



DOI 10.22363/2312-8143-2017-18-4-472-479

УДК 622.276.5+

622.297.5

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ НА ОБСАДНЫХ ТРУБАХ ДЛЯ ВСКРЫТИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В.П. Малюков, М.А. Траоре

Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Проанализировано применение инновационной технологии бурения на обсадных трубах (или бурение на обсадной колонне) для вскрытия продуктивных горизонтов углеводородных месторождений. В технологии бурения на обсадных трубах используются уникальные буровые установки и скважинное оборудование, работающее как интегрированная комплексная буровая система, в которой для передачи механической и гидравлической энергии на долото применяются стандартные промысловые обсадные трубы. Система верхнего привода (СВП) в последнее время становится наиболее популярным способом бурения нефтяных и газовых скважин. СВП являются принципиально новым типом механизмов буровых установок, обеспечивающих выполнение целого ряда технологических операций. Обсадную колонну можно использовать в качестве всей бурильной колонны или части ее различными способами. Рассмотрены различные геологические условия, в которых этот метод бурения может быть использован (на суше, на шельфе и в условиях многолетнемерзлых пород (ММП)), а также проанализирован опыт применения этой технологии на месторождениях, которые отличаются разными климатическими и геологическими условиями. Кроме того, проанализированы результаты этих испытаний, показывающие эффективность применения технологии при бурении вертикальных, наклонно направленных и горизонтальных скважин.

Ключевые слова: бурение, обсадные трубы, продуктивный пласт, вертикальные, наклонно направленные, горизонтальные скважины

Система бурения на обсадных трубах (casing while drilling — CWD) — один из наиболее прогрессивных методов бурения скважин, в котором обеспечивается предупреждение осложнений в стволе скважины за счет одновременного бурения и обсаживания ствола скважины обсадными трубами непосредственно в процессе бурения [1]. Проведенная широкая программа испытаний системы, показала эффективность ее применения, как в вертикальных, так в наклонно направленных и горизонтальных скважинах.

За счет интенсивного растепления мерзлотных пород нередко наблюдается просадка грунта, и требуются дополнительные работы по укреплению фундаментов под буровыми установками. На месторождениях Крайнего Севера с более низкой температурой в многолетнемерзлых породах до $-6-7^{\circ}\text{C}$ в конструкцию скважин закладывается дополнительное направление глубиной 30–70 м. При

использовании технологии бурения на обсадных трубах дополнительного направления не требуется. В перспективе возможно применение технологии бурения на обсадных трубах и в других интервалах, в которых происходят различные осложнения ствола скважины.

Система верхнего привода в последнее время становится наиболее популярным способом бурения нефтяных и газовых скважин. Этой системой оборудуются как импортные, так и отечественные буровые установки. СВП являются принципиально новым типом механизмов буровых установок, обеспечивающих выполнение целого ряда технологических операций. В принципе верхний привод представляет собой подвижной вращатель с сальником-вертлюгом, оснащенный комплексом средств механизации спускоподъемных операций (СПО) — силовой вертлюг. Для сборки компоновки применяются стандартные ключи для обсадных труб. Стабилизатор, расположенный напротив башмака обсадной колонны, уменьшает поперечные колебания компоновки низа буровой колонны (КНБК) внутри колонны. Центраторы на обсадных трубах придают стабильность в стволе и защищают муфты от износа (рис. 1).

Преимущества технологии бурения на обсадной трубе: сокращение количества спускоподъемных операций, возможность разбуривания труднопроходимых зон с переходным давлением и истощенных зон, а также ускорение бурения при пониженном забойном давлении. В этом случае нет необходимости поднимать буровые трубы в вышку, подготавливать условия в скважине и поднимать долото на поверхность, прежде чем спускать обсадную колонну в скважину — все это обеспечивает сокращение времени использования буровой установки.

