

ОСНОВНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ИНЖЕНЕРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ БУРОВЫХ РАБОТ ДЛЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРЕНИЯ

Деряев А.Р.

*Деряев Аннагулы Реджепович - кандидат технических наук, научный сотрудник,
Научно-исследовательский институт природного газа ГК «Туркменгаз»,
г. Ашгабат, Туркменистан*

Аннотация: горизонтальный ствол в продуктивном горизонте позволяет более равномерно извлекать нефть из коллектора и уменьшить тенденцию к образованию свойственных вертикальным стволам депрессий, по которым интенсивно продвигается к скважине подстилающая вода или газ из газонной части над нефтяной зоной пласта.

Ключевые слова: проект, траектория, зенитный угол, азимут, конструкция скважин, заканчивание, проходка.

KEY DEVELOPMENT PROSPECTS AND ENGINEERING DRILLING PLANNING FOR HORIZONTAL DRILLING EFFICIENCY

Deryaev A.R.

*Deryaev Annaguly Redzhepovich - Candidate of Technical Sciences, Researcher,
SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF NATURAL GAS OF THE STATE CONCERN "TURKMENGAZ",
ASHGABAT, TURKMENISTAN*

Abstract: a horizontal wellbore in the productive horizon allows for more even oil extraction from the reservoir and reduces the tendency to form depression inherent in vertical wellbores, along which the underlying water or gas from the lawn part above the oil zone of the formation is intensively moving towards the well.

Keywords: project, trajectory, zenith angle, azimuth, well design, completion, penetration.

Нефть и газ имеют особое значение. Необходимость дальнейшего увеличения (наращивания) нефти и газа, а также увеличение их добычи обусловила значительный качественный рост буровых работ. Отсюда совершенствование техники и технологии бурения (глубокого), существенное повышение производительности буровых работ и снижение их себестоимости – серьезная задача. Большое значение имеет, принципиально геологическое, геофизическое и технические данные для повышения точности и достоверности описания разреза, вскрываемого скважиной и управление процессом бурения.

Необходимость дальнейшего совершенствования бурения диктуется и усложнением решаемых геологических и технических задач:

1. По всей вероятности ещё на долгие годы сохранится схема глубокого механического бурения.
2. Для увеличения скоростей бурения необходимо в общем объеме буровых работ (гидравлические и электрические забойные двигатели).
3. Есть много оснований предполагать увеличение объема направленного бурения с проходной горизонтальных участков стволов под продуктивным пластом.

Опыт работ по разным районам мира демонстрирует успешность технологии бурения горизонтальных скважин.

Обзор работ, рассмотренных в самых разных районах мира, показывает высокую перспективность горизонтального бурения в части повышения добычи и решения заканчивания скважин.

Как показывает практический опыт, горизонтальное бурение становится важным направлением технического прогресса в части увеличения добычи и решения проблем заканчивания скважин.

С начала 1980-х г.г. горизонтальное бурение использовалось в целях увеличения добычи во многих нефтяных скважинах. В мире интерес к горизонтальному бурению резко ускоряется по мере как обслуживающие компании разрабатывают и представляют новые технические средства и технологии для бурения и эксплуатации горизонтальных скважин. Одновременно необходимо разрабатывать улучшенные способы выявления особенностей пласта в целях определения возможности использования горизонтальных скважин.

В ближайшем будущем нефтегазодобывающая промышленность рассмотрит в горизонтальном бурении средство повышения коэффициента сбора нефти с тонкими продуктивными зонами или запасами экономической целесообразности добычи (освоение).

В горизонтальном бурении уже широко используются технические и технологические новинки. Новые технологии, основанные в направленном бурении в практике, могут эффективно извлекать запасы углеводных ресурсов в промышленных масштабах бурящейся скважины на данном месторождении.

Поставленные перед нефтяной промышленностью задачи по увеличению добычи нефти могут быть выполнены лишь при условии дальнейшего увеличения скоростей проводки скважин и горизонтальном бурении.

Чтобы обеспечить соответствующий темп ввода скважин в эксплуатацию при сплошной системе разработки, при этом существенную роль играет, организация буровых работ должна быть на высоком уровне ввиду сжатых сроков разбуривания площади.

Здесь возможны два решения:

- Или увеличить одновременно работающие пары действующих буровых установок.
- Или при меньшем количестве их увеличить цикловые скорости, к чему в сущности и необходимо стремиться при бурении индивидуальных скважин и вообще всех скважин, кроме того, уменьшаются удельные капиталовложения.

