

## С Е К Ц И Я 14

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

### АНАЛИЗ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ОДНОГО ПРОХОДНОГО ДИАМЕТРА ПО ТЕХНОЛОГИИ «MONOBORE WELLS»

**В.В. Антипов<sup>1</sup>**

Научный руководитель - доцент А.В. Ковалёв<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с тенденцией углубления строящихся нефтяных и газовых скважин возрастает необходимость совершенствования существующих технологий. При этом остро встаёт проблема удорожания строительства за счёт увеличения продолжительности работ и объёмов требуемых материальных ресурсов. В связи с этим необходимо разработать технические решения, позволяющие снизить сроки строительства и удешевляющие стоимость работ. Для достижения этой цели поставлены следующие задачи: изучить имеющиеся данные по строительству сверхглубоких скважин, выделить наиболее перспективные технологии, изучить их и провести соответствующие расчёты, оценить экономический эффект и предложить внедрение в конкретных геолого-технических условиях.

Из имеющихся данных путем отсева тривиальных решений было выделено развивающееся направление строительства скважин с применением технологии бурения монодиаметром. На данный момент скважин, построенных по данной технологии немного, однако наблюдался положительный экономический эффект, составляющий порядка 30%.

Суть технологии заключается в бурении скважины одним проходным диаметром и отходе от традиционной «телескопической структуры» конструкции скважины. Для бурения горной породы (рис.1А, п.1) применяются компоновки низа бурильной колонны с совместным использованием долота (рис.1А, п.5) и раздвижного расширителя (рис.1А, п.4). В обсаженном стволе (рис.1А, п.2) скважины расширитель находится в сложенном состоянии, а в открытом стволе (рис.1А, п.3) активируется и увеличивает диаметр разбуриваемого ствола. После окончания бурения интервала в скважину спускается компоновка, состоящая из расширяемого хвостовика (рис.1Б, п.9), герметизирующих элементов (рис.1Б, п.8), расширяющего узла-развальцевателя (рис.1Б, п.10), якоря (рис.1Б, п.7), башмака (рис.1Г, п.13). Для беспрепятственного прохождения компоновки в транспортном положении её диаметр меньше внутреннего диаметра предыдущей секции. При спуске на проектную глубину якорь, находящийся в голове хвостовика, активируется и не позволяет хвостовику смещаться вдоль ствола скважины при увеличении диаметра с протягиванием узла-развальцевателя. Затем осуществляется продавка порции тампонажного раствора (рис.1В, п.11) требуемого объёма. Так как протяжённость хвостовиков меньше протяжённости колонны при традиционной конструкции, цементирование можно осуществлять на повышенных скоростях закачки с меньшим временем загустевания и ожидание затвердевания цемента. Возникающие при этом давления будут значительно меньше. Затем начинается расширение труб путём повышения давления и обратного протягивания на транспортной колонне (рис.1Б, п.6) развальцевателя конической формы. Для обеспечения герметичности между секциями обсадных труб крепление происходит внахлёт с использованием герметизирующих устройств (рис.1Д, п.14). Подъём цемента (рис.1Г, п.12) происходит за счёт уменьшения объём затрубного пространства. При расширении обсадной трубы в предыдущей секции происходит развальцовка сразу двух труб. После расширения обсадных труб якорь, фиксировавший трубы в требуемом интервале, снимается, вымываются остатки цемента, производится подъём компоновки. В дальнейшем разбуривается цементный стакан, бурение интервала под следующую секцию происходит аналогично [1].

При данном способе сохраняется единый внутренний диаметр обсадной колонны. Это позволяет отказаться от применения оборудования компоновок низа бурильной колонны различного диаметра, снижает диаметр и количество спускаемых промежуточных колонн, позволяет увеличить диаметр эксплуатационной колонны, снижает объём выбуренной породы, как следствие уменьшает загрязнение окружающей среды. При сохранении единого диаметра, требуемого для эффективной эксплуатации целевого объекта, уменьшается металлоёмкость конструкции скважины, объёмы приготавливаемых буровых растворов, а также требуется менее производительное оборудование. Противовыбросовое оборудование, колонная обвязка имеют меньшие размеры и массу. Очень важно отметить сокращение рисков прихватав бурильной колонны, так как уменьшается длина буримых интервалов и продолжительность бурения.

