



Столыпинский
вестник

Научная статья

Original article

УДК 622.245.1

**ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА
СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ РАСШИРЯЕМЫХ
ХВОСТОВИКОВ**

**GEOLOGICAL AND TECHNICAL FEATURES OF WELL
CONSTRUCTION USING EXPANDABLE SHANKS TECHNOLOGY**

Маршев Виталий Игоревич, Студент 4 курс, факультет «Горно-нефтяной»,
Уфимский государственный нефтяной технический университет, Россия,
г.Уфа

Ахметова Эльвина Вагыйзовна, студент 4 курс, факультет
«Технологический», Уфимский государственный нефтяной технический
университет, Россия, г. Уфа

Каримова Лейсан Илдусовна, Студент 4 курс, факультет «Технологический»
Уфимский государственный нефтяной технический университет, Россия, г.
Уфа

Сайтов Ильшат Ханифович, Студент 4 курс, факультет «Технологический»
Уфимский государственный нефтяной технический университет, Россия, г.
Уфа

Marshev Vitaly Igorevich, 4th year student, Faculty of Mining and Petroleum
Ufa State Petroleum Technical University, Russia, Ufa

Akhmetova Elvina Vagyzovna, 4th year student, Faculty of Technology, Ufa State Petroleum Technical University, Russia, Ufa

Karimova Leysan Ildusovna, 4th year student, Faculty of Technology, Ufa State Petroleum Technical University, Russia, Ufa

Sagitov Ilshat Hanifovich, 4th year student, Faculty of Technology, Ufa State Petroleum Technical University, Russia, Ufa

Аннотация

В данной статье рассматривается одна из инновационных разработок в области строительства нефтяных и газовых скважин. Проведен анализ применения технологии расширяемых сплошных хвостовиков в буровой промышленности. Расширяемые хвостовики имеют свои технологические особенности, которые также были рассмотрены в данной работе. Актуальность темы заключается в том, что при бурении скважин с большим отходом от вертикали, которые в настоящее время являются особенно востребованными, данная технология имеет большие перспективы при дальнейшем развитии. Крепление скважин является одним из важных этапов в процессе бурения, соответственно, эта операция должна постоянно развиваться и улучшаться, чему и посвящена работа.

S u m m a r y

This article discusses one of the innovative developments in the field of construction of oil and gas wells. The analysis of the application of the technology of expandable solid shanks in the drilling industry is carried out. Expandable shanks have their own technological features, which were also considered in this paper. The relevance of the topic lies in the fact that when drilling wells with a large deviation from the vertical, which are currently particularly in demand, this technology has great prospects for further development. Fixing wells is one of the important stages in the drilling process, accordingly, this operation should be constantly developed and improved, which is what the work is dedicated to.

Ключевые слова: Бурение, скважина монодиаметра, сплошной расширяемый хвостовик, расширительный конус, резьба, материал труб.

Keywords: Drilling, monodiameter well, solid expandable shank, expansion cone, thread, pipe material.

Введение

С каждым годом уменьшается количество активных запасов нефти и газа, которые в свою очередь добывались из скважин не сложного по строению характера пластвых залежей. В связи с этим набирает актуальность освоения сложных месторождений, которые могут быть экономически более выгодными по сравнению с расположенными на шельфе. Проблема состоит в том, что традиционная, а именно многоколонная конструкция ствола скважины не сможет обеспечить необходимых требований по перекрытию всех участков с возможными осложнениями, а также на глубоководном бурении.

При бурении скважин с максимально большим отходом от вертикали, исходя из соображений достижения минимальных гидравлических потерь, целесообразно разбуривать продуктивный пласт без его обсаживания. Но, при этом, существуют риски осыпей и обвалов неустойчивых горных пород в горизонтальном участке ствола скважины, что является одной из немаловажных проблем в строительстве скважин. Поэтому одним из новых, перспективных способов решения данной проблемы является разработка техники и технологии применения на подобных участках сплошных расширяемых хвостовиков.

1. Сравнение классического и нового перспективного способа крепления стволов скважин, в том числе хвостовиков.

