



УДК 622.242.2

БУРОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН НА СВЕРХВЯЗКИЕ НЕФТИ И БИТУМЫ



DRILLING EQUIPMENT FOR CONSTRUCTION OF WELLS FOR EXTRA-HEAVY OIL AND BITUMENS

Рахматуллин Дамир Валериевич
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры
«Бурение нефтяных и газовых скважин»,
Уфимский государственный
нефтяной технический университет
rdv14@yandex.ru

Алсынбаев Гумер Таярович
магистр,
магистрант кафедры
«Бурение нефтяных и газовых скважин»,
Уфимский государственный
нефтяной технический университет
gumer1995_ru@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрено современное состояние разработок и проведен анализ бурового оборудования для строительства скважин сверхвязких нефтей и битумов. Рассмотрены основные проблемы бурового оборудования – технологические и экономические. Выявлена и обоснована необходимость применения нетрадиционных буровых установок без буровой лебедки и талевого системы.

Ключевые слова: сверхвязкая нефть, битум, буровая установка с наклонной мачтой, паронагнетательная скважина, наклонно-направленное бурение.

Rakhmatullin Damir Valeriyevich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the department
«Drilling of oil and gas wells»,
Ufa state petroleum technological university
rdv14@yandex.ru

Alsynbaev Gumer Tayarovich
Master,
Masters student of the department
«Drilling of oil and gas wells»,
Ufa state petroleum technological university
gumer1995_ru@mail.ru

Annotation. This article discusses current status of development and the analysis of drilling equipment for construction of wells for extra-heavy oil and bitumens. The main problems of drilling equipment – technological and economic. The need for the use of unconventional drilling rigs without a drawworks and tackle system has been identified and justified.

Keywords: Extra-heavy oil, bitumen, oilfield drilling machine with inclined adjustable mast, steam injection wells, directional drilling.

Российские нефтегазовые компании, несмотря на относительно невысокую мировую цену на нефть, низкое развитие технологий в области добычи трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ), системы налогов на добычу полезных ископаемых и другие проблемы, начинают все чаще уделять внимание совершенствованию добычи сверхвязких нефтей (СВН) и природных битумов (ПБ), сланцевой нефти, газовых гидратов и других ТРИЗ. Совершенствование добычи в свою очередь требует развития технологий и разработки соответствующего бурового оборудования. Актуальность добычи СВН и ПБ связана с истощением месторождений легкой нефти [1].

Мировые запасы СВН и ПБ значительно превосходят ресурсы легких нефтей. На данный момент ресурсы СВН и ПБ в мире составляет 640 млрд тонн (рис. 1). Наиболее крупными ресурсами обладает Канада и Венесуэла, а также Мексика, США, Россия, Кувейт и Китай [2].

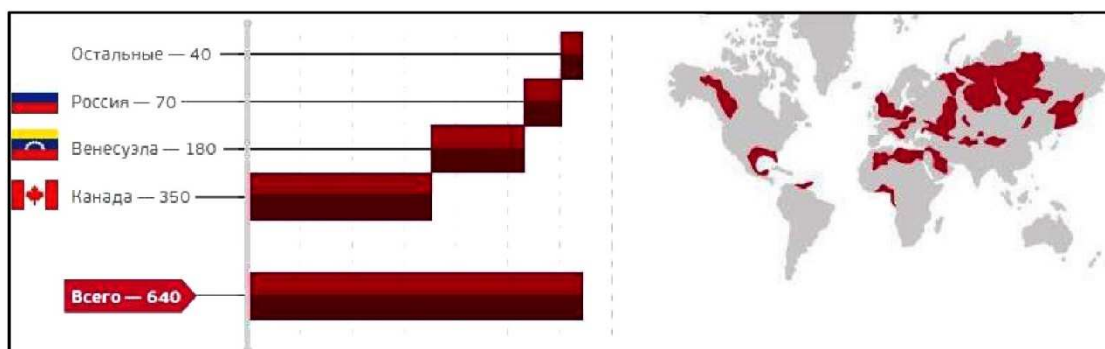


Рисунок 1 – Мировые запасы СВН и ПБ в млрд т. [3]



На территории РФ основные запасы СВН и ПБ расположены в Западной Сибири и Республике Татарстан, а также данными ресурсами обладают Удмуртская Республика, Пермский край, Самарская область, Республика Башкортостан и остальные регионы [4].

