

**IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY AND ENGINEERING OF OIL  
AND GAS WELLS FASTENING**

*Associate Professor of the Department of Oil and Gas Engineering Samedov  
V.N.,*

*Undergraduate Mustafaev F.A.*

**Annotation**

The article discusses the latest well completion technologies that reduce economic costs and construction time, including casing drilling, expandable casing technology and monodiameter. The advantages and disadvantages of these technologies are considered. Casing drilling is one of the most advanced well construction methods at the moment, which provides prevention of complications in the wellbore due to simultaneous drilling and casing of the wellbore with casing pipes directly in the process of work. Due to the dimensions of the casing, there is constant contact with the well wall, which leads to mechanical clogging. When drilling deep, ultra-deep wells and wells with large wastes, there is a need for a large number of casing strings of different diameters and there is not always enough pipe assortment to provide them. One of the technological solutions for maintaining the diameter of casing strings when designing a well design is the use of expandable casing pipes. Of all the advantages of using expandable tubular products, only one of them has the greatest potential - a well with a single bore diameter (Monodiameter). Monodiameter technology reduces the telescopic effect inherent in traditional designs. The possibility of combining two technologies into one, namely drilling with expandable casing pipes, is substantiated, which will lead to obtaining a well of one bore diameter (monodiameter). It is shown that the use of an expandable casing instead of a drill string is subject to greater risks than drilling with an expandable liner. Based on this, expandable liner drilling is the best option for using expandable casing.

**Key words:** well completions, casing drilling, expandable casing string, monodiameter technology, liner.

**АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**НЕФТИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ КРЕПЛЕНИЯ  
НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

**Доцент кафедры нефте газовой инженерии Самедов В.Н.,  
Магистрант Мустафаев Ф.А.**

**Аннотация**

В статье рассматриваются новейшие технологии заканчивания скважин, позволяющие сократить экономические затраты и время их строительство, среди которых – бурение на обсадных трубах, технология расширяемых обсадных колонн и монодиаметра. Рассмотрены преимущества и недостатки этих технологий. Бурение на обсадных трубах – один из наиболее прогрессивных методов строительства скважин на текущий момент, в котором обеспечивается предупреждение осложнений в стволе скважины за счет одновременного бурения и обсаживания ствола обсадными трубами непосредственно в процессе выполнения работ. Благодаря габаритам обсадной колонны постоянно происходит контакт со стенкой скважины, что приводит их к механической кольматации. При бурении глубоких, сверхглубоких

скважин и скважин с большими отходами возникает необходимость в большом количестве обсадных колонн разного диаметра и не всегда хватает сортамента труб для их обеспечения. Одним из технологических решений сохранения диаметра обсадных колонн при проектировании конструкции скважины является использование расширяемых обсадных труб. Из всех достоинств применения расширяемых трубных изделий лишь одно из них имеет наибольший потенциал – скважина одного проходного диаметра (Monodiameter). Технология монодиаметра уменьшает телескопический эффект, присущий традиционным конструкциям. Обоснована возможность объединения двух технологий в одну, а именно бурение на расширяемых обсадных трубах, что приведет к получению скважины одного проходного диаметра (монодиаметра). Показано, что использование расширяемой обсадной колонны вместо бурильной подвержено большим рискам, чем бурение расширяемым хвостовиком. Исходя из этого бурение расширяемым хвостовиком является лучшим вариантом применения расширяемой обсадной колонны.

**Ключевые слова:** заканчивание скважин, бурение на обсадных трубах, расширяемая обсадная колонна, технология монодиаметра, хвостовик.

В настоящее время для освоения глубоководных запасов нефтегазовых шельфовых месторождений необходимо внедрение новейших технологий бурения, заканчивания и эксплуатации скважин, позволяющих сократить затраты и время на строительство скважин, среди которых – бурение на обсадных трубах, технология расширяемых обсадных колонн и монодиаметра.

В данной статье мы теоретически обоснуем возможность использования данных технологий заканчивания скважин и покажем целесообразность их применения при строительстве глубоких, сверхглубоких скважин и скважин с большими отходами, покажем их преимущества и недостатки, проведем анализ проблем, препятствующих внедрению данных технологий.

Бурение на обсадных трубах – один из наиболее прогрессивных методов строительства скважин.

Инновация этой современной технологии началась в 1890 году, когда инженеры пробурили скважину с новым подходом, который представляет собой процесс вращательного бурения на обсадную колонну с извлечением гидравлически расширяемого долота. Компании Brown Oil Tools, Baker Hughes впервые осознали эти преимущества в 1960-х годах и разработали передовую систему бурения на обсадной колонне, которая включала извлекаемое пилотное долото с забойным двигателем и расширителями для увеличения диаметра скважины. Однако его низкая проходка по сравнению с обычным бурением ограничивает дальнейшее развитие этой технологии [1].