В настоящее время положение мировой нефтегазодобывающей отрасли такое, что постепенно в разработку включаются новые месторождения со значительным увеличением глубин скважин, их максимальным отходом забоя от вертикали и более сложными геологическими условиями бурения. Отсюда

вытекает наиболее актуальные проблемы сохранения диаметра конструкции ствола скважины, своевременной изоляции проницаемых пластов, снижение рисков нарушения целостности эксплуатационных обсадных колонн. При этом необходимость разработки современных технологий, позволяющих минимизировать экономические затраты на оборудование и время, необходимое для строительства скважины, является не менее актуальной проблемой нефтегазодобывающих компаний, решением которой, в частности, принадлежит строительство скважин монодиаметра с использованием технологий сплошного расширяемого хвостовика (рисунок 4.1).

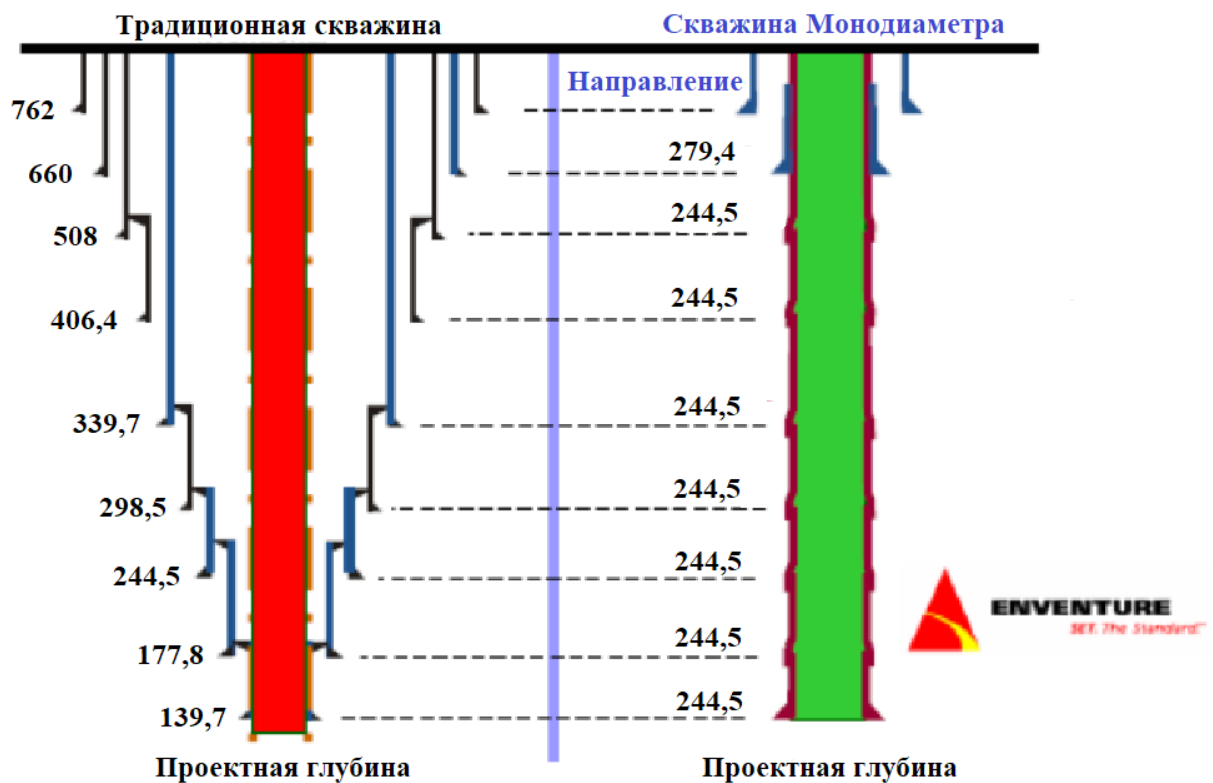


Рисунок 1 – Схемы традиционной телескопической скважины и скважины монодиаметра с применением технологии сплошного расширяемого хвостовика.