К традиционным способам добычи СВН и ПБ относят термические методы с использованием вертикальных скважин: внутрискважинное горение, закачивание высокотемпературного теплоносителя. На сегодняшний день нефтегазовые компании разрабатывают и внедряют более новые технологии добычи СВН и ПБ с применением наклонных-направленных скважин.

К новым технологиям добычи СВН и ПБ относят метод парогравитационного дренажа – steam-assisted gravity drainage. Суть метода в том, что требуется пробурить две наклонно-направленные скважины малым радиусом кривизны (рис. 2). Вышележащая скважина используется для нагнетания пара, нижележащая для добычи нефти. Скважины бурят параллельно относительно друг друга в одной плоскости и выдерживая расстояния по стволу 5–10 м [5, 15].

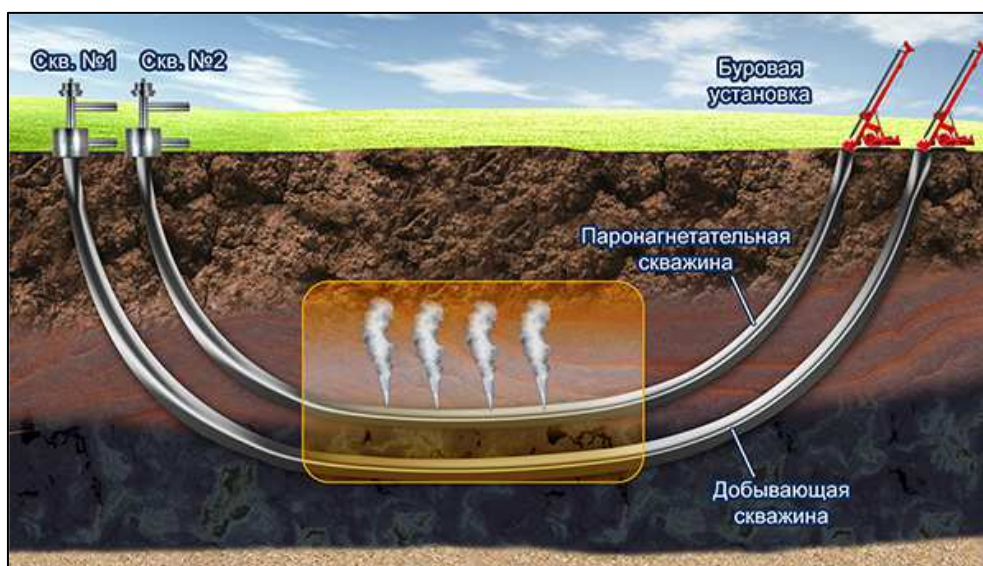


Рисунок 2 – Буровой станок с расположением мачты под углом 45° [8]

При бурении подобным способом используются следующие решения:

- благодаря тому, что скважина бурится под углом 45°, облегчается переход к бурению горизонтальной части, а также крепление скважины обсадными колоннами;
- при бурении горизонтального интервала малым радиусом кривизны необходима дополнительная осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент;
- используются магнитные обсадные колонны с целью обеспечения параллельности стволов двух скважин.

Традиционные буровые установки с использованием буровой лебедки и талевого системы не способны к выполнению подобных решений при бурении. В связи с этим, применяется буровые установки с наклонной мачтой [6].

Основные недостатки буровой установки с использованием буровой лебедки и талевого системы: отсутствие должного контроля над нагрузкой на породоразрушающий инструмент, эффективность канатов при бурении невысокая. Усложненная конструкция установки, значительный вес, а также высокая стоимость. Более строгие правила безопасности в работе с талевыми блоками, канатами.

