

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Научная статья

Original article

УДК 550.822.5/.7



**БУРЕНИЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН НА ОБСАДНОЙ
КОЛОННЕ**

DRILLING OF OIL AND GAS WELLS ON A CASING STRING

Цурихин Алексей Васильевич, магистрант, кафедра МТЭК, Тюменский
Индустриальный Университет, РФ, г. Тюмень, E-mail: Leps.13@mail.ru

Осиновская Ирина Владимировна, научный руководитель, канд. экон. наук,
доц., Тюменский Индустриальный Университет, РФ, г. Тюмень

Tsurikhin Aleksey, Master's student, department of MTEK, Tyumen Industrial
University, Russia, Tyumen E-mail: Leps.13@mail.ru

Osinovskaya Irina Vladimirovna Scientific supervisor, candidate of Sciences in
Economics, associate professor, Tyumen Industrial University, Russia, Tyumen

Аннотация. В статье рассматривается метод нефтяных и газовых скважин с использованием обсадных труб вместо привычного бурового инструмента (буровых труб). В этом методе обсадные трубы используются непосредственно для бурения т.е. передачи крутящего момента и осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент, который извлекается после достижения планового забоя. Подробно рассмотрены спуск обсадной колонны с вращением и проработкой. Автор делает краткий экскурс в историю развития бурения и указывает проблемы которые решает данный метод. Так же в статье показаны основные методы бурения на обсадной колонне и приведены примеры

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

компоновок, в зависимости от используемого оборудования и профиля скважины.. В заключение кратко делается вывод о причине начала внедрения данных технологий только 10-20хх годах 21 века.

Abstract.The article discusses the method of oil and gas wells using casing pipes instead of the usual drilling pipes. In this method, casing is used directly for drilling i.e. transmission of torque and axial load to the rock-cutting tool, which is removed after reaching the planned depth. The descent of the casing with rotation. The author makes a brief excursion into the history of the development of drilling and points out the problems that this method solves. The article also shows the main methods of drilling on a casing and provides examples of ВНА, depending on the equipment used and the profile of the well. In conclusion, a brief conclusion is drawn about the reason for the start of the introduction of these technologies only in the 10-20s of the 21st century.

Ключевые слова: бурение нефтяных скважин, бурение с извлекаемой компоновкой, бурение на обсадной колонне.

Keywords: oil drilling, casing while drilling, casing drilling, drilling with retrievable ВНА.

Бурение нефтяных и газовых скважин, а точнее строительство нефтяных и газовых скважин – сложный технологический процесс, в котором один процесс чередуется со другим: дробление и вынос на поверхность разбуренной породы и крепление пробуренного «открытого» ствола (т.е. непосредственно сам процесс бурения и процесс спуска обсадной колонны и последующего цементаж). Главным направлением развития технологии строительства скважин является повышение механической скорости проходки за счет внедрения новых технологий: роторно управляемых систем, обновленного дизайна долот и т.д. Однако процессам крепления обсадной колонны уделяется меньше внимания, что странно на мой взгляд, ведь из-за сложности геологических условий время, затрачиваемое на подготовку ствола скважины к спуску обсадной колонны, может превышать время бурения данной секции. Спуск обсадной колонны часто

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

сопряжен с такими проблемами осыпи, обвалы, набухающие глины. Поиск решения этой проблемы является первоочередной задачей на многих месторождениях, исходя из этого бурение на обсадных трубах (далее CWD) позволяет успешно решить эту проблему.

Первые идеи по бурению с обсадной колонной появились в начале XX века. Например, в патенте 1923 года (рис. 1) описано специальное извлекаемое долото.