Расширяемая система OHL (Open Hole Liner – хвостовик для открытого ствола) компании Enventure (рисунок 2) разработан для решения таких рабочих задач, как неустойчивость стенок скважины, несовместимость

условий бурения скважин относительно градиентов пластового давления и гидроразрыва пласта, влияние подсолевых пластов. Вышеперечисленные осложнения могут вызвать уменьшение диаметра открытого ствола скважины в процессе бурения ввиду того, что обсадная колонна, предназначенная для ликвидации осложнений, должна быть расположена выше планового уровня [1].

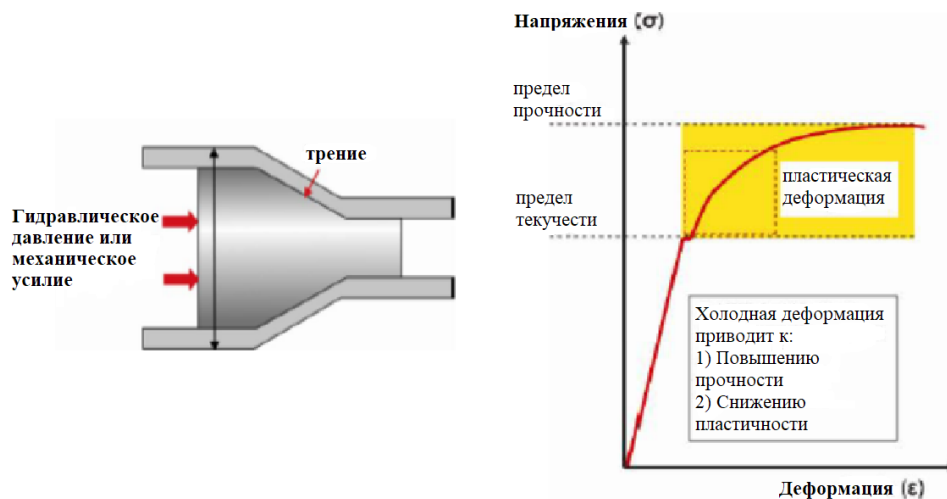


Рисунок 2 – Холодная деформация приводит к повышению прочности и снижению пластичности материала обсадной трубы.

2. Некоторые аспекты возможности применения специальных сталей в обсадных колоннах монодиаметра.

Существуют две технологии расширения обсадных труб:

А. Расширение труб гидравлическим способом. Данная технология относится непосредственно к российским разработкам.

В. Механическое расширение. Представляет собой расширение хвостовика при помощи холодной обработки, не превышающей забойную температуру, до необходимого диаметра. Холодная деформация приводит к повышению прочности и снижению пластичности материала обсадной трубы. Разработка принадлежит российским и зарубежным компаниям.

Процесс расширения проводят специальными инструментами, такими как расширяющий конус или оправка до необратимой деформации обсадных труб.

Расширение труб с использованием расширительного конуса происходит при помощи гидравлического и механического способов.

2.1 Перепад гидравлического давления

Перемещение конуса происходит при наличии перепада гидравлического давления, создаваемого непосредственной закачкой жидкости во внутреннюю колонну, подсоединенную с самому расширяющему конусу.

2.2 Механическое усилие

Использование механического способа подразумевает приложение необходимой силы, при направлении которой вверх происходит движение конуса посредством натяга либо приталкиванием колонной расширяющего конуса по направлению вниз.

По окончании прохождения конуса через хвостовик происходит деформация его стенок до полости, заполненной пластическим материалом. Далее сталь переходит за пределы своей текучести, где деформация становится пластической до момента достижения предела текучести.

Виды соединений обсадных труб монодиаметра.

Слошной расширяемый хвостовик подразумевает собой обсадную колонну из небольшого количества составляющих его труб. При установке хвостовика на проектной глубине встает вопрос о том, какое из существующих видов зацепления окажется наиболее подходящим для последующего его расширения, исходя из строгих условий обеспечения герметичности соединений и обеспечения необходимой прочности.

Проведя анализ, было установлено, что наиболее надежными, выбирая из ныне существующих видов соединения труб, можно считать муфтовые резьбовые соединения обсадных труб Баттресс.