Применение технологии бурения на обсадных трубах в многолетнемерзлых породах на Бованенковском нефтегазоконденсатном месторождении (НГКМ) [2]. Это месторождение расположено в центральной части полуострова Ямал, на территории Ямальского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области. Район месторождения отличается суровым климатом, незначительным притоком солнечной радиации, повышенной циклонической деятельностью, наличием многолетней мерзлоты, равнинным характером местности, а также близостью холодного Карского моря и его морских заливов. Продолжительность зимнего периода со снежным покровом более 240 дней, устойчивые морозы — 220 дней. Средняя скорость ветра на побережье в переходный период достигнет 9 м/с, а в отдельные дни скорость ветра может превышать 25 м/с и достигает 40 м/с.

Территории Бованенковского НГКМ характеризуется практически сплошным распространением многолетнемерзлых пород, как в плане, так и в разрезе. Сплошность мерзлых толщ нарушается с поверхности несквозными таликами, а по разрезу — линзами криопэгов и охлажденными грунтами. Криогенная толща в пределах месторождения имеет двухъярусное строение с мерзлыми породами в верхнем ярусе и охлажденными породами в нижнем. Толщина криолитозоны колеблется от 150 м (под крупными озерами) до 320 м (на севере) в зависимости от геоморфологического уровня, состава, строения и свойств мерзлых грунтов. В разрезе южной (разбуриваемой) части Бованенковского НГКМ преобладают



Рис. 1. Забойная компоновка для наклонно направленного бурения на обсадных трубах
[Fig. 1. Bottom-hole assembly for directional casing drilling]

мощные эпигенетические толщи, повсеместно перекрытые сильнольдистыми сингенетическими отложениями [3].

На Бованенковском нефтегазоконденсатном месторождении в качестве испытание бурили интервал под кондуктор диаметром 324 мм колонной обсадных труб с буровым башмаком диаметром 393,7 мм, наворачиваемым на низ обсадной колонны. Лопasti башмака изготовлены из титаноалюминиевого сплава и оснащены резами *PDC*. При этом бурение и обсаживание ствола скважины происходит без применения бурильных труб и спускоподъемных операций, а обсадная колонна служит каналом для циркуляции бурового раствора и средством передачи механического вращения на буровой башмак.

На сегодняшний день в условиях Бованенковского НГКМ новый способ бурения применен в интервале 0–450 мм при бурении под кондуктор диаметром 324 мм на трех скважинах. При бурении скважины № 6314, была достигнута проектная глубина спуска обсадной колонны, механическая скорость поддерживалась в расчетном режиме.

В настоящее время на тестовой скважине производятся геофизические исследования. По мнению специалистов ТюменНИИгипрогаза результатом применения данной технологии может стать экономия финансовых затрат в пределах 4 млн руб. на одной скважине, увеличение ресурса бурильных труб и бурового оборудования, сокращение времени строительства скважины примерно на 2-е суток.

Применение технологии бурения на обсадной колонне в карбонатных и глинисто-карбонатных отложениях на Урманском месторождении [4]. Технология бурения на обсадной колонне/хвостовике обеспечила успешное заканчивание сразу нескольких скважин. Урманское нефтяное месторождение расположено в Парабельском районе Томской об-

ласти в 470 км западнее г. Томска в непосредственной близости от Западно-Крапивинского месторождения в Омской области.

Месторождение было открыто в 1974 г. на одноименном поднятии в кровле фундамента, представляющем собой эрозионно-тектонический выступ, где на предюрскую эрозионную поверхность выходят карбонатные и глинисто-карбонатные отложения верхнего девона-карбона. Промышленная залежь связана с зоной контакта дезинтегрированных пород палеозоя и юрских отложений. Залежь структурно-литологического типа, тектонически экранированная. Месторождение относится к разряду мелких. Запасы нефти категории С1 составляют 3,1 млн т. Оператором разработки месторождения является Газпромнефть — Восток.

В скважине № 209 длина открытого ствола, пробуренная хвостовиком диаметром 127 мм, составила 254 м. В ходе бурения были вскрыты три зоны поглощения, при этом количество осложнений в процессе бурения снизилось, а средняя продолжительность строительства составила 20 суток на скважину. Стоит отметить тот факт, что при бурении скважин стандартными методами средний срок строительства здесь составляет 35 дней. Получению высокого результата на Урманском месторождении предшествовало решение ряда сложных работ по бурению хвостовиком с углом входа в коллектор 60—70°. Отметим, что при бурении на обсадной колонне возможно продолжение бурения ниже хвостовика в случае прихвата.