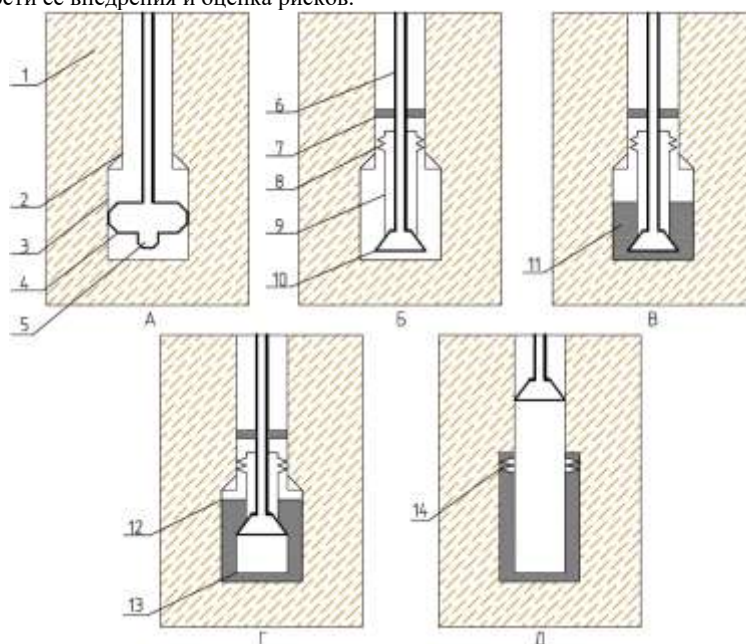
Основным преимуществом данной технологии является то, что при бурении под новую секцию можно в любой момент обсадить интервал. Данным фактом можно пользоваться при вскрытии зон поглощений. После вскрытия интервала и получения осложнения, спускается колонна, осуществляется цементирование, после чего ствол становится обсаженным. Эта идея имеет большой потенциал при вскрытии неустойчивых коллекторов, при бурении в Западной Сибири – отложений Палеозоя.

При бурении сверхглубоких скважин с большим отходом забоя от вертикали очень важную роль играют грузоподъёмность буровой установки, мощность насосов, качество буровых растворов и многие другие.

Большинство этих параметров можно нивелировать с помощью применения технологии бурения монодиаметром. Вместо спуска протяжённых колонн, применения их большого числа, что приводит к росту начального диаметра, следует спускать расширяемые хвостовики секциями длиной порядка 300-400 м и беспрепятственно обсаживать ствол скважины, исключая многие осложнения.

Однако весомым минусом данной технологии являются относительно низкие характеристики спускаемых расширяемых труб. Это связано с тем, что с ростом прочности применяемой стали возникнут трудности при расширении труб. Также, на данный момент, не отлажено качественное производство труб, удовлетворяющих условиям крепления монодиаметром. Выпускаемые профильные перекрыватели способны выдержать около 5-6 МПа наружного избыточного давления и 22-25 МПа внутреннего избыточного давления [2]. Однако с учётом всех исходных данных применение технологии возможно при соблюдении ряда технологических требований. Для этого следует постоянно поддерживать бурение на репрессии, либо на равновесии с учётом всех критических нагрузок. Совместно с бурением монодиаметром рекомендуется применять технологию бурения с регулируемым давлением. Это позволит избежать падения давления внутри обсаженной части ствола, что может привести к смятию колонны. Также при проектировании бурения долотом с расширителем диаметром 220,7 мм внутрь колонны, пробуренной по технологии монодиаметра, можно спустить колонну диаметром 140-146 мм, что приведёт лишь к незначительному удорожанию строительства, однако позволит зацементировать и надёжно обсадить ствол с учётом того, что снаружи уже будет присутствовать обсадная колонна.

Данная технология не имеет целесообразности применения на месторождениях с классической конструкцией скважины, состоящей из 3-4 колонн. Однако с ростом протяжённости ствола скважины появляется заметная рентабельность 30-50 % [3]. Дополнительно стоит отметить возможность применения комбинированного способа строительства скважин, при котором до определённого этапа скважина строится традиционным способом, а затем переходит к технологии бурения монодиаметром. Такой способ строительства актуален при бурении горизонтальных участков скважины по неустойчивым породам, в частности, по Палеозою на месторождениях Западной Сибири. Для реализации данного метода строительства в нижнюю часть эксплуатационной колонны, спускаемой в кровлю продуктивного пласта требуется установить секцию расширяемых обсадных труб. После спуска эксплуатационной колонны производится расширение и цементирование, далее скважина полностью строится по технологии бурения с монодиаметром. В настоящее время осуществляется расчёт данной конструкции, расчёт эффективности её внедрения и оценка рисков.



**Рис. 1. Последовательность операций при строительстве скважин по технологии «Monobore wells»:**  
**А-бурение с расширением; Б-спуск компоновки; В-закачка цемента; Г-расширение хвостовика; Д-снятие якоря, промывка, подъём. 1-горная порода, 2-предыдущая секция обсадной колонны, 3-открытый ствол, 4-расширитель, 5-долото, 6-транспортная колонна, 7-якорь, 8-герметизирующие элементы, 9-расширяемый хвостовик, 10-узел-развальцеватель, 11-закачиваемый цемент, 12-подъём цемента при расширении, 13-баишмак, 14-герметизация в стыке колонн.**

#### Литература

1. Монодиаметральное бурение «Шелл» [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <https://www.shell.com.ru/> (дата обращения 01.02.2020 г.).
2. ООО «Инновации в бурении» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.inbur.ru/> (дата обращения 03.02.2020 г.).
3. Шваков А.Н., Органов А.С. Перспективы строительства нефтяных и газовых скважин монодиаметра с применением расширяемых обсадных труб // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. 2007 г.