К одной из основных особенностей конструкции обсадных труб с данным резьбовым соединением можно отнести высокую сопротивляемость резьбового соединения на растягивающие нагрузки. Профиль такой резьбы представляет собой вид неравнобедренной трапеции с шагом в 5,08 мм и конусностью 1:16. Закладная сторона расположена под углом 10° , что способствует легкой посадке трубы в муфту и снижает заедание резьбы. Также эта сторона воспринимает нагрузки в момент посадки трубы в муфту и работает на сжигание. Опорная сторона располагается под углом 3° , уменьшая риски выхода резьбы трубы из зацепления при немалых напряжениях растяжения и изгиба (рисунок 1).

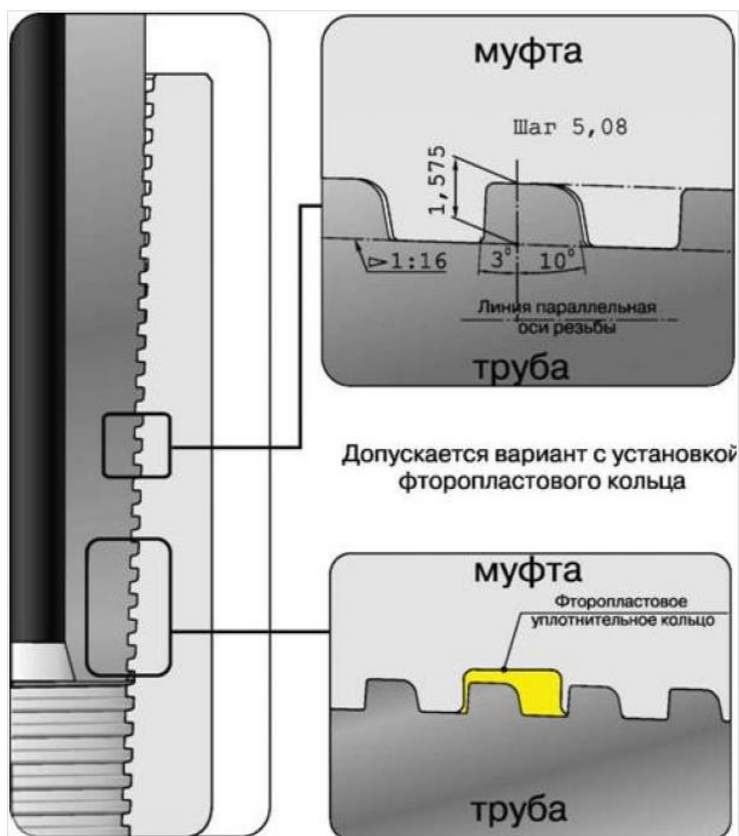


Рисунок 3 – Муфтовое резьбовое соединение обсадных труб Баттресс

Известны два типа изготовления конструкции муфты: обычная муфта и специальная, имеющая уменьшенный наружный диаметр и увеличенную фаску.

Контроль за качеством свинчивания проводится по положению торца муфты по отношению к треугольному знаку. Правильным вариантом зацепления резьбового соединения можно считать при условии, что торец муфты не дошел на один оборот до основания треугольника.

3. Требования к материалу труб.

Расширяемым обсадным трубам, в отличие от ряда обычных труб, необходимо отвечать строгим нормам. Встает острая необходимость контроля отклонения от номинального внутреннего диаметра. Помимо прочего, истирания в процессе развальцовки металла и дефекты наружной и внутренней поверхностей могут быть точками затравки для появления трещин [2]. Вышеупомянутые проблемы возможно решить благодаря правильному осторожному обращению.

К сожалению, на данный момент не исследованы методы преодоления проблемы сохранения сопротивления смятию обсадных труб после их непосредственного расширения, но ведутся активные поиски решения подобных задач в области разработки более надежных и дешевых материалов трубных изделий, обеспечивающих герметичность соединений для газа, более высокую прочность к смятию и разрыву от внутренних давлений.

Закрепление спущенного на проектную глубину сплошного расширяемого хвостовика к предыдущей колонне, для обеспечения герметичности и неразрывности обсадной колонны, производится непосредственно к колоколообразному раструбу ранее закрепленной обсадной колонны, внутренний диаметр которого не сильно превышает наружный диаметр хвостовика (рисунок 4).

