

НОВАЯ ПРОЦЕДУРА СРЕЗКИ С РУС В УСЛОВИЯХ МНОГОЗАБОЙНЫХ СКВАЖИН**Туптин Алексей Юрьевич**

магистрант, Тюменский индустриальный университет, РФ, г. Тюмень

Галлямов Линар Рафикьянович

магистрант, Тюменский индустриальный университет, РФ, г. Тюмень

Бородин Андрей Геннадиевич

магистрант, Тюменский индустриальный университет, РФ, г. Тюмень

Нафиков Айдар Марселевич

магистрант, Тюменский индустриальный университет, РФ, г. Тюмень

Аннотация. В Западной Сибири достаточно распространено бурение многозабойных скважин. Отличительной особенностью строительства подобных скважин является срезка в интервале горизонтального участка в открытом стволе. В подавляющем большинстве случаев подъем компоновки низа бурильной колонны (КНБК) перед процедурой срезки с целью применения специализированной КНБК под срезку с последующей сменой на компоновку на бурение является экономически нецелесообразным. С целью сокращения сроков строительства скважины одним из предъявляемых требований является бурение горизонтальной секции многозабойной скважины за один рейс.

В последнее время рядом операторов высоко оценены преимущества применения роторных управляемых систем при бурении все усложняющихся траекторий многозабойных скважин (МЗС). В период становления работ по бурению МЗС при помощи роторной управляющей системы (РУС) процедура срезки вызывала некоторую озабоченность в связи с небольшим опытом проведения процесса, связанным с отсутствием аналога переводника-отклонителя на винтовом забойном двигателе (ВЗД). Первые срезки производились со значительным увеличением времени по сравнению со срезками при помощи ВЗД и составляли от 26 до 28 часов. С увеличением работ усовершенствовалась процедура срезки.

Основанная на полученном опыте новая процедура срезки с РУС опробована на более чем 20 работах на территории Западной Сибири. Показательная работа произведена на одной из многозабойных скважин 18 марта 2018 года на работе компании ООО «Лукойл-Западная Сибирь». Срезка в открытом горизонтальном стволе произведена за 1 час 40 минут, тогда как стандартная процедура срезки составляет 20 часов 30 минут. Таким образом, сокращение процесса срезки составило 92% по сравнению со стандартной, и 17% по сравнению с предыдущим поставленным рекордом по времени данного технологического процесса.

Abstract. Drilling multilateral (fishbone) wells in western Siberia is a common practice. A particular characteristic of these wells is the kickoff in the openhole horizontal section—no cement plug or whipstock is used. In the overwhelming majority of wells, it is economically impractical to perform tripping procedures twice—to change the bottomhole assembly (BHA) for the kickoff, and change it again for subsequent drilling. To reduce the well construction time, one requirement is to drill the horizontal section in one run.

Many operators have realized the advantages of using rotary steerable systems (RSS) for drilling

multilateral wells that are becoming more complicated. During a well startup, the use of RSS to drill fishbone wells caused some concern about kickoff procedures. The operator had no experience with the process due to the analogue of adjustable kick-off sub (AKO) on the positive displacement motor PDM absence. The first kickoffs were made and resulted in a significant time increase compared to the same process with (PDM): 26 to 28 hours instead of 16 to 20 hours. Further experience with using kickoffs with RSS resulted in procedures and process improvements.

Based on the experience gained, a new kickoff procedure with RSS was tested at more than 20 jobsites in Western Siberia. A notable record was achieved on one of the multilateral wells on March 18, 2018 at the job for Lukoil-Zapadnaya Sibir Ltd. The kickoff in the open horizontal section was made in 1 hour 40 minutes, whereas the standard procedure took 20 hours 30 minutes. The time reduction of the kickoff process was 92% compared to the standard procedure, and 17% compared to the previous set record. The next stage of this technology will be its application in Eastern Siberia, with some modifications based on the lithostratigraphic section of the target horizon

Ключевые слова: многозабойная скважина, срезка, боковой ствол, роторно-управляемая система.

Keywords: fishbone, sidetrack, kick-off, rotary steerable.

Введение

Срезка в открытом горизонтальном стволе не является простой технологической операцией для сервиса по наклонно-направленному бурению, требующая высокой квалификации персонала для планирования и исполнения работ. При строительстве скважины с четырьмя горизонтальными боковыми ответвлениями и основным условно прямолинейным горизонтальным участком необходимо произвести четыре срезки в открытых горизонтальных секциях, что составляет до 8% от общего затрачиваемого времени строительства скважины.