Применение технологии бурения на обсадной колонне в неконсолидированных песчаниках на нефтяном месторождении “Thestag” (Тхестэг) на северо-западном шельфе Австралии [5]. Нефтяное месторождение “Thestag” открыто в 1993 г. С момента начала разработки месторождения в 1998 г. добыто более 58 млн баррелей нефти. Нефтяное месторождение “Thestag” расположено в 60 км к северо-западу от порта “Dampier” (Дампиер) и 64 км к северо-востоку от островов Монте-Белло на северо-западном шельфе Западной Австралии. Глубина воды составляет около 49 м.

Геология шельфового месторождения “Thestag” характеризуется мощной толщей карбонатных пород, которые залегают тонкими слоями рыхлых мелких и средних зернистых карбонатных отложений с редкими оболочками или гравийными пластырями. Месторождение состоит из неконсолидированных песчаников с высокой проницаемостью.

Истощение резервуара, рыхлые горные породы, прорывы воды и поступление песка создали условия, когда процесс бурения становится более проблематичным в последние годы. На трех последних скважинах промежуточные 31,1 сантиметровые интервалы были пробурены и обсажены с использованием технологии бурения на обсадной колонне.

Применение технологии бурения на обсадной колонне в мягких породах на Самбургском нефтегазоконденсатном месторождении [1]. Самбургское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в Ямало-Ненецком Автономном округе Российской Федерации в пределах Самбургского лицензионного участка Западносибирской нефтегазоносной провинции. ОАО «Арктикгаз» совместно с компанией Weatherford провели испытание технологии бурения обсадными трубами интервалов ММП на четырех валанжинских скважинах Самбургского НГКМ.

Одним из основных элементов технологии является бурильный башмак-долото, наворачиваемый на низ обсадной колонны. Для условий мягких пород ММП Самбургского НГКМ по заявке ОАО «Арктикгаз» были изготовлены бурильные башмаки 431,8 мм и 406,4 мм без клапана с 5-ю алюминиевыми лопастями, оснащенные 7-ю медными или керамическими насадками.

Конструкция скважин Самбургского газонефтеконденсатного месторождения трехколонная: 340 мм кондуктор спускается на глубину 450 м для перекрытия интервалов многолетнемерзлых пород (глубина залегания их до 380 м). Техническая колонна 245 мм перекрывает интервал сеноманских пластов и спускается на глубину порядка 1200 м по вертикали. Эксплуатационная колонна 178 мм обсаживает продуктивные валанжинские пласты до глубины 3600 м по вертикали. Отклонения скважин от вертикали колеблются от 300 до 1700 м [6]. При бурении обсадными трубами на скважине № 1018 (рис. 2), по сравнению со стандартной технологией, была получена значительная экономия времени. В целом валанжинская наклонно направленная скважина длиной ствола 3556 м с отклонением 850 м была пробурена за 24 дня, т.е. на 15 дней быстрее планируемых показателей.

Отработка технологии бурения на обсадных трубах в ОАО «Арктикгаз» успешно продолжается.