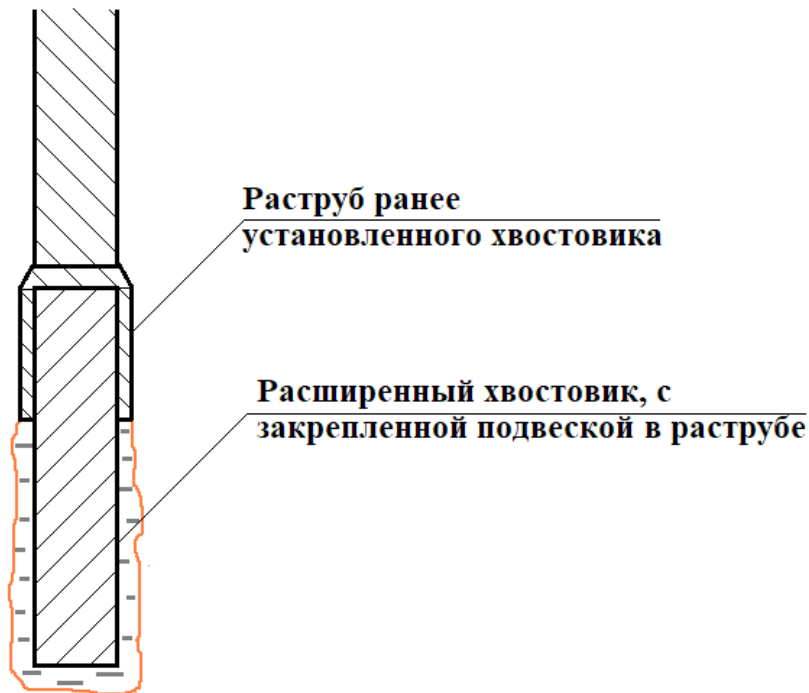


Рисунок 4 – Соединения трубы и раструба

В настоящее время практический предел деформации, исключая риски образования трещин, позволяет расширять трубы на 30%, что, в свою очередь, ограничивает диапазон применяемых труб.

3.1 Анализ наименьшего диаметра расширяемых обсадных труб.

Далее приведен анализ перечня труб, для определения наименьшего диаметра, выполняющего все необходимые требования к металлу расширяемых обсадных труб.

Расширение 244,5 x 298,5 - мм труб дает диаметр 264 мм, вследствие чего полученная степень расширения составляет всего 17%. Если этот процесс проходит внутри раструба, то расширение может составить 24%, что не превышает предельно допустимый уровень расширения. Следовательно, стоит сделать вывод о том, что данные трубы подходят для практического применения при строительстве скважин одного проходного диаметра.

Расширение 139,7 x 177,8 – мм труб дает диаметр 154,54 мм, вследствие чего полученная степень расширения составляет 25%, при этом расширение соответствующего раструба может составить 42%. Следовательно, обсадные

трубы такого диаметра не подойдут для скважин монодиаметра, поскольку степень расширения значительно превысит допустимые нормы.

Расширение 193,7 x 244,5 – мм труб, дающее расширение до внутреннего диаметра 203,2 мм, обеспечивает степень расширения на 19%, а расширение раструба составляет 29%, что является наиболее приближенным значением к максимально допустимому значению предела деформации.

Из проведенного анализа можно сделать вывод о том, что трубами с наименьшим диаметром, пригодными для скважин монодиаметра, являются 168,3 x 244,5 – мм трубы.

3.2 Анализ диаметра ствола для расширяемого раструба.

Для следующего аспекта использования сплошных расширяемых хвостовиков, составляющих конструкцию скважины одного проходного диаметра, служит диаметр ствола для расширяемого раструба, для определения которого был проведен следующий анализ.

244,5 x 298,5 – мм сплошной расширяемый хвостовик при его расширении образует внутренний диаметр 264 мм с наружным диаметром раструба 299,7 мм. Для получения 38 мм зазора, необходимого для свободной закачки цементного раствора, необходим ствол с диаметром 340,4 мм. В таком случае долото должно увеличиться от 264 до 340,4 мм либо до 127%, что, в свою очередь, находится в допустимых пределах возможностей существующих технологий расширения ствола скважин, а именно долота со смещенным центром тяжести и рычажные расширители.

