

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН ЭЛЕКТРОБУРОМ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ТУРКМЕНИСТАНА

Гелдимырадов А.Г.

*Гелдимырадов Арслан Гелдимырадович - доктор технических наук, доцент,
кафедра разработки нефтяных и газовых месторождений, факультет нефти и газа,
Международный университет нефти и газа им. Ягшигельды Какаева,
г. Ашгабат, Туркменистан*

Аннотация: увеличение объемов добычи нефти в ближайшее время будет обусловлено в основном не вводом в эксплуатацию новых месторождений, а повышением нефтеотдачи пластов на месторождениях находящихся на поздней стадии разработки.

Ключевые слова: аномально высокое пластовое давление, поверхностно активное вещество, горизонтальный ствол, электробурение, буровой раствор, профиль, шлам.

ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY OF DRILLING DIRECTIONAL WELLS WITH AN ELECTRIC DRILL IN THE FIELDS OF TURKMENISTAN

Geldimyradov A.G.

*Geldimyradov Arslan Geldimyradovich - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
DEPARTMENT OF DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS, FACULTY OIL AND GAS,
INTERNATIONAL UNIVERSITY OF OIL AND GAS NAMED AFTER YAGSHIGELDY KAKAEV,
ASHGABAT, TURKMENISTAN*

Abstract: an increase in oil production in the near future will be mainly due not to the commissioning of new fields, but to an increase in oil recovery from reservoirs at a late stage of development.

Keywords: abnormally high reservoir pressure, surfactant, horizontal wellbore, electric drilling, drilling mud, profile, cuttings.

За последние годы, как за рубежом, так и у нас резко возрос интерес к бурению скважин с горизонтальным стволом. Развивающаяся технология горизонтального бурения во многих случаях существенным образом изменила результаты разведки, разработки и эксплуатации месторождений нефти и газа, что убедило специалистов переосмыслить и переоценить представление о продуктивном коллекторе, как объекте разработки и поиску новых подходов к разработке пласта.

Бурение горизонтальным методом - вскрытие пласта по направлению – одна из многообещающих перспектив. Установлено, что когда ствол скважин расположен вдоль пласта, отдача многократно возрастает.

Экономическая целесообразность проводки горизонтальных скважин оправдана многолетней практикой. В связи с этим, вопросам совершенствования техники и технологии бурения горизонтальных скважин следует уделять особое внимание.

Бурение горизонтальных скважин в основном осуществляется глубинным способом.

За последние годы, наряду с турбинным способом, при бурении горизонтальных скважин все большее применение находит электробур. Это обусловлено некоторыми неоспоримыми преимуществами электробурения по сравнению с турбобурением. В связи с этим в данной статье подробно описываются особенности бурения горизонтальных скважин электробурением.

Анализируя современную отечественную буровую технику, и опираясь на результаты технико-экономического анализа буровых предприятий следует отметить, что на вооружении буровиков имеется достаточно надежный, отвечающий современным требованиям технологии проводки скважин, комплекс технических средств электробурения:

Электробуров диаметром 290,240,215,19,164 и 127 мм редукторы к ним с придаточными отношениями 3,5 и 9; механизмы искривления с одним и двумя переносами осей; телеметрические системы серии СТЭ диаметром 215,190,164 и 127 мм станции управления и другие оборудования, особенности электробурения сводится к следующему:

- Мощность и частота вращения вала электробурения не зависит от количества и свойства бурового раствора и глубины бурения. Это позволяет обеспечить эффективную проводку глубоких скважин с применением вязких растворов удельного веса до 2,3 т/см³, использовать промывочные жидкости, газообразные агенты и пены для выноса выбуренной породы;

- Количество прокачиваемого бурового раствора при электробурении бурящейся только условиями нормальной очистки забоя, что способствует уменьшению дифференциального давления на пласт, меньшему размыву стенок скважин и снимает кавернообразование. Относительно невысокое рабочее

давление на выкидке насоса позволяет снизить требования к прочности обвязки буровых насосов, повышает продолжительность службы насосов, облегчает работу насосной установки и резьбовых соединений бурильных труб и значительно повышает срок их службы. Снижается уровень шума на буровой.