Примерно в 1990 году операторы начали использовать хвостовики для бурения потенциально проблемных пластов или участков, таких как интервалы с низким пластовым давлением, которые имеют высокую вероятность потери циркуляции. На сегодняшний день опыт бурения на обсадной колонне показывает, что вероятность заклинивания обсадной

колонны из-за непрерывного вращения меньше, чем при обычном ее спуске [2]. Коммерческое внедрение технологии CwD в нефтегазовой промышленности началось в 1990-х годах, после чего в этой технологии произошли конкретные разработки [3]. Здесь стандартная обсадная колонна используется для передачи вращательного момента на долото и циркуляции бурового раствора в стволе скважины. При этом в стволе скважины выполняются одновременно работы по бурению и обсаживанию. Обсадной трубой для бурения может быть хвостовик или полноразмерная обсадная колонна. Использование CwD преодолевает недостатки традиционных методов бурения, такие как нестабильность ствола скважины и потеря циркуляции, с помощью эффекта механической кольматации [4]. Это приводит к образованию тонкого слоя глинистой корки, достаточно прочного для предотвращения поглощения бурового раствора [5]. Эксперименты показывают, что малый радиальный зазор (отношение диаметра обсадной трубы к диаметру скважины менее 0,7) и меньшие тангенциальные углы контакта могут повысить эффективность механической кольматации [6]. Одинаковое кольцевое пространство по стволу скважины позволяет оптимизировать гидравлику CwD, что приводит к эффективной транспортировке шлама. Применение CwD при бурении с регулируемым давлением дает хороший контроль забойного давления (ВНР), что позволяет проводить бурение между поровым давлением и давлением гидроразрыва без повреждения пласта.

В последнее десятилетие эта технология быстро развивалась и в настоящее время используется для бурения как наклонных, так и горизонтальных скважин.

Кроме вышеописанных преимуществ бурения скважин на обсадной колонне и хвостовике связаны с отсутствием необходимости проведения процесса спуска и подъема бурильной колонны, а также спуска обсадной колонны.

К основным недостаткам при бурении на обсадной колонне относятся:

1. Требуется ограничивать скорость бурения – для минимизации рисков гидроразрыва пластов.

2. Из-за малого кольцевого пространства между обсадной колонной и стенкой скважины при большом количестве выбуренной породы увеличивается ЭЦП, что может привести к гидроразрыву и поглощениям бурового раствора.

3. Требуется затрат на приобретение обсадных труб со специальным резьбовым соединением, способным выдерживать высокие скручивающие торсионные нагрузки, с высокой степенью прочности металла.

При бурении глубоких, сверхглубоких скважин и скважин с большими отходами возникает необходимость в большом количестве обсадных колонн разного диаметра и не всегда хватает сортамента труб для их обеспечения.

Кроме того, встречающиеся при бурении разведочных скважин осложненные условия (неустойчивость стенок скважины, несовместимость условий бурения по градиентам давлений пластового и гидроразрыва,

соленосные формации или подсолевые пласты) требуют дополнительного спуска обсадных колонн, что приводит к уменьшению диаметра ствола скважины, поскольку обсадная колонна для ликвидации осложнения должна быть установлена выше запланированного уровня. Таким образом, решение этих проблем с помощью традиционных технологий с использованием многоколонных конструкций становится все сложнее и более капиталоемким, особенно при наличии в разрезе сложных геологических условий, а также при глубоком и глубоководном бурении. Одним из технологических решений сохранения диаметра обсадных колонн при проектировании конструкции скважины является использование расширяемых обсадных труб [7].

В настоящее время разработками в области расширяемых трубных изделий занимаются зарубежные фирмы: Halliburton, Schlumberger, Enventure, Weatherford, Baker Oil Tools, READ Well Services.

В основе принципа расширения обсадных труб лежит технология гидравлического расширения профильной части труб и механическое расширение, в основе которого лежит холодная обработка (т. е. при температуре не выше забойной) стальных труб в стволе скважины до требуемого диаметра с использованием развальцевателей.

Для расширяющихся изделий используют трубы с контактной сваркой, что обеспечивает непрерывность толщины стенки и приводит к более качественному расширению [7]. Применяемые в настоящее время системы расширяемых труб выполняют функции хвостовиков и пластырей (рисунок 1).