В ходе анализа было установлено, что для цементирования ствола с 25 мм зазором необходим ствол диаметром 215,9 мм и, соответственно, расширение долота до 142%, но такое соотношение переступает рамки возможностей на данный момент известных технологий буровых долот.

Для 193,7 x 244,5 – мм сплошного расширяемого хвостовика с цементируемым зазором в 38 мм необходим ствол диаметром 281,4 мм, для такого соотношения требуемое увеличение диаметра ствола равняется 134%,

что делает 193,7 мм хвостовик наиболее приближенным к грани достигнутых возможностей существующих технологий расширения хвостовиков [3].

4. Техника и технология спуска и крепления обсадных труб монодиаметра.

В нижней части данной системы находится пусковое устройство, в котором располагается расширительный конус. Данное устройство выполняется из высокопрочной тонкой стали с более точными стенками, чем у расширяемого хвостовика. Посредством того, что пусковое устройство имеет тонкие стенки и наружный диаметр которого совпадает с отклонениями от вертикали предыдущей колонны, то оно имеет возможность спуска через эту колонну в скважину.

Различие по толщинам покрытой эластомерным материалом втулки и стенок пускового устройства предоставляет возможность сплошному расширяющемуся хвостовику примкнуть вплотную к трубам предыдущей обсадной колонны и сделать возможным уплотнение в зоне контакта труб. В нижнем конце расширяемый хвостовик имеет увеличенный наружный диаметр, который, в свою очередь, превосходит наружный диаметр подвесного устройства, в виду большей толщины стенок. С помощью расширяющего конуса представляется возможность расширения внутреннего диаметра труб до величины внутреннего диаметра пускового устройства

Расширяемая система хвостовика спускается через ранее установленную обсадную колонну, помещается в интервале открытого ствола скважины и расширяется в направлении снизу вверх. Конус, по достижении места перекрытия сплошным расширяемым хвостовиком предыдущей колонны, расширяет специальную втулку подвесного устройства, тем самым гарантируя прочное уплотнение между колоннами [4-5].

Далее представлена последовательность действий, необходимых для установки в открытом стволе скважины сплошного расширяемого хвостовика (рисунок 4.3):

1. Разбуривание участка ствола скважины для последующей

установки в нем сплошного расширяемого хвостовика;

2. Спуск пускового устройства и расширительного узла в скважину совместно с хвостовиком;
3. Цементирование хвостовика;
4. Установка запираемой снизу пробки, способствующей расширению хвостовика;
5. Расширение хвостовика, установленного на проектном участке;
6. Расширение втулки подвески хвостовика;
7. Разбуривание башмака сплошного расширяемого хвостовика с обратным клапаном.