Основные преимущества буровых установок с наклонной мачтой с зубчатореечными механизмом подачи труб: отсутствие лебедки и талевого блока обеспечивают более безопасные условия труда. Простая конструкция, низкий вес, невысокая стоимость установки, мобильность на площадке. Повышенная скорость бурения относительно традиционной установки. Отсутствие наддолотных вибромодулей [6, 7].

Новейшими технологиями в области добычи СВН обладает компания «Татнефть». В 2019 году совместно с буровыми бригадами компаний «Татбурнефть» и «Гольфстрим» была пробурена тысячная скважина для добычи СВН. На сегодняшний день «Татнефть» удалось снизить себестоимость добычи СВН почти в 2 раза за последние 3 года. Срок бурения скважин на природный битум сокращен до 8 суток [10]. Снижение в два раза стоимости строительства и обустройства скважин удалось благодаря бурению скважин малого диаметра. Подобные скважины бурятся установками невысокой мощности и малой металлоемкостью, соответственно снижаются затраты на технологические жидкости и на подачу электроэнергии [14].



В Республике Татарстан СВН и ПБ располагается на малых глубинах, примерно 100 метров, поэтому недостаточно высокие температуры и низкое пластовое давление делают невозможным ее извлечение обычными методами. Соответственно необходимо применять буровые установки с наклонной мачтой, так как бурение горизонтального интервала на небольшой глубине с традиционных установок невозможно из-за высокой интенсивности изменения зенитного угла при переводе ствола скважины из вертикального положения в горизонтальное. Это, в свою очередь затрудняет прохождение компоновок бурильного инструмента, обсадных колонн, скважинного оборудования во время их спуска в ствол такой скважины. Есть проблемы и с доведением нагрузки до долота при бурении скважины, поскольку, как известно, данная нагрузка создается весом бурильной колонны. В данном случае этого веса недостаточно, поскольку длина вертикального участка невелика [11].

Для бурения СВН и ПБ в ООО «УК «Татбурнефть» с 2008 года была приобретена буровая установка с наклонной мачтой Kretco – 2000M канадского производителя NOV стоимостью 12 млн долл. Для повышения объемов бурения в 2 раза была приобретена вторая буровая установка. Новый наклонный блок с электрическим типом привода имеет ряд положительных доработок в сравнении с предыдущим – два крана-манипулятора (на рабочей площадке с тросовой системой и в конце стеллажей), возможность сборки КНБК на буровой установке (диапазон захвата труб от 73 до 370 мм), увеличенное усилие (не менее 36 тонн) приспособления для толкания труб в скважину, более качественная система очистки промывочной жидкости (линейное вибрационное и гидроциклонные вибросита Brandt Kobra), повышенная нагрузка на крюке (82 тонны) [12].

Рассмотрим многофункциональную установку для направленного бурения (МНБУ) PV 500 MDD компании Prime Vertical (рис. 3). При помощи гидравлических двигателей осуществляется движение верхнего силового привода и имеет 2–3 ступени передач. Имеется гидравлический манипулятор с целью подачи бурильных труб (БТ), кран для поднятия БТ, система контроля параметров при бурении, система камер. Для оптимального обзора оператора имеется контейнер. Для перемещения с 0° до 90° МНБУ оснащена гидравлическими цилиндрами. Для безопасного удержания бурового лафета в любой позиции имеется телескопическая опорная система [13].