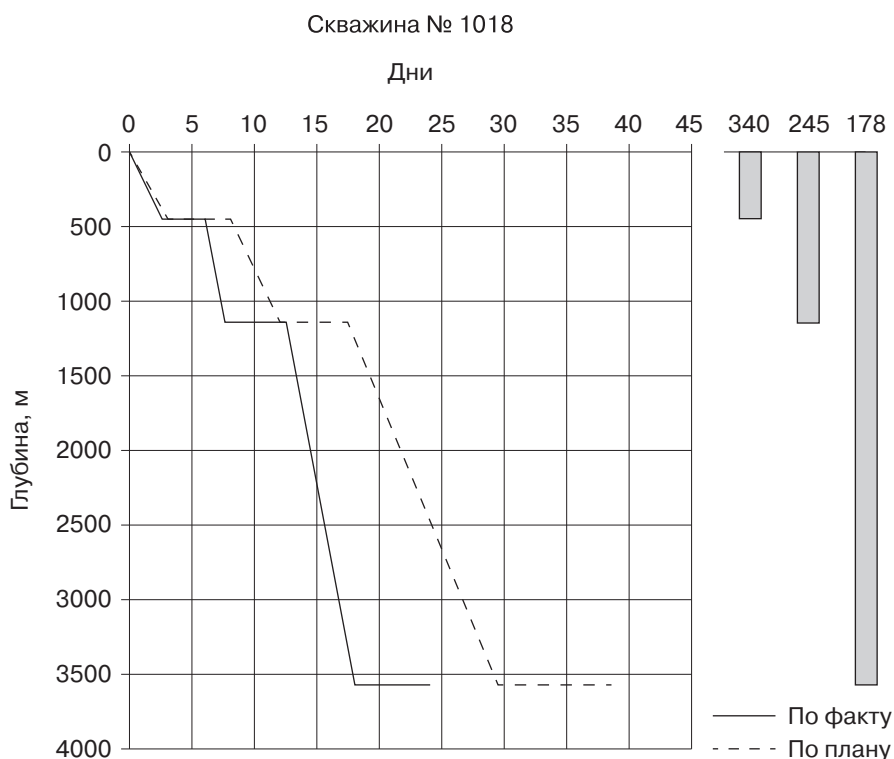


Рис. 2. Сравнение затрат времени при бурении скважины № 1018 методом CWD и бурении классическим методом

[**Fig. 2.** Comparison of the time spent while drilling well № 1018 using the CWD method and the classical drilling method]

Применение технологии бурения на обсадных трубах для вскрытия продуктивных горизонтов различных углеводородных месторождений показывает надежность, снижение осложнений и продолжительности процесса бурения [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Кейн С.А. Современные технические средства управления траекторией наклонно направленных скважин: учеб. пособие / С.А. Кейн. Ухта: УГТУ, 2014. 119 с.
- [2] Drilling with casing. Increase efficiency and mitigate drilling hazards with simultaneous drilling and casing. Weatherford 2017. URL: www.weatherford.com/en/products-and-services (дата обращения: 18.02.2017).
- [3] Журалев В.В. Проблемы строительства скважин Бованенковского месторождения // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2011. № 7. С. 2–5.
- [4] Сидоренко К., Велиев Г., Куликов С., Голубев Д., Дубовцев А., Стрижнев К. Бурение и строительство скважин. Урманское месторождение: многократный и успешный опыт бурения на хвостовике // Нефтесервис. 2014. № 2. С. 2–3.
- [5] Graves K.S., & Herrera D.C. (2013, December 1). Casing During Drilling With Rotary-Steerable Technology in the Stag Field--Offshore Australia. Society of Petroleum Engineers. doi: 10.2118/166166-PA.
- [6] Андреев Н.Л. Технология бурения обсадными трубами интервалов многолетнемерзлых горных пород // Наука и техника в газовой промышленности. 2010. № 4. С. 6–11.
- [7] Михайличенко А.В. Инновационная технология TESCO — бурение на обсадной колонне CASING DRILLING™ // Нефть. Газ. Новации. 2011. № 12. С. 34–40.

© Малюков В.П., Траоре М.А., 2017

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 13 сентября 2017

Дата принятия к печати: 27 октября 2017

Для цитирования:

Малюков В.П., Траоре М.А. Применение технологии бурения на обсадных трубах для вскрытия продуктивных горизонтов углеводородных месторождений // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: «Инженерные исследования»*. 2017. Т. 18. № 4. С. 472–479. doi: 10.22363/2312-8143-2017-18-4-472-479

Сведения об авторах:

Малюков Валерий Павлович, кандидат технических наук, доцент департамента геологии, горного и нефтегазового дела инженерной академии Российского университета дружбы народов. *Область научных интересов:* Инновационные методы для повышения эффективности процесса бурения. *Контактная информация:* E-mail: v.malyukov@mail.ru