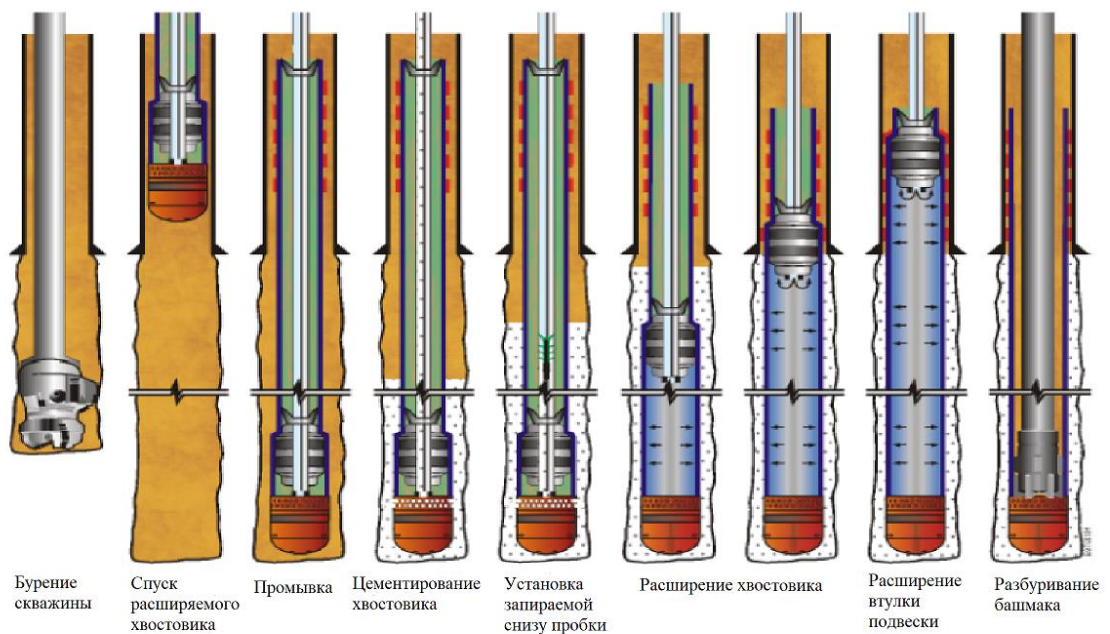


Рисунок 5 – Технология сплошного расширяемого хвостовика.

5. Рентабельность строительства скважин монодиаметра.

На территории Российской Федерации находится самый крупный по площади шельф. Судя по результатам исследования российских специалистов, можно сделать вывод о том, что разработка континентального шельфа имеет колоссальные перспективы. В настоящее время строительство традиционных скважин, построенных по принципу многоколонной конструкции скважины, перестает удовлетворять потребности и выполнять необходимые задачи в

разработке нефтегазовых месторождений, расположенных на шельфе, в глубоководных акваториях и акваториях с суровыми природно-климатическими условиями и имеющими гораздо более сложные геологические разрезы.

Затраты на проектирование и строительство таких скважин является довольно затратным по сравнению со скважинами монодиаметра. Основными факторами экономического преимущества проведения скважин одного диаметра является снижение затрат на следующие аспекты:

- Цементный раствор;
- Масса обсадных колонн;
- Время на СПО;
- Устранение осложнений;
- Объем выброса шлама.

5.1 Цементный раствор.

При цементировании скважин с конструкцией, включающей в себя направление, кондуктор, промежуточную и эксплуатационную колонны, расходуется определенное количество материала для закрепления каждой из колонн, которое в сумме значительно превышает количество, необходимое для цементировки скважины монодиаметра. Соответственно появляется возможность снижения экономических затрат на приобретение и приготовление цементного раствора, в соответствии в усредненными данными, на 77% [6].

5.2 Масса обсадных колонн.

Аналогично с ситуацией затрат цементного раствора, для строительства скважин одного диаметра потребуется меньшее количество обсадных труб, необходимое для строительства скважины до проектной глубины. Возможное сокращение затрат на материал труб может составить 63%.

5.3 Время на СПО.

В бурении большая часть затрат, составляющих себестоимость строительства скважин, зависит от времени бурения, а внедрение нового

оборудования, как правило, направлено на сокращение сроков строительства скважин. Поэтому при определении изменения себестоимости необходимо в первую очередь определить изменение затрат времени на процесс проводки ствола скважины. В процессе строительства скважины одного диаметра время, необходимое для СПО заметно сократится.

5.4 Устранение осложнений.

При строительстве многоколонных скважин не всегда сразу получается перекрыть участок, способный вызвать осложнения, из-за ограниченного количества колонн и, соответственно, максимального диаметра. В следствии чего ствол скважины продолжительное время остается открытым и может привести к осложнениям. Строительство скважин монодиаметра позволяет значительно снизить риски осыпей и обвалов неустойчивых пород, посредством более частого перекрытия опасных участков скважины.

Заключение

Проведенный анализ продемонстрировал осуществимость значительного увеличения протяженности горизонтальных стволов на 25-100%, минимизируя опасности возникновения осложнений при бурении скважин с максимально большим отходом проектного забоя от вертикали.

Также стоит отметить, что по предварительным оценкам, учитывая меньшие затраты на цементный раствор, массу обсадных труб и на устранение осложнений, возможность снижения себестоимости проводки подобных скважины и время на их строительство, может достигать 25-30% в общей сложности.