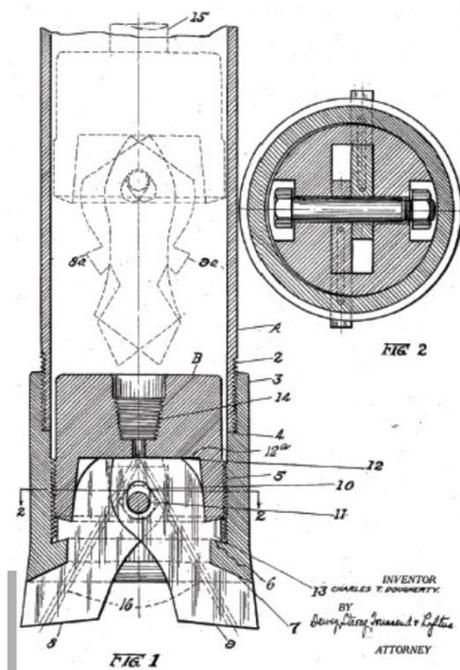


Рис. 1. До для бурения на ОК с возможностью извлечения

Итак, существует ряд стандартных проблем при бурении, в которые может помочь решить представленная технология.

1. Поглощения – часто встречающаяся проблема. Преимущество бурения на ОК в данном случае заключается в том что обсадная колонна имеет больший диаметр, чем бурильные трубы, из за чего обсадная колонна постоянно соприкасается со стенкой пробуренного ствола (рис. 2). Буровой шлам, под действием центробежной силы прижимается к стенке скважины, закупоривая отверстия и трещины и уменьшая или полностью устраняя поглощение, если

такое имеется. Данный эффект получил название «механической кольматации»

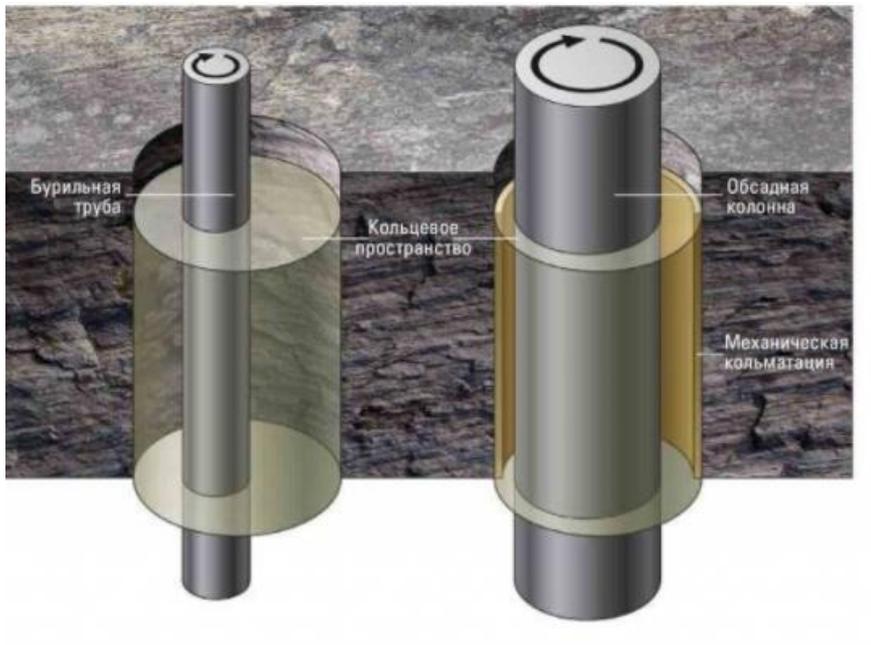


Рис. 2. Обсадная колонна с скважине.

2. Набухающие глины, обвальные породы, риск растепления зоны вечной мерзлоты - распространенные факторы на многих российских месторождениях. Они приводят к таким проблемам как неустойчивость стенок ствола скважины и НПВ из за длительных шаблонировок. Это значительно увеличивает сроки строительства, в коротких секциях. Однако даже после всех работ по подготовке ствола часто происходят случаи прихвата, что приводит к потере оборудования и необходимости перебурки данного интервала. Решением данных проблем является бурение на ОК, поскольку после бурения на обсадной колонне отсутствует необходимость в последующих шаблонировках.

В конце XX - начале XXI века в технология бурения стала развиваться быстрыми темпами. Появились телеметрические системы с гидравлическими каналами связи, ВЗД с переменным углом наклона, роторные системы управления и долота PDC. Благодаря этим устройствам процесс бурения сильно

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

изменился: скважины стали буриться глубже, быстрее и с более сложной ориентацией. Бурение на обсадных трубах также развивалось, и новое оборудование помогло раскрыть потенциал данной технологии. Ниже (рис. 3). Преставлены основные виды бурения на ОК, от «простого» к «сложному».