Необходимо отметить нефтяные пласты разрабатываются системой эксплуатационных скважин расположенных или рядом или в виде равномерной геометрической сетки (треугольный или квадратный).

Размещение скважин рядом применяется при разработке нефтяных пластов с высокой продуктивностью и хорошей проницаемостью, а также в условиях, когда залежь нефти подчинена стратиграфической ловушке. Во всех других случаях скважины размещаются по геометрической сетке. Расстояние между скважинами (при равномерной сетке размещения скважин) и между рядами, имеют первостепенную важность.

Выбор рационального расстояния между эксплуатационными скважинами основываются на законах подземной гидродинамики с учетом физико-геологических особенностей продуктивного горизонта. При выборе расстояния между скважинами необходимо принимать в расчет и экономические соображения, так как от расстояния зависит общее число скважин, предназначенных для разбуривания нефтяных залежей. При проектировании разработки месторождения, необходимо несколько вариантов размещения скважин (предусматривающих разное расстояние между ними) и сравнивая их выбирать на выгоднейший вариант.

Последовательность расположения участков ствола скважины (вертикальных, прямолинейных, наклонных, горизонтальных, набора и снижения угла наклона) определяется конфигурацией. Конфигурацию профиля горизонтальных скважин следует выбирать с учетом конкретных условий месторождения. Участки профиля должны располагаться в такой последовательности, что бы они наилучшим образом соответствовали условиям разбуривания данного месторождения и эксплуатации скважин.

При выборе профиля горизонтальной скважины необходимо учитывать.

1. Тип месторождения – в случае многопластового месторождения скважина вскрывает одновременно несколько продуктивных горизонтов, не нарушая сетки их разработки.

2. Угол залегания продуктивного пласта.

3. Тип пород продуктивного пласта – в неустойчивых породах скважина должна вскрыть продуктивный пласт вертикально, а устойчивые породы позволяют вскрывать продуктивный пласт под любым углом наклона.

Выбранная конфигурация профиля горизонтальной (наклонной) скважины должна обеспечить наилучшие условия добычи нефти при том способе эксплуатации, какой принят в рациональной системе разработки месторождения.

Значение нефти и газа в народном хозяйстве возрастает с каждым годом. Нефть и газ не только наиболее дешевые виды топлива, но и важнейшее сырье для получения иных ценных химических продуктов и материалов. Именно поэтому правительства уделяют большое внимание быстрому развитию добычи нефти.

Дальнейшие увеличения объемов добычи нефти в ближайшее время будет обусловлено в основном не вводом в эксплуатацию новых месторождений, а повышением нефтеотдачи пластов на месторождениях находящейся на поздней стадии разработки. В этом направлении особенно важно развивать новые методы и технологии, поскольку существующие методы дают низкие коэффициенты нефтеизвлечения ($\approx 30\div 50\%$).

Следует вывод о целесообразности вскрытия продуктивного пласта горизонтальными скважинами под определенным углом наклона в заданной точке. Как правило, при горизонтальном залегании пласта этот угол близок к 90° , а точка входа задается определенным допуском, который меньше, чем толщина пласта.

Исходя из этого, предъявляются повышенные требования к точности отклоняющих компоновок, при помощи которых осуществляется искривления.

Более того должна быть выдержана стабильность по поддержанию технологически заданного угла наклона выбранного для исправления необходимой траектории ствола. Чем протяжённее интервал

работы отклоняющей компоновкой, тем в большей степени показатель стабильности зависит от неизбежных ошибок при её ориентировании.

Очевидно, что использование компоновки для бурения горизонтальных скважин с большим радиусом искривления, но в пластах с малой толщины весьма затруднено. Кроме того, требует применение технических средств, обеспечивающих проводку ствола скважины с заданной точностью. В то же время использование отклоняющих компоновок обеспечивающих минимально возможный радиус искривления ствола скважины, наиболее целесообразно и позволяет осуществлять проводку скважин с наименьшими затратами и с большей гарантией достижения положительного результата. Эта тем более необходимо, поскольку при применении указанных компоновок достигаются преимущества, связанные с уменьшением длины участка ствола скважины, на котором осуществляется набор угла наклона.

Как показывает опыт и соответствующие расчеты, для наиболее часто применяемых обсадных труб спускаемых в скважину, проводка которых выполняется долотами диаметром 215,9 мм (или близким к нему), напряжения в теле труб достигают предела текучести при изгибе колонны по радиусу 25-40 м (в зависимости от диаметра колонны, толщины стенки труб и марки стали). Таким образом, за минимальный радиус искривления ствола скважины следует принять R=35-40 м.