Немаловажным аспектом применения данной технологии является предотвращение неустойчивости открытого ствола скважины и сопутствующих осложнений посредством более частого и своевременного перекрытия подобных участков в процессе бурения сплошными расширяемыми хвостовиками.

Для разработки и ввода в эксплуатацию расширяемых обсадных труб, удовлетворяющих всем строгим требованиям для строительства скважин,

необходимо проведение дальнейших исследований в области металлургии, направленных на поиск сплавов, обеспечивающих повышенные пределы деформации и прочностные качества материала труб непосредственно после окончания их расширения и закрепления в стволе скважины.

Литература

1. Опыт изоляции зон осложнений в бурении профильным перекрывателем с применением гидродомкрата и пуансонов [Текст] / Г.С. Абдрахманов [и др.] // Сборник научных трудов ТатНИПИнефть / ПАО «Татнефть». – М. : Нефтяное хозяйство, 2016. – Вып. 84. – С. 127-131.
2. Jabs M. Using expandable metal technology to create a monobore well, OTC 16670, Offshore Technology Conference, May 3-6, 2004.
3. Dean B., Cook L, Brisco D. Monodiameter drilling liner — from concept to reality, SPE/IADC 79790, SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, Netherlands, February 19-21, 2003.
4. Abusal, Y.A.Y. Prospects for the development of technology for the use of expandable pipes for casing wells with mono-diameter casing / Y.A.Y. Abusal. – Ufa : USPTU, May 1, 2021.
5. Пат. 1693916 Российская Федерация, МПК Е 21 В 33/12. Способ установки профильного перекрывателя в скважине / Зайнуллин А.Г., Уразгильдин И.А., Кашапов И.К., Филиппов В.П. ; заявитель и патентообладатель ОАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина. – № 4735702/03 ; заявл. 05.09.89; опубл. 21.05.1992, Бюл. № 25.
6. ВеИ R., McKee R., Zward E., Lewis D., Suryanarayna P.V. Single-diameter technology capable of increasing extended-reach drilling by 50%. Paper OTC 17828-PP, Offshore Technology Conference, Houston, May 1-4, 2006.

Literature

1. The experience of isolating the zones of complications in drilling with a profile cover using a hydraulic jack and punches [Text] / G.S. Abdrakhmanov [et al.] // Collection of scientific papers TatNIPIneft / PJSC Tatneft. - M. : Oil industry, 2016. - Issue. 84. - S. 127-131.

2. Jabs M. Using expandable metal technology to create a monobore well, OTC 16670, Offshore Technology Conference, May 3-6, 2004.
3. Dean B., Cook L, Brisco D. Monodiameter drilling liner - from concept to reality, SPE/IADC 79790, SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, Netherlands, February 19-21, 2003.
4. Abusal, Y.A.Y. Prospects for the development of technology for the use of expandable pipes for casing wells with mono-diameter casing / Y.A.Y. Abusal. – Ufa : USPTU, May 1, 2021.
5. Pat. 1693916 Russian Federation, MPK E 21 V 33/12. A method of installing a profile cover in a well / Zainullin A.G., Urazgildin I.A., Kashapov I.K., Filippov V.P. ; applicant and patent holder OAO Tatneft im. V.D. Shashin. - No. 4735702/03; dec. 09/05/89; publ. May 21, 1992, Bull. No. 25.
6. VeI R., McKee R., Zward E., Lewis D., Suryanarayna P.V. Single-diameter technology capable of increasing extended-reach drilling by 50%. Paper OTC 17828-PP, Offshore Technology Conference, Houston, May 1-4, 2006

© Маршев В.И., Ахметова Э.В., Каримова Л.И., Сайтов И.Х., 2022 Научный сетевой журнал «СтолЫПИНСКИЙ вестник» №3/2022

Для цитирования: Маршев В.И., Ахметова Э.В., Каримова Л.И., Сайтов И.Х. Геолого–технические особенности строительства скважин с применением технологии расширяемых хвостовиков// Научный сетевой журнал «СтолЫПИНСКИЙ вестник» №3/2022