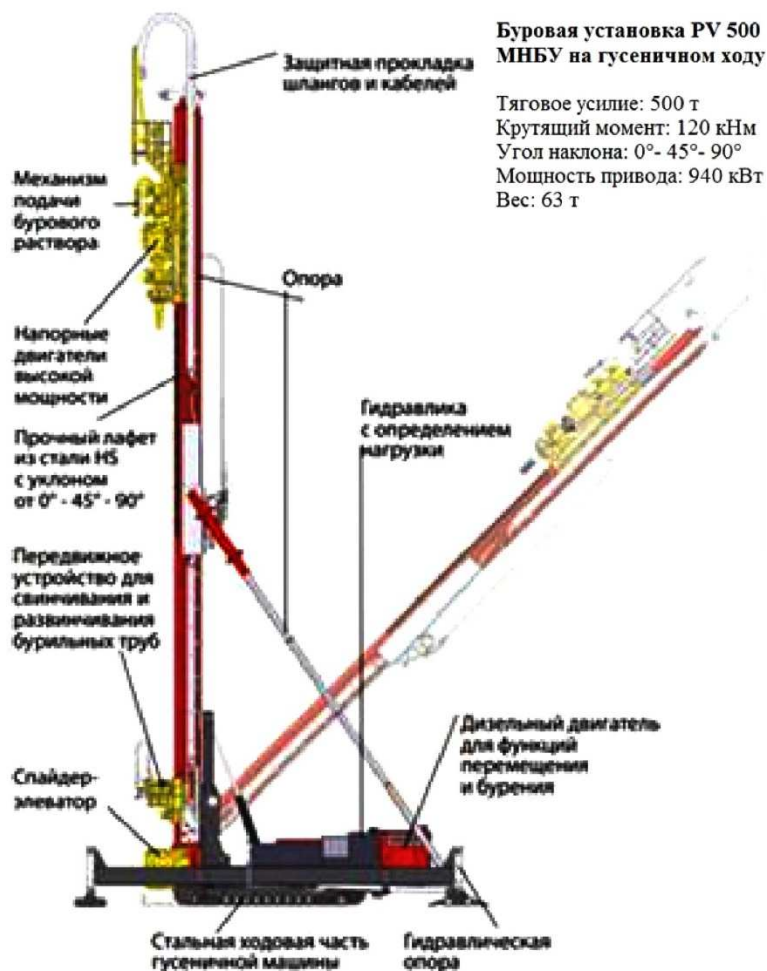


Рисунок 3 – Буровая установка PV 500 МНБУ на гусеничном ходу и ее основные технические характеристики [13]



На рисунке 4 представлена примерная рабочая площадка и расстановка оборудования на ней.

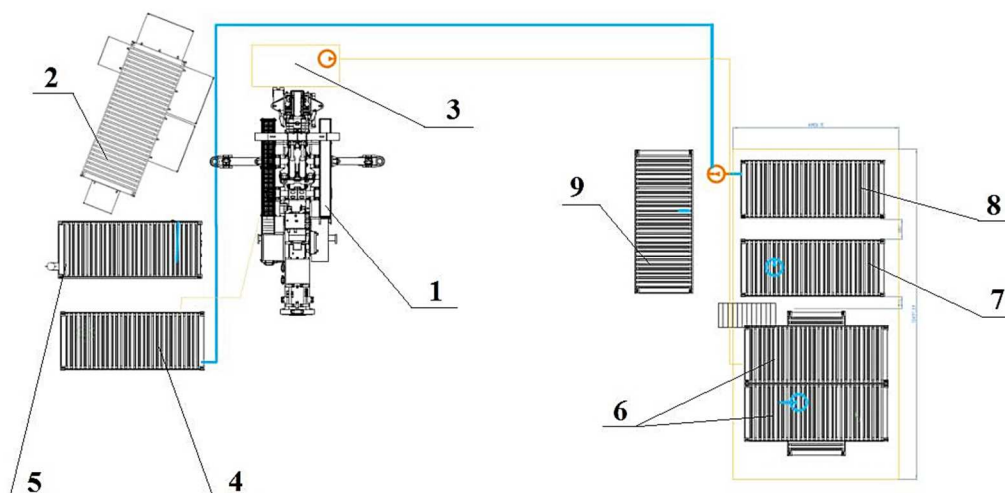


Рисунок 4 – Примерная рабочая площадка и расстановка оборудования на ней [9]:

1 – многофункциональная буровая установка; 2 – контейнер управления; 3 – погружной насос для перекачки шлама на первую ступень системы очистки бурового раствора; 4 – буровой насос; 5 – запасной буровой насос; 6 – система очистки бурового раствора с пескоотделителями и илоотделителями; 7 – насосно-смесительная установка; 8 – буферный бак для воды с насосом; 9 – генератор или пульт управления системой очистки

Литература

1. Каюкова Г.П. Свойства тяжелых нефтей и битумов пермских отложений Татарстана в природных и техногенных процессах / Г.П. Каюкова, С.М. Петров, Б.В. Успенский. – Казань : Геос, 2014. – 301 с.
2. Высоковязкие нефти и природные битумы: проблемы и повышение эффективности разведки и разработки месторождений. Научно-практический журнал. [Электронный источник]. – URL : <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/2060> (дата обращения: 01.03.2020).
3. Обзор мирового опыта добычи трудноизвлекаемых запасов нефти: битумы Венесуэлы, нефтяные пески Канады, сланцевая нефть в США. Российские перспективы [Электронный источник]. – URL : <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2013-april-projects/1104155/> (дата обращения: 01.03.2020).
4. Ресурсный потенциал месторождений тяжелых нефтей европейской части РФ [Электронный источник]. – URL : http://www.ngpr.ru/rub/6/43_2012.pdf (дата обращения: 01.03.2020).
5. Технология выполнения работ при строительстве эксплуатационных скважин по добыче тяжелой битуминозной нефти [Электронный источник]. – URL : <http://www.sovburtech.com/rabota/tehnologia-pri-stroitelstve-skvajin/> (дата обращения: 01.03.2020).
6. Эпштейн В.Е. Буровое оборудование. Основные направления развития и совершенствования // Бурение и нефть. – 2016. – № 4. – С. 4–9.
7. Добыча высоковязких нефтяных фракций парогравитационным методом. Устройство наклонно-направленных скважин с выходом на поверхность [Электронный источник]. – URL : <https://docplayer.ru/37194443-Dobycha-vysokovyazkih-neftyanyh-frakcij-paro-gravitacionnym-metodom-ustroystvo-naklonno-napravlennyh-skvazhin-s-vyходом-na-poverhnost.html> (дата обращения: 01.03.2020).
8. Нефтяная промышленность. Добыча тяжелой нефти [Электронный источник]. – URL : <http://mining-prom.ru/toplivodob/neft/tyazhelaya-neft/> (дата обращения: 01.03.2020).
9. Буровые станки нового поколения для строительства и ремонта нефтедобывающих скважин сверхвязкой нефти [Электронный источник]. – URL : <https://s.siteapi.org/06e7c4ec6596530.ru/docs/655aa834a056f4890f74642929c5f8000f33db22.pdf> (дата обращения: 01.03.2020).
10. Информгентство «Девон». Нефтедобыча [Электронный источник]. – URL : http://iadevon.ru/news/oil/%c2%abtatneft%c2%bb_snizila_sebestoimost_dobichi_sverhvyazkoy_nefti_pochti_v_2_raza_za_3_goda-9481/ (дата обращения: 01.03.2020).
11. Нефтяная шахта. Все о добыче вязкой нефти шахтным способом [Электронный источник]. – URL : http://mineoil.blogspot.com/p/blog-page_8587.html (дата обращения: 01.03.2020).
12. Газета Буровик «УК Татбурнефть» [Электронный источник]. – URL : <http://ufagidromash.com/upload/iblock/943/943b43c1ae1482642eb999bb429bc183.pdf> (дата обращения: 01.03.2020).
13. Компания Prime Vertical. МНБУ [Электронный источник]. – URL : <http://pv-mdd.ru/materials/Prospekt.pdf> (дата обращения: 01.03.2020).
14. Российская газета. «Татнефть» поставила себе новую планку [Электронный источник]. – URL : <https://rg.ru/2019/04/11/reg-pfo/tatneft-vzialas-za-trudnoizvlekaemye-zapasy-nefti.html>
15. Ахмадишин Ф.Ф. Строительство скважин с горизонтальным окончанием на малые глубины для добычи высоковязкой нефти и природных битумов методом парогравитационного дренажа : дис. ... канд. техн. наук. – Бузульма : Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, 2016. – 111 с.



