., профессор (КНР)
А.Х. ШАХВЕРДИЕВ, д.т.н.
Л.В. ЭДЕР, д.э.н., профессор

Адрес редакции:
115201, Москва
Каширский проезд, 21, оф. 32, 42
Тел/факс: +7 (499) 613-93-17
Тел: +7 (495) 979-13-33,
+7 925-384-93-11, +7 (495) 971-65-84
бухгалтерия +7 (915) 062-55-65
E-mail: well@dol.ru www.burneft.ru
Редакция оформляет полную годовую подписку с любого месяца года
Подписные индексы
по каталогу «Урал-пресс»: 79931
по каталогу «Роспечать»: 79931
по каталогу «Пресса России»: 29003
по каталогу «Почта России»: П1827
Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций
Регистрационный номер ПИ № ФС 77-50419
Цена свободная
Отпечатано в типографии ООО «Медиа Гранд»
Журнал приглашает к сотрудничеству рекламодателей и всех заинтересованных лиц
Заявленный тираж 7000 экз.
Редакция не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламных объявлениях

СОБЫТИЕ

Колтюбинговый узел разрубили в «Узловой». ООО «ESTM» запустило первое в стране производство гибких насосно-компрессорных труб.....3

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ

Ивлев А.П., Еремин Н.А. Петророботика: роботизированные буровые комплексы.....8

ЭСПРЕСС-ОПРОС

ОПЕК, сланец, Сирия: компания Thomson Reuters представляет итоги 2017 года на рынке нефти и перспективы на 2018 год 14

НАУКА – ПРОИЗВОДСТВУ

Овчинников В.П., Яковлев И.Г., Бекмурзаев К.В., Рожкова О.В.
Результаты интерпретации кривых восстановления давления (КВД) по скважинам Пунгинского хранилища газа 18

Самойлович Ю.А. Возможности повышения эксплуатационного ресурса втулки бурового насоса за счет использования термоциклической обработки материала втулок22

Янтурин А.Ш., Ахметзянов И.И., Матвеев Ю.Г., Булюкова Ф.З.
Об авариях, связанных с самораскреплением резьбовых соединений штанг30

ПРОЕКТЫ, ВОЗМОЖНОСТИ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Гудан В.М. Компьютерная обучающая система «Рациональная организация рабочего места пользователя ПЭВМ с ВДТ. Эргономика и безопасность»34

Борисов А.А. Методы трехмерного проектирования для улучшения качества строительства и эксплуатации объектов. Передача заданий в электронном виде при проектировании в ПК AVEVA.....35

ТЕХНОЛОГИИ

Бесхижко В.В., Мацкевич А.В., Золотухин А.Б., Бесхижко Ю.В., Мацкевич К.А.
Обустройство нескольких морских месторождений углеводородов с использованием одного перемещаемого добычного устройства36

Можжерин А.В., Коржавин А.Ю. Влияние циклических нагрузок на остаточную проводимость алюмосиликатных и магнезиально-кварцевых пропантов40

Бурко В.А. Компания ООО «НТРС – Коми» о термогазохимическом воздействии на призабойную и удаленную зоны нефтяных скважин46

ЭКОЛОГИЯ И ПРОГРЕСС

Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Влияние нефтешлама на структуру пористости легковесного кирпича на основе межсланцевой глины.....50

РЕТРОСПЕКТИВА

Минина Е.В., Сергеев С.В. История развития бурения: музейный ракурс.....56

ЮБИЛЕЙ

Верен Сибири! К 80-летию С.Д. Великопольского62

Журнал включен в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук»