- Изменение момента сопротивления на долоте при бурении мгновенно отражается на изменении величины тока и мощности. Это дает возможность наблюдать по амперметру и ваттметру за нагрузкой на долото, определять характер его работы, устанавливать степень износа и предупреждать аварии с долотом. Изменения тока и мощности, отражающие нагрузку на долото, дают возможность автоматизировать процесс бурения при наилучшем использовании мощности, развиваемой электробуром. Это также позволяет внедрить замкнутую систему АСУ бурением.

- Наличие токоподвода для осуществления питания электробура позволяет использовать его в качестве канала связи для передачи информации с забоя на поверхность от погружной измерительной аппаратуры, обеспечивающей в процессе бурения контроль геометрических и технологических параметров. Это обстоятельство обеспечивает получение заданных параметров трассы наклонно – направленных и разветленно – горизонтальных скважин и точное попадание в ходе допуска, что особенно важно при разработке месторождений по уплотненной сетке, при увеличении количества наклонно – направленных скважин при кустовом методе освоения месторождений, а также при бурении с морских оснований.

Все это способствует решению множества экономических вопросов, связанных с сохранением земельных угодий, лесных массивов, водоемов, выбором оптимального места для размещения буровой установки и т.д.

На фоне перечисленных преимуществ к особенностям электробурения следует отнести относительную сложность и стоимость электробуровой техники по сравнению с турбинной и роторной связанной необходимостью в содержании специальных баз по ремонту и обслуживанию оборудования. Именно эти особенности, требующих определенных организационных условий, наиболее часто служат ссылками для сдерживания роста объемов развития электробурения.

Одним из основных вопросов бурения горизонтальной скважины является проходимость колонны в исправленной её части. Исследуя этот вопрос, приведена рекомендация по выбору радиуса искривления ствола в искривленной её части. Указано, что наилучшей теоретической кривой проделанной при бурении горизонтальной скважины является Астроида.

На основе накопленного опыта буровых предприятий при бурении скважин с горизонтальным стволом в продуктивном горизонте рекомендуется:

Радиус кривизны переходного интервала от вертикального к горизонтальному стволу должен быть не менее 80 м. при максимальной интенсивности набора кривизны $3^{\circ}/10$ м. Этот тип профиля принят буровыми предприятиями в качестве основного. По сравнению с меньшим радиусом кривизны этот метод имеет определенное преимущество. К ним относятся, например, возможность проведения всех обычных операций по бурению, спуску и цементированию обсадных колонн, промыслово-геофизических исследований.

Глубина начала переходного интервала должна быть по возможности больше и интенсивность набора кривизны должна быть равномерной.

Силы трения при этом уменьшаются до минимума, так как интервал кривизны находится на глубине, где растягивающее усилие минимально, бурильная колонна не прижимается к стенке скважины. При таком распределении внешних сил бурильная колонна свободно проходит даже через участки с резким перегибом. Большая часть бурильной колонны находится в вертикальном стволе, так как отметка начала переходного интервала находится на достаточно большой глубине. При бурении горизонтального ствола это обеспечивает запас осевой нагрузки, посредством чего осуществляется принудительное перемещение нижней части бурильной колонны в горизонтальном стволе. В связи с уменьшением периода регулируемого набора кривизны скорость бурения увеличивается, длина горизонтального ствола является максимальной, расстояние по горизонтали от вертикального ствола до точки вхождения в продуктивный горизонт является минимальным.

Независимо от типа выбранного профиля, при подходе к продуктивному горизонту обычно переходят на прямолинейную траекторию ствола скважины. Это улучшает проводку скважины и уменьшает вероятность ошибки при достижении западного участка продуктивного пласта.

Наземное местоположение буровой установки и прямолинейный участок траектории скважины должны находиться на одной прямой линии во избежание потерь времени на корректировку азимута и уменьшение сил трения бурильной колонны о стенки скважины, особенно при величине угла отклонения от вертикали $50-60^{\circ}$.

В скважине диаметром 295 мм при величине угла свыше 40° рекомендуется не производить корректировку азимута, так как это связано с определенными техническими трудностями и обычно

сопровождается значительным падением угла наклона. При острой необходимости допускается корректировка азимута в скважинах диаметром 215,9 мм, причем в начале этого интервала.