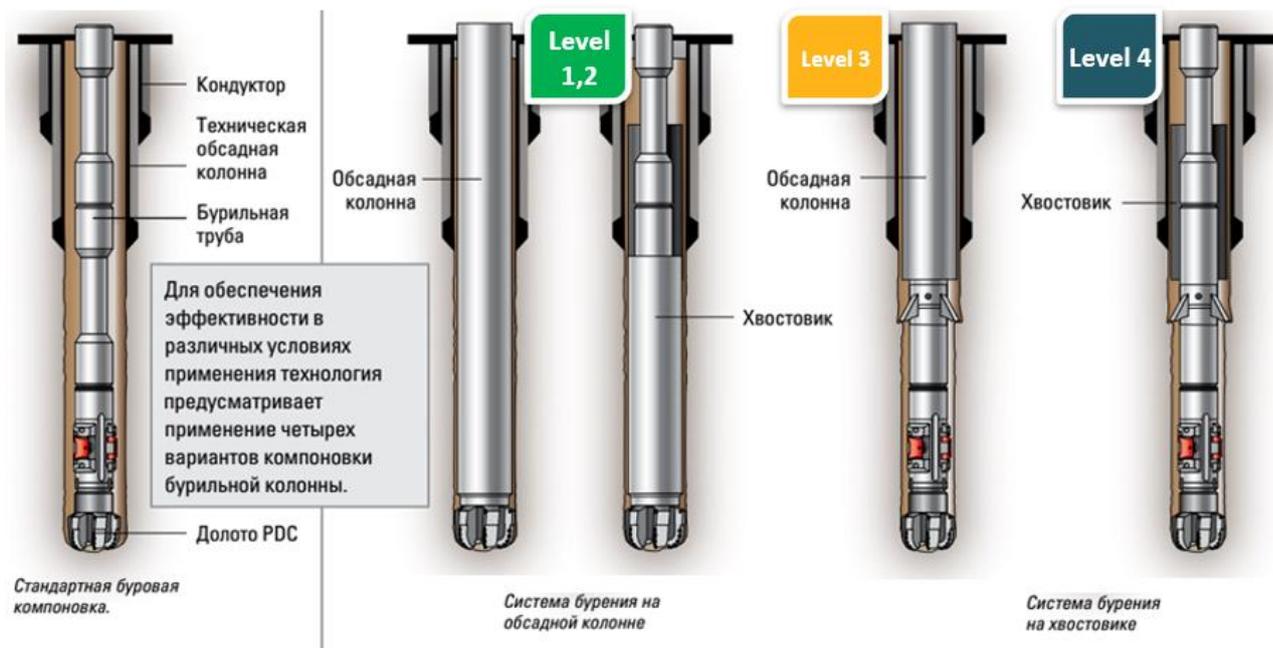


Рис. 3 Основные виды бурения на обсадной колонне.

Начнем с L1,2 – технология бурения на ОК при которой в качестве породоразрушающего инструмента используется разбуриваемый башмак – долото (рис. 4). Данный метод получил название CWD L2 (casing while drilling) и спользуется для бурения на обсадных колоннах и хвостовиках вертикальных интервалов скважин и при спуске ОК с вращением и проработкой. В этом случае система спуска обсадной колонны (ССОК) соединяется с системой верхнего привода (СВП) через стандартное резьбовое соединение.(рис. 4). Система оснащена клиновым захватом (наружным или внутренним) активирующимся под действием крутящего момента, который захватывает обсадную обсадную колонную и передает крутящий момент на нее. Гидравлические пакерующие элементы (Packer CUP) герметизируют внутритрубное пространство и позволяют осуществлять вынос шлама и циркуляцию бурового раствора через ОК.