CONTENTS

MAGAZINE FOUNDER Co., Ltd. BURNEFT

Alexander UDINSKY
general director
alex@burneft.ru, well@dol.ru

Ludmila NECHAIKINA
editor-in-chief
info@burneft.ru

Vitali POTAPOV
publishing editor
vit@burneft.ru

Anna PAVLOVA
design and imposing

Alexander ANSHELEVICH
photographer

Nadejda ZHILINA
computer composition

Pavel MALKOV
the head of department
8-919-786-53-75
malkovpavel@burneft.ru

Alexey OSKIN
advertising manager
8-926-365-08-58
oskin@burneft.ru

Vasiliy DAVYDOV
system administrator

Rostislav ETIN
WEB foreman

Elena SINELNIKOVA
chief bookkeeper

EDITORIAL BOARD

O. ANGELOPULO, d.t.s., professor

D. BALDENKO, d.t.s.

V. BOGOVALENSKY, d.t.s.

RAS corr. member

A. DMITRIYEVSKY, d.g-m.s, RAS

Academician

Yu. KUZNETSOV, d.t.s., professor

G. LEVIN

A. MESSER, c.t.s.

L. NECHAIKINA

V. OVCHINNIKOV, d.t.s., professor

P. SUH, d.s. (Poland)

L. TITOV

A. UDINSKY, c.h.s., professor

M. TSEKHANOVSKA, d.t.s., professor
(Poland)

G. CHAIKOVSKY, c.t.s.

Pan CHANVEY,

d.j.s., economics postdoc., professor
(China)

A. SHAKHVERDIEV, d.t.s.

L. EDER, d.e.s., professor

Editorial office address:

21, Kashirsky driveway, office 32, 42
115201, Moscow Russia

Tel/Fax: +7 (499) 613-93-17

Tel: +7 (495) 979-13-33,

+7 (495) 971-65-84, +7 925-384-93-11,

+7 (919) 965-18-90 (bookkeeping)

E-mail: well@dol.ru

www.burneft.ru

Free price. Printed in Media Grand Ltd. Co's
printing house

EVENT

Coiled tubing knot was cut in the «Uzlovaya». «ESTM» LLC are launched
the country's first production of flexible tubing3

ANALYSIS AND PREDICTION

Ivlev A., Eremin N. Petrobotics: robotic drilling systems8

PROMT INQUEST

OPEC, shale, Syria: Thomson Reuters presents results of 2017
in the oil market and prospects for 2018 14

SCIENCE FOR PRODUCTION

Ovchinnikov V., Yakovlev I., Bekmurzaev K. Rozhkova O. Results of interpretation
of pressure recovery (PRC)curves along the wells of Punginsky gas storage 18

Samoilovich Ju. The solution of increasing service life of mud pump liner
through the use of thermal-cycle processing of the liners` material22

Yanturin A., Akhmetzyanov I., Matveev Yu., Bulyukova F. Accidents associated
with self-breaking-out of rod threaded connections30

PROJECTS, OPPORTUNITIES, PROSPECTS

Gudan V. Computer training system «Rational organization of the computers
user workplace with a VDT. ergonomics and security»34

Borisov A. Methods of threedimensional design to improve the quality
of construction and operation of facilities. transfer of tasks in electronic
form when designing in a computer AVEVA35

TECHNOLOGIES

Beskhizhko V., Matskevich A., Zolotukhin A., Beskhizhko Y., Matskevich K.
Arrangement of several offshore hydrocarbon fields using one movable production unit36

Mozhzhherin A., Korzhavin A. Influence of cyclic loads on the residual conductivity
of aluminosilicate and magnezic-quartz protopants40

Burko V. Company LLC «NTRS-Komi» on the thermogaschemical impact
on the bottomhole and remote zones of oil wells46

ECOLOGY AND PROGRESS

Abdrakhimov V., Abdrakhimova E. The effect of sludge on the structure
of porous lightweight brick on the basis of mislesevo clay50

RETROSPECTIVE

Minina E., Sergeyev S. History of drilling development: a museum perspective56

ANNIVERSARY

Loyalty of Siberia! To the 80th of S.D. Velikopolsky62



Петророботика: роботизированные буровые комплексы



УДК 622.24: 004.896: 338.364.4



А.П. ИВЛЕВ,
РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина



Н.А. ЕРЕМИН,
д.т.н., профессор
ermni@mail.ru

РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина

заместитель директора
по инновационной работе

ИПНГ РАН

A. IVLEV,
Gubkin Russian state University
of oil and gas (National Research
University) named
after I.M. Gubkin),
N. EREMIN,
Oil and gas research institute
RAS, Gubkin Russian state
University of oil and gas (National
Research University) named after
I.M. Gubkin

Нефтяная и газовая промышленности всегда базировались на использовании передовых технологий. Одним из элементов цифровой модернизации нефтегазовой отрасли является петророботика. Петророботика в бурении стремительно развивается. Наиболее интересными техническими решениями в области буророботики, как части петророботики, являются Баджер эксплорер и роботизированный буровой комплекс. Автономные роботизированные буровые системы особенно востребованы в морском бурении.