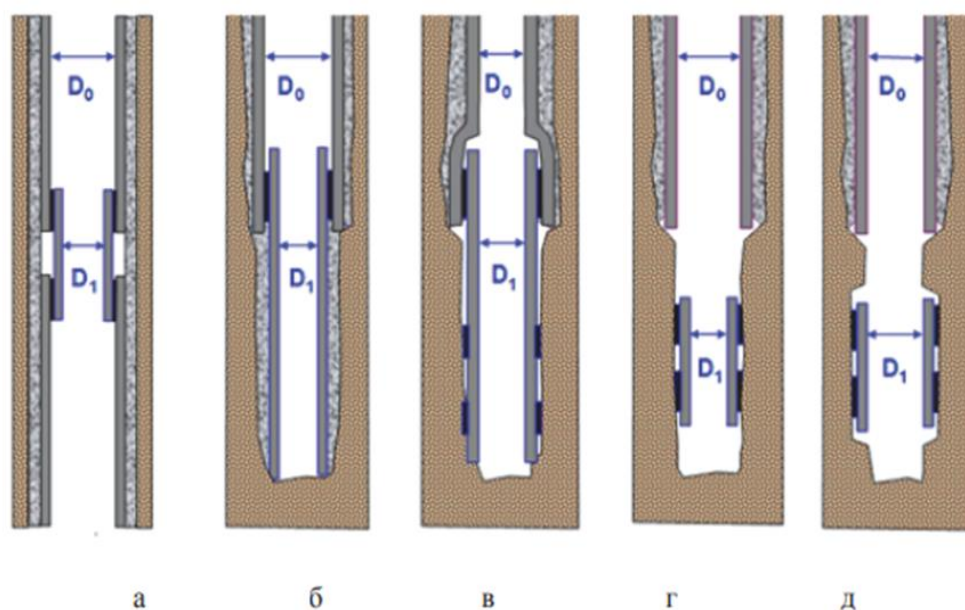


Рисунок 1. Виды расширяемых систем:

а) пластырь для обсадной колонны; б) хвостовик для открытого ствола скважины; в) хвостовик для открытого ствола скважины без потери диаметра; г) пластырь для открытого ствола скважины (уменьшенный внутренний диаметр); д) пластырь для открытого ствола скважины без уменьшения внутреннего диаметра.

Однако из всех перечисленных видов применения расширяемых трубных изделий лишь одно из них имеет наибольший потенциал – скважина одного проходного диаметра (Monodiameter) [8, 9]. Идея заключается в том, чтобы устанавливать расширяемые хвостовики в скважине последовательно один за другим.

Технология монодиаметра уменьшает телескопический эффект, присущий традиционным конструкциям, что позволяет уменьшить диаметры верхних секций обсадных колонн, исключить случаи, когда колонны не доводятся до проектной глубины, оперативно перекрывать зоны с аномальным давлением и различными осложнениями, что дает возможность вести дальнейшее безаварийное бурение, не уменьшая внутреннего объема скважины [10].

Экономический эффект от широкомасштабного внедрения технологии монодиаметра оценивается примерно в 30-50% от стоимости и времени бурения в настоящее время и базируется на сокращении потребного количества материалов (цемента, металла, бурового раствора), выноса шлама и сокращении времени бурения [11].

К достоинствам технологии относится следующее:

- переход на новую конструкцию скважины, который обеспечит снижение диаметра и количества спускаемых колонн;
- снижение отходов бурения, особенно шлама, снижение потребного количества материалов (цемента, бурового раствора, металла);
- возможность применения меньшего по геометрическим параметрам и мощности оборудования (подводное оборудование, райзер, буровая установка и т. д.);
- снижение затрат энергии и выбросов в атмосферу;
- возможность строительства скважин со сверхбольшим отходом от вертикали.

Учитывая достоинства вышеописанных технологий, возникает необходимость объединения их в одну. А именно использовать расширяемую обсадную колонну в качестве бурильной с дальнейшим расширением ее при достижении заданной глубины, что как следствие приведет к скважине монодиаметра и позволит получить те преимущества, которыми обладает скважина одного диаметра.

Однако здесь следует учесть все риски, которые могут возникнуть в процессе бурения и расширения обсадной колонны.

Существуют две технологии бурения на обсадной колонне первая, когда обсадная колонна используется вместо бурильной и вторая бурение хвостовиком.

В первом случае обсадная колонна вращается вместе с неизвлекаемым или извлекаемым долотом, аналогично роторному бурению на бурильной колонне.

Во втором случае при бурении с хвостовиком обсадная колонна подвешивается, перемещается и вращается с помощью бурильной трубы.