Идеальным профилем является траектория скважины с постепенным увеличением угла отклонения от вертикали. Однако для такой траектории, характерно постепенно уменьшающийся градиент набора кривизны, контроль за которым технически трудно осуществить при помощи существующих забойных приборов.

При бурении горизонтального ствола основная проблема заключается в преодолении возникающих сил трения, как при спуске, так и при подъеме бурильной колонны, а в случае роторного способа бурения и при вращении. При подъеме бурильной колонны из скважины с горизонтальным стволом возникают значительные затяжки, вызванные трением бурильной колонны о стенки скважины в горизонтальном стволе и в переходном интервале. Для уменьшения растягивающих усилий в бурильной колонне переходной интервал должен начинаться на возможно большей глубине. Другой мерой, способствующей уменьшению сил трения, является постепенное увеличение интенсивности набора кривизны в переходном интервале. При выполнении этих двух условий на участке с наибольшей интенсивностью кривизны растягивающие усилия в бурильной колонне являются минимальными, и проходит через остальную часть переходного интервала с минимальными усилиями на трение. Необходимо также принимать меры по предотвращению резких изгибов в вертикальном стволе скважины, так как это также может привести к возникновению значительных сил трения и, следовательно, к увеличению опасности прихвата.

Силы трения, возникающие при движении бурильной колонны вниз, также сильно осложняют процесс бурения. В результате фактическая нагрузка на долото уменьшается, иногда практически до нуля. Для предотвращения этого явления рекомендуется устанавливать утяжеленные бурильные трубы не над долотом, как обычно, а перемещать их в интервал, где угол отклонения от вертикали составляет 40-60°. При таком положении УБТ создает запас осевой нагрузки, благодаря которому осуществляется перемещение нижней части бурильной колонны и передается необходимая нагрузка на долото.

Кроме того, элементы КНБК не должны иметь наружный диаметр, превышающий номинальный диаметр с учетом необходимого зазора между КНБК и стенками скважины.

Необходимо отметить, что нет единственного оптимального для всех условий метода бурения горизонтальных скважин. Выбор темпа набора угла и системы бурения зависит от целей, которые ставит нефтяная компания, породы и условий бурения, которые могут встретиться в ходе работ.

Одним из основных проблем бурения нефтяных и газовых скважин является промывка забоя и вынос гидравлической промывкой выбуренных (шлам) частиц на поверхность. Технологические процессы, связанные с этой проблемой составляют в балансе времени строительства скважин около 15-20%.

В статье рассмотрены ряд вопросов, связанные с промывкой ствола скважины при горизонтальном бурении. Рассматривается моделирование движения части бурового шлама и рекомендуются критериальные параметры с этой целью.

В результате теоретических исследований динамики частиц при горизонтальном бурении установлено соотношение между оптимальной и минимальной скоростями бурового раствора, при каждом происходит выпадение частиц из потока.

Учитывая, что при горизонтальном бурении опасной зоной является участок ствола скважины ниже геометрического ее радиуса, рекомендуется максимальный диаметр частиц шлама определить исходя из скорости потока на этом участке.

Рассматривая силы, действующие на выбуренную частицу, установлено, что в горизонтальном бурении эта сила в 1,36 раза больше, чем при вертикальном бурении, что необходимо учесть при определении оптимального расхода бурового раствора.

При горизонтальном бурении моделирование частиц бурового шлама должно производиться с учетом параметров Рейнольдса и Фруда, а также плотности пород и жидкости.

При горизонтальном бурении минимальная скорость потока должна определяться исходя из величины его гидравлического радиуса и, целью предотвращения выпадения частиц из потока должно быть не ниже 0,7 от величины заданной скорости. Максимальный диаметр части следует определить исходя из скорости потока ниже геометрической оси скважины.

Бурение горизонтальной секции в продуктивном пласте не является самоцелью, основная задача – увеличение добычи нефти.

Все три скважины (1630, 1631, 1632), пробуренные к настоящему времени на месторождении Котурдепе, - это нефтяные скважины. В первую очередь это объясняется экономическими причинами, а не техническими проблемами. При добыче газа горизонтальные скважины увеличивают дебит в большой степени, чем при добыче нефти. Это объясняет практически полным отсутствием турбулентности, наличие которой является типичным для обычных газовых скважин.