Данное исследование включает в себя описание и характеристики роботизированных буровых комплексов, оценку их сильных и слабых сторон и сравнение существующих роботизированных буровых систем. В среднесрочной перспективе следует ожидать плавный переход сервисных буровых компаний на безлюдные буровые технологии, с целью кратного снижения стоимости экологически безопасного бурения как на море, так и на суше.

Ключевые слова: петророботика, буророботика, роботизированная система бурения, автоматизированная система бурения, автоматическая система бурения, буровой робот, Баджер эксплорер, традиционное бурение, безлюдное бурение, мультиосевые системы бурения

PETROBOTICS: ROBOTIC DRILLING SYSTEMS

The oil and gas industry has always relied on the use of the advanced technology. One of the elements of the digital modernization of the oil and gas industry is petrobotics. Petrobotics in the drilling is rapidly evolving the Badger Explorer, robotic drilling systems. Autonomous robotic drilling systems are particularly in demand in the offshore drilling. The study includes the description and characteristics of the robotic drilling systems, an assessment of the strengths and weaknesses of the robotic drilling systems, and a comparison of existing robotic drilling systems. In the medium term we should expect a tenfold reduction in the cost of drilling and the transition to a unmanned drilling technology both at sea and on land.

Keywords: petrobotics, drill robotics, robotic drilling system, robotic drilling system, automatic drilling system, drilling robot, Badger Explorer, traditional drilling, unmanned drilling, multi-axis drilling systems

Большая часть неосвоенных запасов углеводородов расположена в глубоководных и подледных областях Мирового океана и удаленных районах без развитой инфраструктуры в северных широтах и за Полярным кругом. Освоение этих запасов углеводородов должно базироваться на высокотехнологических, экологически безопасных и безлюдных технологиях бурения. Руководство мировых нефтегазовых и сервисных буровых компаний интенсивно развивает безлюдные технологии бурения, повышающие экологическую безопасность, оптимизацию и интеграцию буровых операций (нефтегазовые технологии блокчейн), сокращающие многократно затраты на бурение [1 – 6]. В последние годы научно-технический прогресс в технологии бурения связан с развитием бурения в подводных, подледных и морских условиях. Автоматизированные системы бурения сменяются

автоматическими и роботизированными буровыми системами. Одновременно происходит ужесточение требований к международным и российским стандартам для технических средств, технологий и производственных операций при бурении, как на море, так и на суше.

РОБОТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА BADGER EXPLORER

В 1999 г. инженер Сигмунд Стокк (Sigmund Stokka) из Норвегии задался вопросом, возможно ли создать буровой инструмент без буровой установки для открытия и разведки глубоководных и сверхглубоководных нефтяных залежей. Инновационный буровой инструмент получил название Badger Explorer (Барсук-разведчик) [5, 6].

С точки зрения петророботики, Badger Explorer – это буровой робот, ко-

торый проводит безлюдное бурение в горных породах без использования буровой установки. Внедрение роботизированного бурового инструмента в практику бурения революционизирует нефтегазовую отрасль, делает поисково-разведочные работы менее трудоемкими и дорогостоящими, снижает уровень риска и уменьшает временные затраты на бурение скважин. Одноразовый буровой инструмент Badger Explorer спускается по забуриваемому стволу на шлангокабеле, который соединен с энергоустановкой. Буровой шлам в процессе бурения не выносятся за пространство буримой скважины, а сжимается и утилизируется в специальные контейнеры, расположенные за буровым инструментом. После окончания бурения и проведения геофизических измерений, роботизированная буровая установка Badger Explorer, контейнеры с буровым шламом и шлангокабель на поверхность не поднимаются, а оставляются в скважине навсегда. Многие детали и характеристики данного одноразового бурового инструмента пока остаются конфиденциальными.

РОБОТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА БУРЕНИЯ КОМПАНИИ ROBOTIC DRILLING SYSTEMS (БЫВШАЯ КОМПАНИЯ SEABED RIG)

Конверсия аэрокосмических технологий в нефтегазовые технологии представляется важной и актуальной задачей для цифровой модернизации нефтегазового производства [7 – 22]. Одним из удачных примеров конверсии аэрокосмических технологий в нефтегазовые технологии является создание роботизированных систем бурения на нефть и газ. Бурение играет значительную роль в аэрокосмической промышленности, в которой были созданы роботизированные системы бурения для обработки титанового сплава, алюминиевого сплава и ламинированных композитов самолетов. Первая роботизированная система автоматического бурения в аэрокосмической промышленности была создана в 2013 – 2014 гг. с целью снижения эксплуатационных затрат и повышения скорости и эффективности бурения. [23] Через год данная система была конвертирована в нефтегазовую систему автоматического бурения компанией Robotic Drilling Systems AS (RDS) из Норвегии. Первая роботизированная буровая система DFR-1500 была запущена компанией Robotic Drilling Systems в опытную эксплуатацию 23 сентября 2015 г. (рис. 1). Компания Robotic Drilling Systems разрабатывает промышленные буровые роботы, предназначенные для автоматического бурения скважин на нефть и газ. Роботизированная система бурения создана для буровой морской платформы. Она состоит из роботизированного оборудования для проведения полностью безлюдных буровых работ. Система способна работать с трубами и инструментами при осуществлении спускоподъемных операций на всех буровых платформах (новых и уже существующих). Система управления обеспечивает быстрые и точные рабочие операции при бурении в режиме реального времени с латентностью в несколько секунд.

Рост потребности в роботизированных буровых системах имеет решающее значение для подводного и подледного бурения нефтегазовых скважин. Роботи-



Рис. 1. Роботизированная система бурения компании Robotic Drilling Systems, Норвегия

1 – буровой робот (Drill-floor Robot) DFR-1500; 2 – мультиразмерный элеватор Multi-size elevator MSE-350 на базе антропоморфного манипулятора FANUC M-2000iA/2300L с грузоподъемностью 2300 кг; 3 – роботизированный манипулятор труб Robotic Pipe Handler RPH-3500; 4 – роботизированный буровой ключ Robotic Iron Roughneck RIR-270.

В последние годы научно-технический прогресс в технологии бурения связан с развитием бурения в подводных, подледных и морских условиях. Автоматизированные системы бурения сменяются автоматическими и роботизированными буровыми системами. Одновременно происходит ужесточение требований к международным и российским стандартам для технических средств, технологий и производственных операций при бурении, как на море, так и на суше.

Роботизированная система компании Robotic Drilling Systems состоит из 4 главных компонентов (рис. 1): бурового робота Drill-floor Robot DFR-1500; мультиразмерного элеватора Multi-size elevator MSE-350 на базе антропоморфного манипулятора FANUC M-2000iA/2300L с грузоподъемностью 2300 кг; трубоукладчика Robotic Pipe Handler RPH-3500 и электрического ключа Robotic Iron Roughneck RIR-270. С помощью этого оборудования предоставляется возможность полной автоматизации работ на буровой площадке морской платформы. Преимуществами системы являются снижение затрат на установку, обслуживание и малолюдная эксплуатация.

В конце 2016 г. международный научно-исследовательский институт в Ставангере запустил проект, в ходе которого буровая установка в испытательном центре Ullrigg будет модернизирована в роботизированный буровой комплекс. Роботизированное



Рис. 2. Модернизация буровой установки в роботизированный буровой комплекс в испытательном центре Ullrigg в международном научно-исследовательском институте в Ставангера

Табл. Сравнение роботизированных буровых комплексов

Параметр	Бэджер Эксплорер	Буровой робот
Автономность	Да	Да
Глубина бурения	± 3000 м	± 2000 м
Безопасность	Высокая	Высокая
Стоимость операций	Низкая	Средняя
Трудоемкость	Низкая	Низкая
Глубина моря	1000 м	45 м
Тип скважины	Поисково-разведочная	Вертикальная
Скорость проходки	2 м/час	6 м/час
Мощность энергоустановки	10 кВ	н/д
Отбор керна	Нет	Да

Компания Robotic Drilling Systems разрабатывает промышленные буровые роботы, предназначенные для автоматического бурения скважин на нефть и газ. Роботизированная система бурения разработана для буровой морской платформы. Она состоит из роботизированного оборудования для проведения полностью безлюдных буровых работ.

оборудование будет интегрировано с существующей системой контроля бурения и программным обеспечением для оптимизации бурения. Ожидается, что проект будет полностью готов выполнять операции роботизированного бурения в 2018 г. (рис. 2)

Буровой робот (Drill-floor Robot) DFR-1500 позволяет в безлюдном режиме осуществлять все производственные операции с трубами и инструментами на буровой площадке. Буровой робот оснащен необ-

Мультиразмерный элеватор Multi-Size Elevator MSE-350 на базе антропоморфного манипулятора FANUC M-2000iA/2300L предназначен для захвата колонны труб и удержания их на весу в процессе спуско-подъемных операций, а также для перемещения всех необходимых труб разного диаметра в процессе бурения.