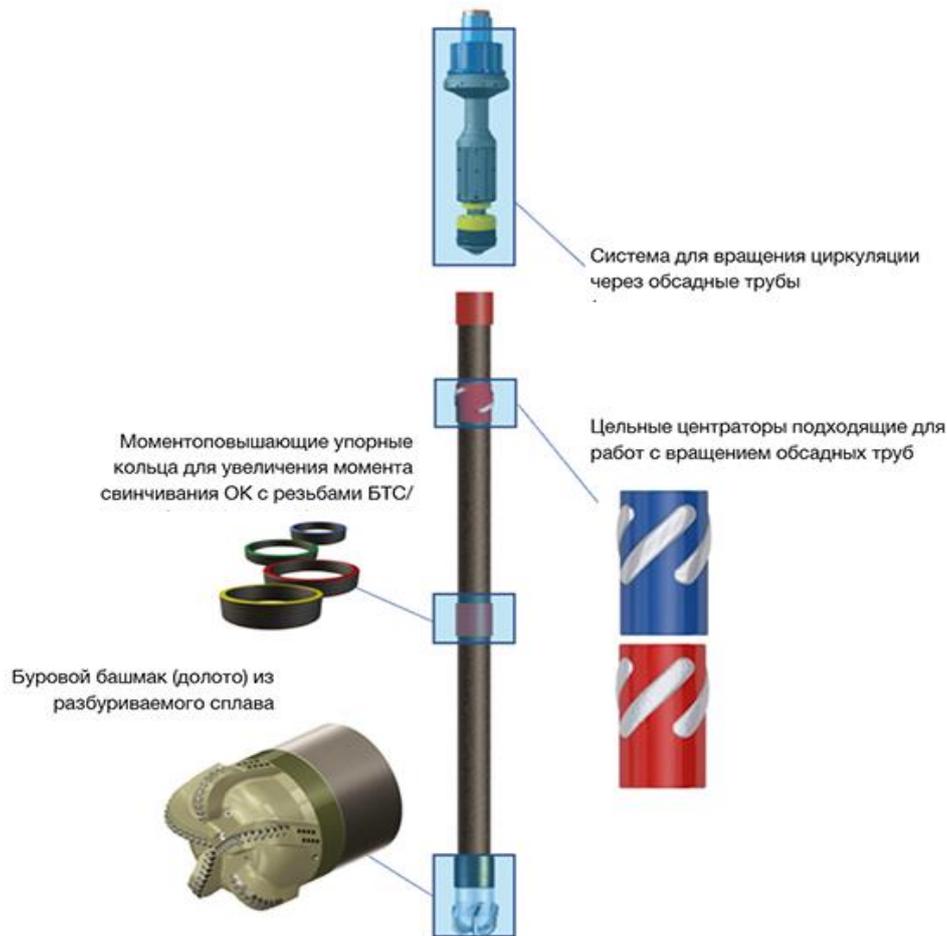


Рис.4. Оборудования для CWD L2

Как правило в обсадных трубах используются не моментоемкие резьбовые соединения, такие как ОТТМ или ВТС, которые рассчитаны на высокие осевые нагрузки, но имеют небольшие допустимые значения по крутящему моменту. Моментоповышающие кольца (MLT) используются что бы повысить максимальный предел крутящего момента данных соединений (рис.4). Дополнительно на обсадные трубы устанавливается цельнометаллический центратор (рис. 4), обеспечивающий прочность и жесткость, чтобы выдерживать динамические нагрузки в стволе скважины и обеспечивать центровку при высоких боковых нагрузках. Центратор имеет использует особый способ крепления к внешней стенке обсадной колонны. (рис.5.), что обеспечивает его неподвижность относительно тела ОК.



Рис.5. Инструмент для установки обжимных центраторов на мостках БУ

В качестве породоразрушающего инструмента используется башмак – долото, выполненный из мягких цветных металлов и имеющий «на вооружении» PDC резцы, а так же керамические насадки и обратный клапан (опционально). В зависимости от типа породы и длинны секции бурения изготавливают башмаки 4,5,6 лопастными, с 16 или 19 резцами. (рис. 4) и боковыми вставками для сохранения геометрии корпуса изделия при бурении. Существуют различные модификации башмаков-долот, они подбираются в соответствии с особенностями геологического разреза, что позволяет добиться высокой производительности бурения. Данная технология нашла широкое применение и внедрена в практику во всех нефтегазоносных регионах России - Волго-Уральском, Тимано-Печорском, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском. В настоящее время по этой технологии пробурено более 300 скважин по всей России. Технология может быть использована как для бурения вертикальных участков скважины, так и для спускаобсадной колонны с проработкой, что исключает необходимость длительной подготовки ствола скважины к спуску ОК.