При искривлении ствола по радиусу 35-40 м могут быть применены обычные бурильные трубы. При этом практически не вводятся ограничения на длину горизонтального участка.

Так, при использовании труб диаметром 127 мм марки Д напряжения от изгиба в стволе радиусом 40 м составляет 317,5 Мпа, и для того чтобы суммарные напряжения от изгиба и растяжения достигли предела текучести, необходимо усилие 600 кН. Эта величина соответствует силам сопротивления, возникающим при передвижении бурильной колонны в горизонтальном стволе длиной ≈ 4000 м.

Как показывает практика трубы, расположенные в искривлённом стволе, упруго деформируется. В результате возникает сила обеспечивающая контакт со стенкой скважины. Эта сила зависит от типа, размера труб и радиуса искривления ствола скважины, может измениться и регулироваться в широких пределах (Таблица 1).

Таблица 1. Зависимость силы от типа, размера труб и радиуса искривления ствола скважины

Тип и размер бурильных труб	Толщина стенки трубы мм.	Прижимающая сила, кН. действующая на верхнюю точку отклонителя в зависимости от радиуса искривления ствола скважины, м.							
		300	250	200	150	100	80	60	40
УБТ-146	5,6	1,3 6	1,8	2,5	3,5	7,1	9,9	15, 3	28
УБТ-127	6,6	0,7 4	0,9 8	1,3 7	2,1 1	3,5	5,2	8,3	15, 3
БТ-140	5,6	0,7 6	1	1,4	2	4	5,5	8,5	15, 6
БТ-127	6,6	0,3 2	0,4 2	0,6	0,9	4,7	2,4	3,6	6,6

Учитывая результаты расчета, компоновку инструмента подбирают так, чтобы обеспечить надежный контакт отклонителя со стенкой скважины в расчетных для реализации заданной траектории ствола скважины точках. При этом необходимо, чтобы прижимающая сила не затрудняла передвижение низа компоновки, включая отклонитель, по искривленному стволу скважины.

Глубоко продуманный план способен сформировать основу для слаженной работы на буровой. Если это возможно, план предстоящих буровых работ следует обсудить на пусковой конференции и с участием всех тех, специалистов, которые будут бурить и заканчивать скважину. Необходимые данные для результативного решения бурения:

1. Представляемые данные по горизонтальному бурению:

- Общие проектные данные;
- Местоположения;
- Детальное описание цели (продуктивной зоны);
- Порода (по мере возможности, конкретно);
- Предполагаемая последовательность долот (точно, конкретно);
- Специфичные условия в скважине;
- Длина и направления горизонтального ствола, его диаметр;
- Новая скважина или работа существующей;
- Требования по измерению углов;
- Специфика буровой установки;

- Размеры бурильных труб и замков;
 - Конструкция скважины (решения ведущих специалистов);
 - Программа буровых растворов;
 - Планируемая технология заканчивания и размещения насосов.
2. *Данные по соседним скважинам.*
- Механические скорости;
 - Последовательность долот;
 - Программа бурового раствора;
 - Осложнения, связанные с разрезом пород;
 - Температура в скважине;
 - Изменение направления;
 - Применявшийся КНБК;
3. *Оценка бурового оборудования:*
- Рекомендация по верхнему и силовому вращению (если имеется);
 - Обеспечение соответствующего расхода и давления бурового раствора;
 - Возможность проводки скважин (под каким радиусом и какой установкой).
4. *Буровые работы и очистка ствола:*
- Использование всей гаммы буровых растворов;
 - Включение коротких подъемов и спусков, спуско-подъемов бурильных труб для очистки ствола;
 - Тщательная регистрация данных о буровом растворе и режиме циркуляции;
 - Использование больших расходов, чтобы иметь высокие скорости в затрубном пространстве;
 - Гибкая программа буровых растворов, соответствующая возможным осложнениям;
 - Профилактика образования толстой корки на стенках скважины в целях уменьшения момента и силы трения.

Бурение скважин на нефть – сложный технологический процесс.

Для его осуществления задействуется большое количество разнообразного оборудования, инструментов и материалов. Оборудование, находящееся в скважине работает в условиях невидимых человеку. О его состоянии приходится судить только по показаниям приборов. Это требует повышенного внимания эксплуатации и уходу за оборудованием, инструментами и приборами, а также строгого соблюдения предписаний по технологии бурения скважин. Несмотря на проводимые мероприятия для исключения аварий технологическими службами (УБР, УРБ) предприятиями все еще не удалось устранить разнообразные факторы, способствующие их возникновению. Очевидно, еще длительное время аварии будут постоянными спутниками буровиков. Увеличение объемов добычи нефти, неизбежно связано с эксплуатацией новых месторождений, (глубинами) и продуктивных горизонтов, открытие которых зависит от степени совершенства применяемой технологии бурения скважин. В последние годы наметилась тенденция к росту глубин разбуриваемых залежей нефти, а также глубин горизонтов перспективных для проведения поисковых и разведочных работ.