ходимыми инструментами – захватами, ключами, зажимными инструментами и другими средствами для осуществления полного цикла спускоподъемных работ. Буровой робот проводит смену различных инструментов в течение нескольких секунд. Он имеет следующие характеристики: грузоподъемность – 1500 кг; количество автоматически управляемых осей – 7; точность позиционирования – высокая; система замены инструмента – секунды. Основное преимущество – отсутствие ручных операций.

Роботизированный буровой ключ Robotic iron roughneck RIR-270 – это первый в мире полностью автоматический электрический ключ. Роботизированный буровой ключ – устройство, предназначенное для таких спуско-подъемных операций при бурении нефтяных и газовых скважин, как свинчивание (развинчивание) труб с контролем и автоматическим ограничением крутящего момента, наращивание низа буровой колонны и других сложных операций. В передней части роботизированного бурового ключа имеются два трубозажимных устройства – верхнее и нижнее. Верхнее предназначено для захвата и вращения буровой трубы, а нижнее для захвата колонны труб и удержания ее от проворота. Каретка свободно вращается в верхней части колонны, ее положение фиксируется при работе и может перемещаться вдоль колонны по высоте. Верхняя часть роботизированного ключа имеет высокий крутящий момент – 270 кНм. Основные характеристики: электрический привод; автономный ключ с встроенным управлением; низкая потребность в техническом обслуживании благодаря использованию стандартных компонентов; автоматические буровые операции; тройной зажим с равномерно распределенным крутящим моментом с контролем высокой точности позиционирования; общий оборот верхнего трубозажимного устройства – 120 градусов. Основные преимущества – точные и быстрые операции свинчивания (развинчивания).

Мультиразмерный элеватор Multi-Size Elevator MSE-350 на базе антропоморфного манипулятора FANUC M-2000iA/2300L предназначен для захвата колонны труб и удержания их на весу в процессе спускоподъемных операций, а также для перемещения всех необходимых труб разного диаметра в процессе бурения. Вставки, необходимые для труб различного диаметра, заменяются в автоматическом режиме. Система управления обеспечивает безукоризненное взаимодействие



мультиразмерного элеватора с роботизированным манипулятором труб Robotic Pipe Handler RPH-350 для обеспечения быстрой и безопасной передачи труб. В мультиразмерном элеваторе имеется необходимая функция для измерения веса колонны труб и передачи информации роботизированному манипулятору труб. Основные характеристики: дистанционное управление заменой вставок; угол отклонения – до 90 градусов; возможность установки на верхние приводы; автоматическая работа; закрытая конструкция для снижения риска при открытии элеватора; конструкция с предохранительной вставкой. Основное преимущество – устраняет ручные операции при замене вставок.

Роботизированный манипулятор труб Robotic Pipe Handler RPH-3500 представляет собой гибкий робот с девятью степенями свободы, где нижняя стрела-захват может работать как горизонтально так и вертикально. Перемещение из горизонтального в вертикальное состояние осуществляется без применения отдельного НТВ (horizontal to vertical) устройства. Верхняя и нижняя стрела-захваты могут работать по самостоятельным программам. Благодаря своим уникальным вращательным стрелам-захватам, роботизированный манипулятор труб может закручивать трубу непосредственно во входное отверстие или выкручивать из нее. После этого роботизированный буровой ключ выполняет операцию свинчивания или развинчивания. Роботизированный трубный манипулятор забирает (возвращает) бурильные трубы из уникальных вертикальных стеллажей-магазинов, радиально расположенных вокруг буровой площадки. Эти вертикальные стеллажи состоят из определенного количества мобильных магазинов для труб различного диаметра. Стрелы-захваты роботизированного трубного манипулятора оснащены двумя зажимами каждая. Этими зажимами роботизированный трубный манипулятор захватывает бурильную трубу из любого магазина и перемещает ее в шурф для наращивания, или, наоборот, в зависимости от последовательности действий программы работ. Основные характеристики: количество автоматически управляемых осей – 9; автономный со встроенным управлением; низкая потребность в техническом обслуживании благодаря использованию стандартных компонентов; возможность горизонтального и вертикального вращения; встроенная функция горизонтально-вертикального устройства; грузоподъемность 3500 кг на каждую стрелу-захват. Основные преимущества: быстрое складирование труб в магазины, включая вращающие операции; быстрые и автоматические горизонтально-вертикальные операции.