Первая подобная работа в РФ была произведена в 2015 году, на Восточном участке ОНГКМ, на котором начиная с 80-х годов, для обеспечения дохождения

технической колонны (244.5мм) до проектного забоя выполнялись длительные шаблонировки, на которые затрачивалось до 31 дня . (Рис.6.)

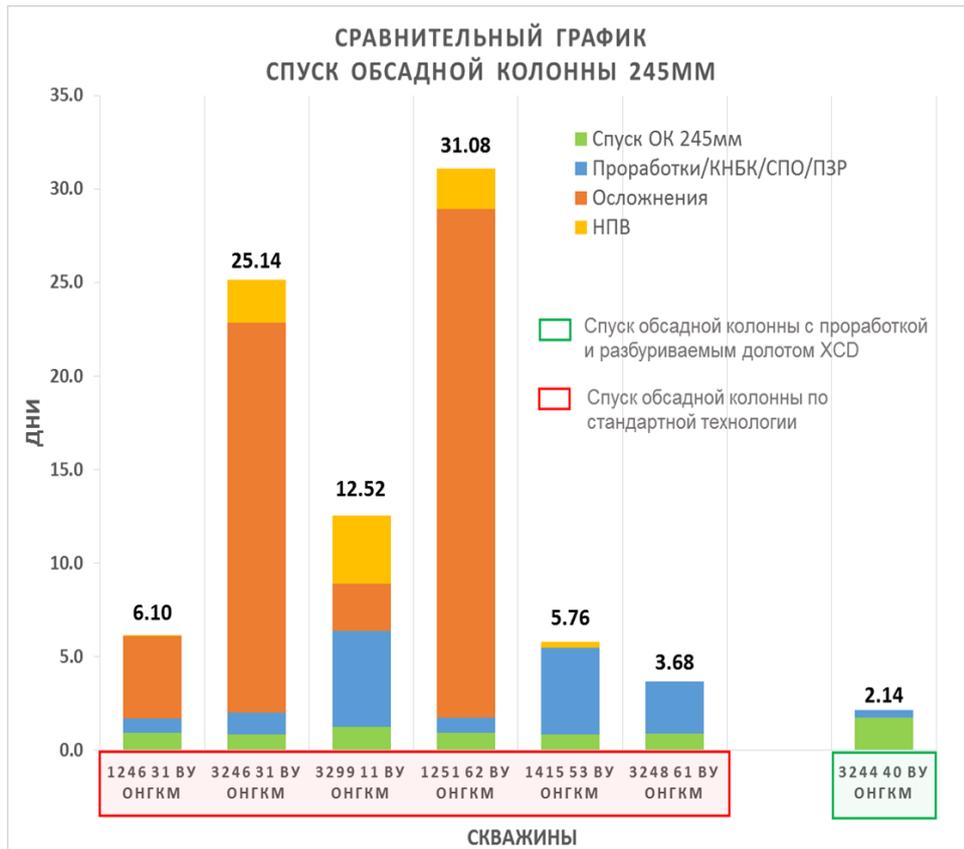


Рис.6. Сравнительный график спуска обсадной колонны.

Результаты спуска ОК с вращением на ВУ ОНГКМ:

Сокращение сроков строительства скважины на 10 суток

Применяемое оборудование:

- ССОК CRTi 4-7.0
- Моментовышающие кольца MLT
- Удлиненные буровые штропа
- Центраторы Серии HydroFORM
- Породоразрушающий инструмент - разбуриваемое башмак долото.

Инженерные и технологические решения:

- Комплексный расчет нагрузок и усталостного износа обсадной колонны

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Ниже представлено тематическое исследование по бурению кондукторов 324мм с применением технологии CWD на месторождении им. А.Титова , компания ПАО АНК «Башнефть».

Вводные данные и основные проблемы:

Обсадные трубы (CwD) 12 3/4" (324 мм) при бурении пяти нефтяных скважинах глубиной от 499 метра до 891 метров.

Основные проблемы включали:

- Высокие затраты на бурение.
- Необходимость повышения эффективности бурения.
- Необходимость повышения производительности бурения.
- Устранение любых рисков прихвата трубы.
- Минимизация потерь жидкости.