С целью сокращения сроков строительства скважины и с учетом технологических особенностей роторной управляемой системы комбинированного типа воздействия на породу долотом во время ориентированного бурения (направление и отклонение долота) с внешними ребрами-отклонителями на невращающемся валу, была разработана процедура, позволяющая сократить время операции с 20 - 24 до 1,5 - 8 часов в зависимости от твердости породы.

Выбор применения РУС для проведения ускоренной процедуры срезки связан со следующими преимуществами по сравнению с ВЗД:

Лучшая подготовка материнского ствола под срезку:

- Нет высокой локальной интенсивности в материнском стволе;
- Более качественный участок ствола под срезку (т.н. «полка»);

Отсутствие искривленных элементов КНБК:

- Ниже локальная интенсивность в местах наработки желоба и бурения по времени;
- Невозможность попадания в старый ствол после проведения спуско-подъемной операции (СПО)/тех.СПО выше места срезки;
- Нарботка желоба и срезка осуществляется с вращением БК;
- Низкая вероятность прихвата;
- Возможность осуществления срезки при больших участках открытого ствола;
- Отсутствие подвисания КНБК в процессе наработки желоба и бурения по времени;
- Полный оперативный контроль проведения срезки;
- Наличие наддолотного инклинометра - 1,15 м + длина долота (для исполнения 4 3/4");

- Получение динамических показаний зенитного угла в ходе проведения операции;
- Отслеживание хода проведения срезки;
- Оценка успешности срезки на ранних этапах;
- Сокращение времени на проведение операции;
- Отсутствие значительного перегиба/провала в горизонте;
- Четкое следование плановой траектории.

Основываясь на перечисленных преимуществах применения РУС разработан регламент подготовки скважины под дальнейшую срезку и осуществление срезки, позволяющий осуществить срезку со значительным сокращением времени на операцию – минимальное время успешной срезки составляет 1,5 часа.

Типовой порядок проведения работ

После предоставления заказчиком технического задания, набора скорректированных геологических целей после подтверждения залегания продуктивного пласта по факту отбуренной транспортной секции и проведении геофизических работ производится проектирование горизонтальных участков многозабойной скважины по следующему принципу (порядок работ при бурении с ВЗД и РУС несколько отличается, поэтому здесь и далее по умолчанию представлены данные по работе с РУС):

1. После привязки и выхода на необходимую вертикаль в конце прямолинейного участка производится построение полки под дальнейшую срезку, представляющую собой набор параметров в 30 градусов относительно апсидальной плоскости в сторону первой цели.

После построения полки происходит выравнивание параметров кривизны для выхода на необходимую вертикаль, далее – проектируется выход на заданную цель первого бокового ответвления.

2. По факту пробуренного участка полки под срезку на следующее горизонтальное ответвление параллельно с бурением первого ствола производится проектирование траектории последующего ствола, учитывающего процесс срезки, и готовится план работ по проведению срезки. После проектирования участка срезки последовательность действий построения траектории повторяется по п. 1). При наличии последующих стволов процедура повторяется.

Перед началом производства работ по срезке необходимо поднять КНБК до башмака э/колонны с целью проведения шаблонировки.

Спуск КНБК производится до глубины точки срезки. Подбирается мера инструмента так, чтобы во время производства работ в интервале наработки желоба и бурения с ограниченной нагрузкой не было необходимости производить наращивание инструмента. Восстанавливается циркуляция промывочной жидкости, и доводится расход промывочной жидкости до 12 – 14 л/с. Снимаются контрольные замеры инклинометрии на глубинах нахождения прибора, в случае несовпадения замеров с предыдущими – необходимо связаться с группой техподдержки для дополнительных консультаций. Проверяется длина бурового инструмента инструмента и производится подъем инструмента до глубины точки срезки.

РУС переводится в режим управления, с параметрами Steer Force (SF) = 90% Steer Dir (SD) = 180, расход 12-14 л/сек, тем самым начинается наработка желоба в режиме SF 90% (сила давления лопаток РУС) и SD 180° (направление бурения). Режим наработки желоба производится с вращением СВП в пределах 30-40 об/мин.

Забой в дальнейшем именуется «мертвая точка». Стоянка на мертвой точке в течение 3 мин с циркуляцией.

При хаотичном вращении калибратора на РУСе в процессе наработки желоба, осуществляется переход в режим Ribs Off с вращением бурильной колонны 80-100 об/мин, перед этим необходимо предварительное согласование группы технической поддержки.

После окончания наработки желоба начинается бурение в режиме углубления по времени в интервале с параметрами бурения: режим «Ribs off» (с убранными лопатками РУС) – производительность буровых насосов 12-14л/с., частота вращения бурильной колонны 80-100 об/мин. Мелом наносится разметка на бурильных трубах через каждые 3 см для отслеживания углубления. Ведется постоянный контроль зенитного угла по наддолотному датчику инклинометрии.