Траоре Матенин Аиша, магистр департамента геологии, горного и нефтегазового дела инженерной академии Российского университета дружбы народов. *Область научных интересов:* Технология бурения на обсадных трубах как перспектива разработки труднодоступных горизонтов. *Контактная информация:* E-mail: mateninaisha@hotmail.com

APPLICATION OF CASING WHILE DRILLING TECHNOLOGY FOR ACCESSING HYDROCARBON PRODUCING HORIZONS

V.P. Malyukov, M.A. Traore

Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

Applications of the innovative casing while drilling (or drilling while casing) technology for accessing producing horizons of hydrocarbon deposits are analyzed. The technology uses unique drilling rigs and downhole equipment that operates as an integrated drilling system in which standard casing pipes are used to transfer mechanical and hydraulic energy to the bit. The top drive system has recently become the most popular way of drilling oil and gas wells. The top drive systems are a fundamentally new type of drilling rig mechanisms that are designed to perform a whole series of technological operations. The need for downhole operations with the traditionally used drill string is eliminated by using the lower drill string assemblies that are lowered by the cable and connected to the casing string. The casing string can be used as the entire drill string or a part thereof in various ways. Various geological conditions in which this drilling method can be used (on land, on a shelf and under permafrost conditions) are considered, and also the practical experience of applying this technology in fields that differ in climatic and geological conditions is analyzed. The results of these test applications that show the effectiveness of the technology in drilling vertical, directional and horizontal wells are examined as well.

Key words: drilling, casing, productive stratum, vertical, directional, horizontal wells

REFERENCES

- [1] Keyn S.A. *Sovremennye tehlicheskiye sredstva upravleniya traektopiej naklonno napravlenih skvazhin: Utsheb. Posobie [Contemporary technical methods for directional drilling of wells: Manual].* Uhta: UGTU, 2014. 19 p. (in Rus.)
- [2] Drilling with casing. Increase efficiency and mitigate drilling hazards with simultaneous drilling and casing. Weatherford 2017. URL: www.weatherford.com/en/products-and-services (access data: 18.02.2017).
- [3] Zhuralev V.V. Problems of well construction at Bovanenkovo field. *Construction of oil and gaswells on land and sea.* 2011. No. 7. Pp. 2—5. (in Rus.)
- [4] Sidorenko K., Veliev G., Kulikov S., Golubev D., Dubovtsev A., Strizhnev K. Drilling and construction of wells. Urmanskoye deposit: a multiple and successful experience of drilling with liner. *Oilservice.* 2014. No. 2. Pp. 2—3. (in Rus.)
- [5] Graves K.S., & Herrera D.C. (2013, December 1). Casing During Drilling With Rotary-Steerable Technology in the Stag Field — Offshore Australia. Society of Petroleum Engineers. doi: 10.2118/166166-PA.
- [6] Andreev N.L. Technology of casing while drilling in permafrost rocks. *Science and technology in the gas industry.* 2010. No. 4. Pp. 6—11. (in Rus.)
- [7] Mikhailichenko A. Innovative Procedure of TESCO Company DwC (CASING DRILLING™). *Oil. Gas. Novations.* 2011. No. 12. Pp. 34—40. (in Rus.)

Article history:

Received: 13 September 2017

Accepted: 27 October 2017

For citation:

Valeriy P. Malyukov, Traore M. Aisha. (2017) Application of casing while drilling technology for accessing hydrocarbon producing horizons. *RUDN Journal of Engineering Researches*, 18(4), 472–479. doi: 10.22363/2312-8143-2017-18-4-472-479

Bio Note:

Valeriy P. Malyukov, Candidate of Technical Sciences, associate professor in the Department of Geology, Mining, Oil&Gas Engineering, Engineering Academy, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). *Research interests*: Innovative methods for increasing the efficiency of the drilling process. *Contact information*: E-mail: v.malyukov@mail.ru

Traore M. Aisha, Master of Sciences, postgraduate student in the Department of Geology, Mining, Oil&Gas Engineering, Engineering Academy, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). *Research interests*: Casing while drilling technology as a prospect for development of difficult horizons. *Contact information*: E-mail: mateninaisha@hotmail.com