Компания Заказчика определила, что лучший метод решения этих проблем - это проведение бурение на обсадной колонне уровня II с использованием инструмента для спуска обсадной колонны, моментоповышающих колец и центраторов.

М-е, Скважина#	Время бурения (в часах)	Глубина ствола скважины (в метрах)	Размеры трубы/тип трубы	Буровой раствор	Частота вращения (об/мин)	Расход (литр/сек)	Давление при бурении (в атм.)	Давление на забое (в атм.)	Крутящий момент на забое (Кн*м)	Крутящий момент на роторе (Кн*м)	Тип долота, количество лопастей, размер резов, количество насадок, размер насадок
им. А.Титова Скважина 1	46	891	12-3/4" (324) Д 9,5мм	Полимер-глинистый	60	55	71	76	3	10	Direct XCD DOC, 5, 16мм, 8, 11.1мм
им. А.Титова Скважина 2	55	887	12-3/4" (324) Д 9,5мм	Полимер-глинистый	60	55	70	74	5	11	Direct XCD DOC, 5, 16мм, 8, 11.1мм
им. А.Титова Скважина 3	22	499	12-3/4" (324) Д 9,5мм	Полимер-глинистый	60	54	47	51	3	8	Direct XCD DOC, 5, 16мм, 8, 11.1мм
им. Р.Требса Скважина 4	35	676	12-3/4" (324) Д 9,5мм	Полимер-глинистый	70	54	61	65	2	6	Direct XCD DOC, 5, 16мм, 8, 11.1мм
им. Р.Требса Скважина 5	30	612	12-3/4" (324) Д 9,5мм	Полимер-глинистый	60	45	52	54	4	12	Direct XCD DOC, 5, 16мм, 8, 11.1мм

Рис.7. Данные по бурению на ОК на месторождении им. Р.Требса.

Все пять скважин успешно достигли проектной глубины с помощью CRTi3-7.0 и комбинации центраторов HydroFORM и колец MLT. Следующие результаты были получены с помощью Заказчика:

- CRTi обеспечил высокую эффективность при бурении на обсадной колонне, а также уменьшил количество проблем с прихватом трубы, которые могли возникнуть на всех пяти скважинах.
- При проектной глубине угол наклона скважины на всех скважинах был ниже 0,5°. Эквивалентный наклон при обычном бурении составляет от 1,0° до 2,0°.
- При осмотре/обслуживании CRTi, на клиньях инструмента, наблюдался минимальный износ.
- Центраторы Volant HydroFORM™ повысили эффективность за счет снижения сопротивления и трения.
- Кольца Volant MLT Rings™ обеспечили достижение надлежащих значений крутящего момента для всех соединений и помогли там, где требовалось вращение и возвратно-поступательное движение.
- Общий метраж, пробуренный на 5 скважинах = 3 565 м.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

- Общее время бурения 5 скважин = 188 часа
- Средняя скорость проходки по 5 скважинам = 19 м/ч
- Общая экономия при бурении всех пяти скважин составила примерно 100млн.руб по сравнению с традиционными методами бурения.

В 2016 году сервисная компания Schlumberger в РФ проводила первую работу по бурению обсадными трубами с извлекаемой компоновкой – CWD L3, на восточном участке ОНГКМ, тогда добиться планового забоя не удалось – подвело оборудование, промытое в ходе работы, оно было модернизировано и в 2018г. на том же восточном участке ОНГКМ была проведена первая в России успешная работа по бурению на обсадной колонне 244.5мм с извлекаемой КНБК. Идея очень похожа на описанный ранее патент, только вместо долота как в примере выше, на конце обсадной колонны располагается полноразмерная извлекаемая КНБК, которая позволяет осуществлять направленное бурение. Компоновка (КНБК) фиксируется в обсадной колонне с помощью бурового замка (DLA) (рис. 8.), и ответной детали, смонтированной на обсадной колонне – профильной муфте (CPN). DLA герметизирует затрубное пространство и соединяет КНБК с обсадной колонной через CPN. DLA вместе с КНБК может быть извлечена на любой стадии процесса бурения и спущена обратно в скважину, что позволяет заменить вышедшие из строя компоненты КНБК (долото, телесистему, расширитель ствола скважины, сам DLA) и продолжить процесс бурения.