Внедрение роботизированных буровых систем идет полным ходом на нескольких пилотных проектах, как на суше, так и на море [1 – 4]. Преимущества использования буровых роботов включают более высокую эффективность (более низкие эксплуатационные затраты), повышенную промышленную безопасность бурения за счет нивелирования ручных операций, точное управление, более легкую интеграцию и более низкое потребление энергии и меньшую эмиссию CO₂. Благодаря использованию полностью роботизированного бурового комплекса можно обеспечить быстрое, непрерывное и безлюдное строительство скважин как на море, так и на суше.

Роботизированный манипулятор труб Robotic Pipe Handler RPH-3500 представляет собой гибкий робот с девятью степенями свободы, где нижняя стрела-захват может работать как горизонтально так и вертикально. Перемещение из горизонтального в вертикальное состояние осуществляется без применения отдельного НТВ (horizontal to vertical) устройства. Верхняя и нижняя стрела-захваты могут работать по самостоятельным программам.

Роботизация бурения или буророботика окажет большое влияние на охрану и безопасность труда при бурении, повысит эффективность и снизит общую стоимость операций бурения. Использование робототехники для сокращения производственных издержек часто приводит к увеличению числа сотрудников из-за стремления компаний к высоким производственным показателям. Нефтяные компании будут стремиться бурить больше дешевых скважин для удовлетворения растущей потребности в углеводородах в мире. Увеличение добычи углеводородов будет способствовать росту количества высокотехнологичных рабочих мест в отрасли.

Литература

1. Raunholt L. et al. First Implementation of Robot Technology for the Drill Floor // Offshore Mediterranean Conference and Exhibition. Offshore Mediterranean Conference, 2017.
2. Watt M. et al. The Application of Robotic Drilling Systems in Extreme Environments // IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference. Society of Petroleum Engineers, 2016.
3. Hampton P.J. et al. Improvements and Capabilities of the CRD100 Subsea Robotic Drilling Platform // Offshore Technology Conference.
4. SPE/IADC 163466 Sondervik K., Autonomous Robotic Drilling Systems. // SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition held in Amsterdam, The Netherlands, 5–7 March 2013.
5. Eiken C. Badger Explorer // Course work, Head of the course work, prof. Nikolai A. Eremin; University of Stavanger and Gubkin Russian state University of oil and gas (National Research University) named after I.M. Gubkin, 26.05.2012. P. 11.
6. Malaeva I. Badger Explorer // Course work, Head of the course work, prof. Nikolai A. Eremin; Kazakh British Technical University, 2014. P. 48.
7. Garichev S.N., Eremin N.A. Technology of management in real time: Учеб. пособие (на английском языке). В 2 ч. М. МФТИ. Ч. 1. 227 с.
8. Garichev S.N., Eremin N.A. Technology of management in real time: Учеб. пособие (на английском языке). В 2 ч. М.: МФТИ. Ч. 2. 167 с.
9. Eremin Alexander N., Eremin Anton N., Eremin Nikolai A. Smart Fields and Wells, учебное пособие на англ.яз // PC of Kazakh-British Technical University (KBUTU) JSC, Almaty, 2013. P. 344.
10. Абукова Л.А., Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Михайлов Н.Н. Цифровая модернизация газового комплекса // Доклады заседания секции «Добыча газа и газового конденсата» Научно-технического совета ПАО «Газпром» (г. Светлогорск,



22–26 мая 2017 г.) «Актуальные вопросы разработки и внедрения малолюдных (удаленных) технологий добычи и подготовки газа на месторождениях ПАО «Газпром», М., ОАО «Газпром автоматизация», 2017, С. 9–20.

11. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Современная НТР и смена парадигмы освоения углеводородных ресурсов // «Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом», 2015. № 6. С. 10–16.

12. Скважинные сенсорные системы / Н.А. Еремин, А.Н. Дмитриевский, В.Г. Мартынов, С.П. Скопинцев, Ал.Н. Еремин // Нефть. Газ. Новации. 2016. № 2. С. 50–55.