По мере углубления бурящихся скважин возрастает и воздействие возникающих при этом в буровом растворе гидродинамических, физико-химических и механических процессов на общее состояние системы скважин – горные породы. В результате этого обычно с глубиной увеличивается частота и степень осложнений, растут затраты средств и времени на борьбу с ними. Чтобы избежать этого, следует перестраивать технологии бурения, изменять их в соответствии с усложняющимися условиями проводки скважин.

Основное различие технологии проводки обычных и глубоких скважин заключается в дорогостоящей и продолжительной подготовке к бурению глубоких и сверхглубоких скважин. Причем затраты связаны не только с приобретением необходимого наземного глубинного оборудования, но с тщательным изучением бурения на больших глубинах.

Обычная технология, по данным зарубежной литературы, не всегда для бурения скважин с глубиной в наших условиях не свыше $\approx 2000 - 3000$ м. Чтобы дальнейшее углубление бурящихся скважин было эффективным, требуется применения специальной технологии, так как в противном случае возможны осложнения и аварии, а механическое бурение (почти) приостанавливается. Специальная технология бурения основана на поддержании в забое минимального дифференциального давления. В связи с этим технология бурения глубоких скважин включает в себя, как важнейшую составную часть, комплекс, позволяющий своевременно обнаружить, распознать и ликвидировать развивающийся выброс еще на стадии газопроявления с минимальными затратами. Вместе с тем проблема применения методов раннего обнаружения и рациональной ликвидации проявлений имеет еще одну весьма важную сторону. Владея этими методами, каждое проявление можно рассматривать не как осложнения, а скорее как информацию о проходимом разрезе. В принципе, по мере методического и технологического совершенствования, проявления могут быть использованы без риска с целью получения характеристики проявляющего

объекта, т.е. при этом могут выполняться задачи испытания пластов в процессе бурения в условиях, когда загрязнение пласта минимально. Необходимость дальнейшего наращивания запасов нефти и газа, а также увеличение их добычи обусловила значительный рост потребности буровых работах. Отсюда совершенствование техники и технологии глубокого бурения, существенное повышение производительности буровых и снижения их себестоимости – серьезная задача. К решению таких задач, есть необходимость привлечения научных кадров. В научно – исследовательских лабораториях и на производстве рассматривать наиболее совершенные способы проводки скважин в различных условиях. Для успешного осуществления этих планов необходимо, готовить соответствующие кадры в техникумах и Вузах. Есть необходимость ознакомление работников с (буровым делом) – техникой и технологией строительства глубоких скважин на нефть и газ, изложение сути бурения на нефть и газ.

Развитие новой геолого-технической дисциплины – управления пластовым давлением при бурении - и внедрение ее в жизнь будут способствовать техническому перевооружению и организационной перестройке отечественного глубокого бурения на национальных основах. Это потребует очень тесного творческого взаимодействия научных работников и производственников различного профиля: геологов, геофизиков, буровиков и других специалистов.

Обучение должно быть систематическим, так как в этом случае можно решить проблемы подготовки кадров с учетом перспектив развития бурения.

При систематическом обучении повышается производительность труда и воспитывается сознательное отношение к нему, сокращается число аварий, улучшается обслуживание, уменьшается необходимость надзора за выполнением работ. В помощь обучающимся необходимо представлять также специальные фильмы, непосредственно отражающие процесс бурения в реальных условиях.

Данное планирование работ – важнейший фактор проекта горизонтального бурения. Горизонтальные скважины должны точно попасть в проектную точку трехмерной системы координат. Буровые растворы и программа очистки ствола при горизонтальном бурении требует повышенного внимания по сравнению с проходной обычных скважин. Неудачный выбор долота или несоответствующие КНБК могут привести к снижению механических скоростей и прихватом труб. Во избежание нежелательных последствий из-за некачественного планирования работ, при намерении разработке горизонтального бурения используют глубокие инженерные познания процессов ее у специалистов. Кроме того планы работ каждой горизонтальной скважины основываются на знании буровых долот и техники горизонтального бурения, возможности их использования в местных (конкретных) условиях бурения.

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.