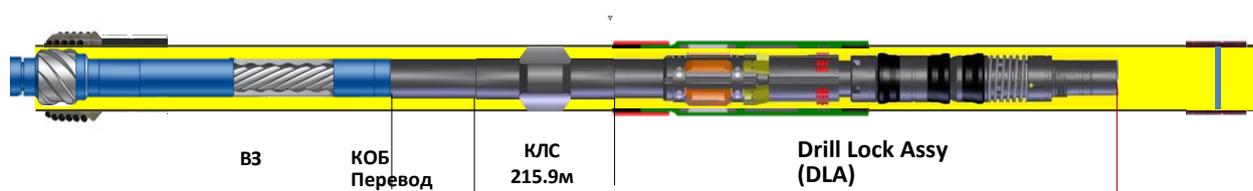


Рис.8. Буровой замок (DLA) и внутренняя часть КНБК

Рассмотрим КНБК которое используется в данном методе бурения (Рис.8.).

От DLA до бурового долота, КНБК можно разделить на две части: внутреннюю (внутри ОК) и внешнюю. Во внутренней части колонны располагаются сам буровой замок DLA, калибратор, УБТ и переводник, а также силовая часть забойного винтового двигателя (рис. 9). Она создает дополнительный крутящий момент и скорость для вращения долота.



Рис. 9. КНБК для бурения CWD L3

Верхним элементом в открытом стволе является гидравлический расширитель. Расширитель увеличивает диаметр пробуренного ствола (прим. Пробуренного долотом) до размера, необходимого для проходки обсадной колонны и последующего цементирования (рис. 9). За расширителем следуют стандартные для буровой КНБК элементы: калибратор, телесистема, роторная система управления и долото. Долото подбирается таким образом, чтобы после бурения секции могло быть безопасно извлечено. Например при бурении секции 295мм используется долото 220.7мм

Один важный элемент данной технологии, не использующийся в процессе бурения, но необходимый на каждой работе и в частности при извлечении КНБК - это ТСД. (Резьбовой адаптер) Рис.10.



Рис. 10. TCD -Резьбовой адаптер.

Используется TCD при появлении признаков ГНВП в момент извлечения КНБК на буровом инструменте через обсадную колонну. (Рис.11.) Его (TCD) соединяют с СВП и буровыми трубами использующимися для извлечения КНБК, а после с помощью резтбы на TCD соединяют его с обсадной трубой, тем самым получая герметичное соединение и возможность производить расхаживание, циркуляцию, утяжеление и замещение бурового раствора при необходимости.