13. Дмитриевский А.Н., Мартынов В.Г., Абукова Л.А., Еремин Н.А. Цифровизация и интеллектуализация нефтегазовых месторождений // Автоматизация и ИТ в нефтегазовой области. 2016. № 2 (24), апрель – июнь. С. 13–19.

14. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Инновационный потенциал умных нефтегазовых технологий. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2016. № 1. С. 4–9.

15. Еремин Н.А., Дмитриевский А.Н., Тихомиров Л.И. Настоящее и будущее интеллектуальных месторождений // Нефть. Газ. Новации. 2015. № 12. С. 44–49.

16. Еремин Ал. Н., Еремин Н.А. Современное состояние и перспективы развития интеллектуальных скважин // Нефть. Газ. Новации. 2015. № 12. С. 50–53.

17. Гаричев С.Н., Еремин Н.А. Технология управления в реальном времени: учеб. пособие. В 2 ч. М.: МФТИ, 2015. Ч. 1. 196 с.

18. Еремин Н.А., Еремин Ал.Н., Еремин А.Н. Управление разработкой интеллектуальных месторождений: учеб. пособие для вузов. В 2-х кн.: учеб. пособие для вузов. Кн. 2. М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2012. 210 с.

19. Еремин Н.А., Еремин Ал.Н., Еремин Ал.Н. Оптикализация нефтегазовых месторождений // Нефть. Газ. Новации. 2016. № 12. С. 40–44.

20. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Нефтегазовый комплекс РФ 2030: цифровой, оптический, роботизированный // ИАЖ Нефть России. 2017. № 3. С. 4–9.

21. Абукова Л.А., Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Цифровая модернизация нефтегазового комплекса России // Нефтяное хозяйство. 2017. № 10. С. 54–58. DOI: 10.24887/0028-2448-2017-10-54-58.

22. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Цифровое нефтегазовое производство // Нефть. Газ. Новации. 2017. № 5. С. 58–61.

23. Yao Y. Design and Experiment of a Robot Automatic Drilling System, SAE Technical Paper 2014-01-2246, 2014 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.4271/2014-01-2246> (дата обращения: 22.10.2014).

References

1. Raunholt L. etc. First Implementation of Robot Technology for the Drill Floor. Offshore Mediterranean Conference and Exhibition. Offshore Mediterranean Conference 2017.

2. Watt M. etc. The Application of Robotic Drilling Systems in Extreme Environments. IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference.–Society of Petroleum Engineers, 2016.

3. Hampton P.J. etc. Improvements and Capabilities of the CRD100 Subsea Robotic Drilling Platform. Offshore Technology Conference, 2016.

4. SPE/IADC 163466 Sondervik K., Autonomous Robotic Drilling Systems. SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition held in Amsterdam. The Netherlands, March 5-7, 2013.

5. Christer Eiken. Badger explorer. Course work, Head of the course work, prof. Nikolai A. Eremin; University of Stavanger and Gubkin Russian state University of oil and gas (National Research University), 26.05.2012. 11 p.

6. Inkar Malaeva. Badger Explorer. Course work, Head of the course work, prof. Nikolai A. Eremin; Kazakh British Technical University Publ., 2014. 48 p.

7. Garichev S.N., Eremin N.A. Technology of management in real time: Textbook (in English). In 2 parts Moscow MFTI [MFTI] Publ., Part 1. 227p.

8. Garichev S.N., Eremin N.A. Technology of management in real time: Textbook [in English] (2 vol.). Moscow, MFTI [MFTI] Publ., Part 2. 167 p.

9. Alexander N. Eremin, Anton N. Eremin, Nikolai A. Eremin, Smart fields and wells, Textbook. [in English]. Almaty OAO PC of Kazakhsko-Britanskiy tekhnicheskiiy universitet (KBTU) [Kazakh-British Technical University (KBTU) JSC] Publ., 2013. 344 p.

10. Abukova L.A., Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Mikhailov N.N. Tsifrovaya modernizatsiya gazovogo kompleksa. Doklady zasedaniya sektsii «Dobycha gaza i gazovogo kondensata» Nauchno-tekhnicheskogo soveta PAO «Gazprom» (g. Svetlogorsk, 22–26 may 2017 g.), «Aktual'nyye voprosy razrabotki i vnedreniya malolyudnykh (udalennykh) tekhnologiy dobychi i podgotovki gaza na mestorozhdeniyakh PAO «Gazprom» [Digital modernization of the gas complex // Reports of the meeting of the section «Gas and gas condensate production» of the Scientific and Technical Council of PJSC «Gazprom» (Svetlogorsk, May 22–26, 2017), «Topical issues of development and implementation of low-volume (remote) production and training technologies gas at the fields of Gazprom PJSC»]. Moscow, OAO «Gazprom avtomatizatsiya» [«Gazprom Automation» JSC] Publ., 2017, pp. 9–20.

11. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A. Sovremennaya NTR i smena paradigmy osvoiniya uglevodorodnykh resursov. [Modern scientific and technological revolution and a paradigm shift in the development of hydrocarbon resources] Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom [Problems of economic and management of oil and gas complex], 2015, no. 6, pp. 10–16.

12. Dmitrievsky A.N., Martynov V.G., Eremin N.A., Skopintsev S.P., Eremin A.N. Skvazhinnyye sensornyye sistemy [Well sensor systems]. Neft' Gaz. Novatsii [Oil. Gas. Innovations], 2016, no. 2, pp. 50–55.

13. Dmitrievsky A.N., Martynov V.G., Abukova L.A., Eremin N.A. Tsifrovizatsiya i intellektualizatsiya neftegazovykh mestorozhdeniy [Digitalization and intellectualization of oil and gas fields]. Avtomatizatsiya i IT v neftegazovoy oblasti [Automation and IT in the oil and gas field], 2016, no. 2 (24), April-June, pp. 13–19.

14. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A. Innovatsionnyy potentsial umnykh neftegazovykh tekhnologiy [Innovative potential of smart oil and gas technologies]. «Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy» [«Geology, geophysics and development of oil and gas fields»], 2016, no. 1, pp. 4–9.

15. Eremin N.A., Dmitrievsky A.N., Tikhomirov L.I. Nastoyashcheye i budushcheye intellektual'nykh mestorozhdeniy [The present and future of intellectual fields]. Neft' Gaz. Novatsii [Oil. Gas. Innovations], 2015, no. 12, pp. 44–49.

16. Eremin A.N., Eremin N.A. Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya intellektual'nykh skvazhin [Current state and prospects of development of intellectual wells]. Neft' Gaz. Novatsii [Oil. Gas. Innovations], 2015, No. 12, pp. 50–53.

17. Garichev S.N., Eremin N.A. Tekhnologiya upravleniya v real'nom vremeni [Technology of management in real time]. Moscow, MFTI [MFTI] Publ., (2 vol.), Part 1, 2015, [in Russian]. 196 p.

18. Eremin N.A., Eremin A.N., Eremin A.N. Upravleniye razrabotkoy intellektual'nykh mestorozhdeniy [Managing the development of intellectual fields] Moscow, RGU nefti i gaza imeni I.M. Gubkina (Natsional'nyy issledovatel'skiy universitet) [Gubkin Russian state University of oil and gas (National Research University)] Publ., textbook in 2 Vol., part 2, 2012, [in Russian]. 210 p.

19. Eremin N.A., Eremin A.N., Eremin A.N. Optikalizatsiya neftegazovykh mestorozhdeniy [Opticalization of oil and gas fields]. Neft' Gaz. Novatsii [Oil. Gas. Innovations], 2016, no. 12, pp. 40–44.

20. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A. Neftegazovyy kompleks RF 2030 tsifrovoy, opticheskoy, robotizirovannyy [Oil and gas complex Russian Federation – 2030: digital, optical, robotic]. «Neft' Rossii» [“Oil of Russia”], 2017, no. 3, pp. 4–9.

21. Abukova L.A., Dmitrievsky A.N., Eremin N.A. Tsifrovaya modernizatsiya neftegazovogo kompleksa Rossii [Digital modernization of the oil and gas complex of Russia]. Neftyanoye khozyaystvo [Oil industry], 2017, no. 10. pp. 54–58. DOI: 10.24887/0028-2448-2017-10-54-58.

22. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A. Tsifrovoye neftegazovoye proizvodstvo [Digital oil and gas production]. Neft' Gaz. Novatsii [Oil. Gas. Innovations], 2017, no. 5, pp. 58 – 61.

23. Yao Y., Design and Experiment of a Robot Automatic Drilling System, SAE Technical Paper 2014-01-2246, 2014, (In English) <https://doi.org/10.4271/2014-01-2246>.] (accessed 22.10.2014). ■