На буровой можно изменить скорость и интервалы углубления в зависимости от фактических условий при производстве работ.

Оптимизированный процесс срезки

Новой процедуре проведения работы предшествовала значительная наработка опыта проведения срезок.

На этапе проектирования первого ответвления многозабойной скважины производится построение имитации желоба для позиционирования КНБК в максимально благоприятном для проведения срезки положении непосредственно перед участком полки.

По факту пробуренного участка полки под срезку на следующее горизонтальное ответвление параллельно с бурением первого ствола производится проектирование траектории последующего ствола как и по типовой технологии. На данном этапе планирования работ более тщательно анализируются полученные данные с буровой:

- значения динамических замеров зенитного угла с целью определения «мертвой» точки при срезке, проверяются все значения и изменения зенитного угла.
- каротажные диаграммы изучаются для анализа свойств породы:
- Гамма-каротаж, - определение глиносодержания породы
- кавернометрия, - оценка кавернозности, размывов, вывалов
- ГГК, дГГК, азимутальный ГГК, - определение плотности пород (в т.ч. по секотрам)
- УЭС фаза 2 МГц – определение тонких напластований глинистых отложений
- при необходимости более детального исследования выгружается и анализируется акустическая профилометрия.
- Журнал бурения на участке предполагаемого проведения операции, применяется для изучения скорости бурения в интервале срезки, используется как универсальный показатель для выбора начальной скорости срезки.
- Диаграмма веса на крюке и график моментов необходимы для определения коэффициентов трения в скважине как один из косвенных показателей состояния ствола скважины в целом.

При проведении стандартной процедуры срезки также проверяются эти основные данные, но для проведения ускоренной срезки необходима детальная проработка информации.

На основании вышеуказанных данных производится решение о производстве ускоренной процедуры срезки. Определяется необходимость в наработке уступа, длине и продолжительности наработки желоба, режимы бурения по времени. При этом составляется стандартная процедура срезки в качестве запасного варианта в случае неудачной попытки ускоренной срезки. Исполнение ускоренная срезки происходит в «ручном» режиме в связке: опытный инженер технической поддержки с контролем из офиса путем непрерывного удаленного мониторинга режимов бурения и опытный инженер по ННБ на месте проведения работ, непосредственно выполняющего процедуру.

На месторождении компании ООО «Лукойл-Западная Сибирь» было принято решение об установке долота на глубину 2979 м, без наработки желоба производить бурение по времени в режиме сложенных ребер начиная со скорости 2,5 м/ч, по прошествии 1 метра было обнаружено незначительное увеличение давления, на 1-2 бар, также в режиме реального времени наблюдалось некоторое падение значений зенитного угла в динамике (~0,3 град.), что свидетельствовало об образовании уступа для дальнейшего бурения. Следующим шагом было бурение по времени следующего метра в режиме сложенных ребер со скоростью 4 м/ч, по факту расхождения материнского ствола и вновь нарабатываемого в 1 градус, увеличении

перепада на 3 бара скорость увеличили до 10 м/ч следующие 10 метров, перепад увеличился на 7 бар. Подтверждением срезки выступил стационарный замер после вышеописанных режимов бурения.

Выводы

- При бурении МЗС с наличием срезок в горизонтальном открытом стволе РУС является хорошей альтернативой клину-отклонителю и ВЗД.
- Выбор в пользу применения РУС при бурении МЗС является обоснованным в связи с ускорением процесса проводки всех горизонтальных секций с учетом срезок. Так, например, при строительстве 5 стволов МЗС сокращение времени только по операциям четырех срезок составляет около 3 суток.
- При планировании и проведении процесса срезки требуется высококвалифицированный персонал полная кооперация всех служб подрядной организации по ННБ, а также большое внимание к подготовительной работе.
- Для планирования и осуществления ускоренной срезки в открытом горизонтальном стволе у подрядчика по ННБ должны быть в наличии РУС с наддолотным датчиком зенитного угла, а также расширенный комплекс телеметрии с возможностью передачи данных по гамма-, плотностному и нейтронному каротажу в процессе бурения.

Список литературы:

1. <http://www.lukoil.ru/PressCenter/Pressreleases/Pressrelease?rid=52612>
2. SPE-191523-18RPTC-MS
3. <https://www.bhge.com/upstream/drilling/drilling-services/rotary-steerable-services>
4. Moroz P. Drilling efficiency improvement in directional drilling. Neftegaz.ru Magazine, 3, 2015.
5. Уилсон К., Шокарев И., Смолл Дж., Ахундов Э. Результаты применения новых технологий в бурении при разработке сложного месторождения Восточной Сибири – Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения. SPE paper 135969. 2010