Длина горизонтального участка скважины является основным фактором, определяющим производительность скважины, так как определяет суммарную площадь фильтрации. Длина этого

участка может колебаться от нескольких десятков до полутора тысяч метров. Разумеется, что при увеличении длины этого участка в значительной степени возрастают проблемы при бурении и заканчивании скважины. Маловероятно, что в будущем типичная длина горизонтального участка превысит ≈ 900 м.

Вертикальный контроль горизонтальной секции имеет большое значение, особенно при бурении тонких пластов с газовой шапкой и подстилающим водоносным пластом. В этих случаях проникновение ствола в соседний пласт приводит к потере скважины. При толщине продуктивного пласта менее 35 м отклонения по вертикали должно находиться в пределах до 1 метра, что хотя и возможно с технической точки зрения, но требует больших затрат. При более благоприятном расположении продуктивного пласта этот допуск составляет примерно ± 3 м. Диаметр горизонтальной секции ствола скважины не оказывает столь значительного влияния на продуктивность, как в вертикальных скважинах. Все пробуренные скважины на месторождение Котурдепе имеют диаметр 216 мм. Как любая новая технология, горизонтальное бурение обходится дороже, но повышение продуктивности скважины может быть столь значительным, что экономическая эффективность такой более дорогой скважины может быть гораздо выше. К настоящему времени определенный опыт эксплуатации горизонтальных скважин, который позволяет сказать, что дебит таких скважин обычно намного превышает дебит соседних вертикальных.

Разумеется, увеличение зависит от множества факторов, поэтому говорить можно только о самых приблизительных величинах. Обычно сообщается об увеличении дебита в 2...5 раз, иногда больше. Диапазон показателей здесь очень широк. Увеличение объемов горизонтального бурения в незначительной степени будет зависеть от успехов в совершенствовании техники и технологии, причем главным образом в области заканчивания скважины, которые во многих случаях представляют сейчас, наибольшую проблему.

Многие проблемы бурения скважин с горизонтальными стволами связаны с правильным выбором типа бурового раствора и его свойств. Отсутствие тщательного планирования программы буровых растворов в период строительства скважины приведет к возникновению чрезмерного крутящего момента в скважине, к расходу труб, нестабильности стенок скважины, сложностям спуска геофизического инструмента. При выборе типа бурового раствора для бурения скважин с горизонтальными стволами необходимо учитывать наличие в разрезе скважины осыпающихся песчано-глинистых пород, забойной температуры и давление, требования защиты окружающей среды. При этом выбранный буровой раствор должен легко поддаваться обработке для решения возникших проблем, моделирования которых проводят в лабораторных условиях с помощью различных экспертных систем.

Перспективный метод строительства высоко продуктивных нефтяных скважин с горизонтальной направленностью ствола в массиве продуктивного пласта в стране носит эпизодический экспериментальный характер и осуществляется на небольших, глубинах в устойчивых по разрезу породах и при близких к гидростатическому величинах пластовых давлениях.

Строительство скважин №№ 1630, 1631, 1632 на западном участке площади Котурдепе потребовало известных технических достижений и решения принципиально новых вопросов, обусловленных техническими и технологическими факторами и сложными термогеохимическими условиями разбуриваемого разреза.

Опытом строительства скважин №№ 1630, 1631, 1632 на Западном участке площади Котурдепе доказана возможность безаварийного бурения искривленного и горизонтального участка ствола в зонах АВПД сложными термогеохимическими условиями с использованием модернизированной электробуровой техники.

Условия бурения предопределяют возникновение и развитие ряда специфических осложнений, для предотвращения и ликвидации которых, потребовалось создание специализированного бурового раствора. Такой раствор был создан, исследован и внедрен. Раствор представляет собой комплексно-ингибированную систему в сочетании с гифрофобизующими ПАВ (ПКД).

Пробуренная в зоне АВПД скважина вскрыла горизонтальным стволом протяженностью продуктивный пласт на рекордной для современного уровня глубине. По полученным технико-экономическим результатам, в том числе и дебиту нефти, она значительно опережает современный научно-технический уровень строительства скважин подобного типа в стране.

Список литературы / References

1. Гулатаров Х., Деряев А.Р., Еседулаев Р.Э. Особенности технологии бурения горизонтальных скважин способом электробурения (Монография). Наука. Ашгабат, 2019. Стр. 276-301.