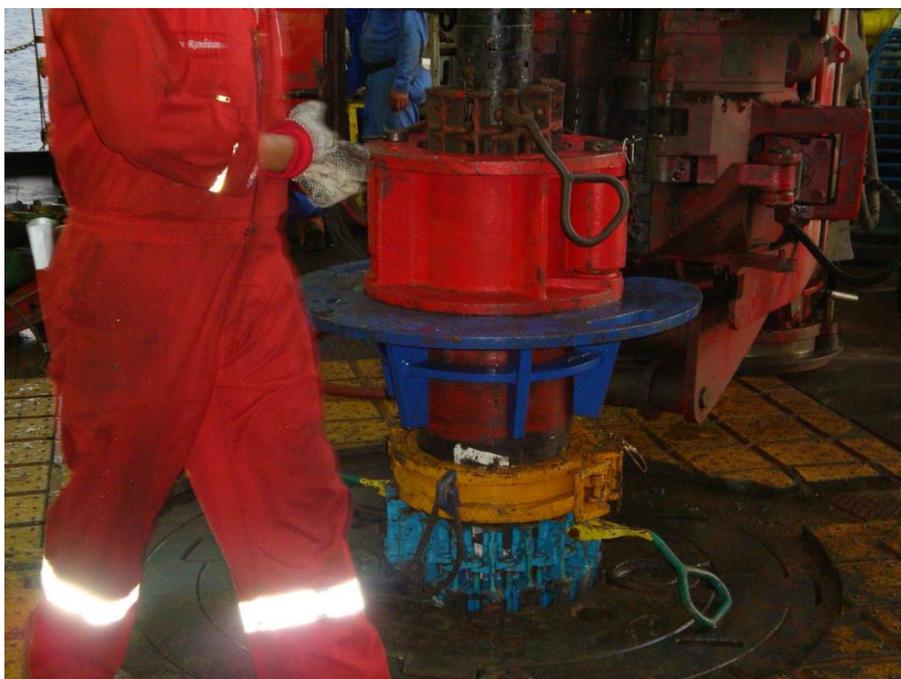


Рис. 11. Извлечение КНБК через ОК с использованием бурового инструмента 127мм.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Поиск безопасных и эффективных методов бурения - сложная задача для современных буровых и сервисных компаний. Проблемы, с которыми они сталкиваются, многообразны и продолжают расти с появлением новых нефтяных месторождений. Идея бурения на обсадной колонне не нова, ей почти столетие, но в наше время благодаря научно техническому прогрессу стала возможно реализация данной технологии на практике.

Список литературы

1. [1] Джалал Каримов, Асхат Усманов, Погурец Валерий, Ключов Всеволод Бурение на обсадной колонне: Один из способов снижения углеродного следа / Джалал Каримов, Асхат Усманов, Погурец Валерий, Ключов Всеволод [Электронный ресурс] // Kogtecmagazine : [сайт]. — URL: <https://www.rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2022/04/04-Casing-While-Drilling-One-of-the-Ways-to-Reduce-a-Carbon-Footprint-.pdf> (дата обращения: 08.02.2024).
2. [2] ЛУКОЙЛ успешно испытал метод бурения на обсадной колонне на сложных месторождениях в Коми и ЯНАО // Neftegaz.ru URL: <https://neftegaz.ru/news/drill/710547-lukoil-uspeshno-ispytal-metod-bureniya-na-obsadnoy-kolonne-na-slozhnykh-mestorozhdeniyakh-v-komi-i-ya/> (дата обращения: 09.02.2024).
3. [3] Технология бурения на обсадной колонне Allegro XCD-Pro // Шлюмберже URL: https://www.slb.ru/services/drilling/tools_services/allegro-xcd-pro/ (дата обращения: 09.02.2024).
4. [4] Михайличенко А.В. Инновационная технология TESCO — бурение на обсадной колонне CASING DRILLING™ // Нефть. Газ. Новации. 2011. № 12. С. 34—40

List of literature

1. [1] Jalal Karimov, Askhat Usmanov, Pogurets Valery, Klyusov Vsevolod Casing drilling: One of the ways to reduce the carbon footprint / Jalal Karimov, Askhat Usmanov, Pogurets Valery, Klyusov Vsevolod [Electronic resource] // Kogtecmagazine : [website]. — URL: [https://www.rogtecmagazine.com/wp-](https://www.rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2022/04/04-Casing-While-Drilling-One-of-the-Ways-to-Reduce-a-Carbon-Footprint-.pdf)

content/uploads/2022/04/04-Casing-While-Drilling-One-of-the-Ways-to-Reduce-a-Carbon-Footprint-.pdf (date of application: 02/08/2024).

2. [2] LUKOIL has successfully tested the casing drilling method in complex fields in Komi and Yamalo-Nenets Autonomous District // Neftegaz.ru URL: <https://neftegaz.ru/news/drill/710547-lukoil-uspeshno-ispytal-metod-bureniya-na-obsadnoy-kolonne-na-slozhnykh-mestorozhdeniyakh-v-komi-i-ya/> / (date of reference: 02/09/2024).
3. [3] Allegro XCD-Pro casing drilling technology // Schlumberger URL: https://www.slb.ru/services/drilling/tools_services/allegro-xcd-pro/ / (date of access: 02/09/2024).
4. [4] Mikhailichenko A.V. Innovative TESCO technology — CASING drilling // Oil. Gas. Innovations. 2011. No. 12. pp. 34-40

© Цурихин А.В., 2024 Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №1/2024

Для цитирования: Цурихин А.В. БУРЕНИЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН НА ОБСАДНОЙ КОЛОННЕ//Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №1/2024