References

1. Kayukova G.P. Properties of heavy oils and bitumen from Permian deposits of Tatarstan in natural and technogenic processes / G.P. Kayukova, S.M. Petrov, B.V. Assumption. – Kazan : Geos, 2014. – 301 p.
2. High viscosity oils and natural bitumen: problems and improving the efficiency of exploration and development of deposits. Scientific and practical journal. [Electronic source]. – URL : <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/2060> (accessed: 01.03.2020).
3. A review of world experience in the extraction of hard-to-recover oil reserves: bitumen of Venezuela, oil sands of Canada, shale oil in the USA. Russian perspectives [Electronic source]. – URL : <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2013-april-projects/1104155/> (accessed: 01.03.2020).
4. The resource potential of heavy oil fields in the European part of the Russian Federation [Electronic source]. – URL : http://www.ngtp.ru/rub/6/43_2012.pdf (accessed: 01.03.2020).
5. The technology of work in the construction of production wells for the production of heavy bituminous oil [Electronic source]. – URL : <http://www.sovburtech.com/rabota/tehnologia-pri-stroitelstve-skvajin/> (accessed: 01.03.2020).
6. Epstein V.E. Drilling equipment. The main directions of development and improvement // Drilling and oil. – 2016. – № 4. – P. 4–9.
7. Extraction of high-viscosity oil fractions by the steam-gravity method. The device directional wells with access to the surface [Electronic source]. – URL : <https://docplayer.ru/37194443-Dobycha-vysokovyazkih-neftyanyh-frakciy-paro-gravitacionnym-metodom-ustroystvo-naklonno-napravlenyh-skvazhin-s-vyhadom-na-poverhnost.ht.20> (accessed 01.03.2020).
8. The oil industry. Heavy Oil Production [Electronic Source]. – URL : <http://mining-prom.ru/toplivodob/neft/tyazhelaya-neft/> (accessed: 01.03.2020).
9. Drilling rigs of a new generation for the construction and repair of oil-producing wells of extra-viscous oil [Electronic source]. – URL : <https://s.siteapi.org/06e7c4ec6596530.ru/docs/655aa834a056f4890f74642929c5f8000f33db22.pdf> (accessed 01.03.2020).
10. News agency «Devon». Oil production [Electronic source]. – URL : http://iadevon.ru/news/oil/%c2%abtatneft%c2%bb_snizila_sebestoimost_dobichi_sverhvyazkoy_nefti_pochti_v_2_raza_za_3_goda-9481/ (accessed: 01.03.2020).
11. Oil mine. All about the extraction of viscous oil by the mine method [Electronic source]. – URL : http://mine-oil.blogspot.com/p/blog-page_8587.html (accessed date: 03.01.2020).
12. The newspaper Burovik «UK Tatburneft» [Electronic source]. – URL : <http://ufagidromash.com/upload/iblock/943/943b43c1ae1482642eb999bb429bc183.pdf> (accessed 01.03.2020).
13. The company Prime Vertical. MNBU [Electronic source]. – URL : <http://pv-mdd.ru/materials/Prospekt.pdf> (accessed: 01.03.2020).
14. Russian newspaper. Tatneft set a new bar for itself [Electronic source]. – URL : <https://rg.ru/2019/04/11/reg-pfo/tatneft-vzialas-za-trudnoizvlekaemye-zapasy-nefti.html>
15. Akhmadishin FF, Construction of wells with horizontal completion at shallow depths for the production of highly viscous oil and natural bitumen by the method of steam gravity drainage : dis. ... Cand. tech. sciences. – Bugulma : Tatar Scientific Research and Design Institute of Oil PJSC TATNEFT named after V.D. Shashina, 2016. – 111 p.