В процессе бурения на расширяемой обсадной колонне на нее действуют следующие нагрузки:

- 1) растяжение от собственного веса колонны труб;
- 2) сжатие при частичной разгрузке или установке колонны на забое скважины;
- 3) внешнее сминающее давление, создаваемое гидростатическим давлением столба жидкости в затрубном пространстве или горным давлением пород;
- 4) внутреннее избыточное давление, действующее в колонне труб при цементировании или фонтанировании скважин;
- 5) крутящий момент при вращении колонны.

Учитывая эти нагрузки, можно сделать вывод, что использование расширяемой обсадной колонны вместо бурильной подвержено большим рискам, чем бурение хвостовиком.

Таким образом бурение хвостовиком является лучшим вариантом применения расширяемой обсадной колонны.

Операцию по креплению скважины расширяемым хвостовиком можно осуществить в два или один прием.

Расширяемый хвостовик подвешивается на бурильной колонне и вращаясь с ней выполняет функции по механической кольматации стенок ствола скважины, снижая риски образования осыпей, обвалов и поглощения бурового раствора. По достижении заданной глубины бурильная колонна отсоединяется от хвостовика и поднимается на дневную поверхность. Спускается компоновка, включающая расширяющее устройство, производится закачка цементного раствора и расширение хвостовика.

Во втором варианте расширяющее устройство устанавливается на бурильной колонне и спускается вместе с хвостовиком, что позволяет осуществить крепление ствола за одну спускоподъемную операцию.

Следует отметить, чтобы получить скважину одного диаметра (монодиаметра) расширяющее устройство должно обладать механизмом двойного расширения. Это необходимо для того, чтобы нижняя часть хвостовика имела внутренний диаметр больше внутреннего диаметра всего хвостовика на удвоенную толщину его стенки после расширения.

## **Список литературы**

1. A. Epikhin, (2015): «History of oil drilling», Available from: <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/s/SHAMAIM/academic/Tab1/2.ppt>
2. A.M. Radwan, M. Karimi, (2011): «Feasibility Study of Casing Drilling Application in HPHT Environments; a Review of Challenges, Benefits, and Limitations, SPE/IADC Middle East Drill. Technol. Conf. Exhib.», doi:10.2118/148433-MS.
3. B. Pavkovic, R. Bizjak, B. Petrovic, (2016): «Review of casing while drilling technology», doi:10.5937/podrad1629011P.

4. I. Abubakar, M., Okeke, C.J., Abolle-Okoyeagu, (2012): «Current Trends and Future Development in Casing Drilling, Int. J. Sci. Technol. 2», p.567–582.

5. V. Naveen, V. Babu, (2014): «Experimental Study of Plastering Effect During Casing While Drilling, Abu Dhabi Int. Pet. Exhib.», Conf. doi:10.2118/171997-MS.

6. O.G. Meza, T. Yaqoob, O. Bello, F. Boulakhrif, J. Holzmann, J. Oppelt, (2017): «Combined Investigation of Effects of Contact Stresses, Pore Size and Rotary Dynamics on Mud Plastering in Prevention of Lost Circulation in Weak Zones during Casing Drilling, Abu Dhabi Int. Pet. Exhib. Conf.», doi:10.2118/188182-MS.

7. Новейшие перспективные разработки: технология монодиаметра / Андрей Шваков, Ассоциация буровых подрядчиков, Роман Волков, компания Halliburton / Технологии ТЭК, октябрь 2007 г. Интернет ресурс: [http://www.oilcapital.ru/edition/technik/archives/technik/technik\\_05\\_2007/115714/public/115728.shtml/](http://www.oilcapital.ru/edition/technik/archives/technik/technik_05_2007/115714/public/115728.shtml/)

8. Н.А. Аксенова, к.т.н., доцент; Я.А. Тагиров, студент; Н.В. Лубягина, ассистент Филиал ТИУ в г. Нижневартовске. Анализ возможности использования расширяемых систем для создания конструкций скважин с обсадными трубами одного диаметра. Опыт, актуальные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и ученых, посвященной 35-летию филиала ТИУ в г. Нижневартовске Тюмень ТИУ 2016

9. Фишер. П.А. Скважина одного проходного диаметра расширяет возможности // Нефтегазовые технологии», – №11, – 2006.

10. Jabs M. Using expandable metal technology to create a monobore well, OTC 16670, Offshore Technology Conference, May 3-6, 2004.

11. Waddell K. Advances in single-diameter well technology: next step to cost-effective optimization. SPE 90818, ATCE, Houston, Sept. 26-29, 2005.