

**ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ
СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН**

А.С. Тихонов

**Научный руководитель доцент кафедры бурения скважин А.В. Ковалев
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Число горизонтальных скважин на территории Российской Федерации за последние десятилетия существенно увеличилось. Это обусловлено увеличением числа скважин, сооружаемых на море, скважин в труднодоступных местах, где ландшафт не позволяет бурить вертикальные и наклонно-направленные скважины, разработке нетрадиционных коллекторов. Этому также способствует доработка старых месторождений с помощью бурения горизонтального участка, где увеличивается дебит скважины за счёт увеличения фильтрационной поверхности. Наряду со рядом преимуществ горизонтальные скважины встречают имеют спектр проблем, связанных со спуском/подъемными операциями и центрированием обсадных и бурильных колонн.

При спуске обсадных колонн в скважины с горизонтальным участком, значительно превышающим их глубину, наблюдаются посадки, затяжки, прихваты колонны, а также недоспуск колонны до конечного забоя. С целью предотвращения данных осложнений рекомендуется увеличить длину предыдущего обсаженного участка скважины, тем самым появляется возможность увеличить длину горизонтального участка [1].

Одним из вариантов является заканчивание горизонтальной скважины открытым забоем. Открытый забой изначально имеет больший дебит или приемистость, чем обсаженная, но весьма быстро теряет продуктивность вследствие обрушения горных пород, пескопроявления и прочих эффектов. Применение открытого забоя возможно только в хорошо цементированных коллекторах, где не происходит его разрушения.

Имеется способ спуска обсадной колонны, применяемый на месторождениях Татнефти [2]. При креплении горизонтальной скважины в пробуренный ствол скважины спускают компоновку для цементирования, включающую колонный башмак, фильтр, патрубков с заглушками и колонну обсадных труб. Колонный башмак на конце, обращенном к забою скважины, имеет скошенные внутрь стенки, что способствует исключению упирания колонны в неровности породы. Фильтр представляет собой хвостовик с отверстиями от 4 до 8 мм в диаметре. Патрубок с заглушками снабжен заглушками по типу муфты ступенчатого цементирования, способными открываться при превышении заданного давления в колонне обсадных труб. На конце патрубка имеется седло для размещения стопкольца. При спуске компоновки в вертикальном стволе скважины производят промывку скважины через 350-450 м спуска, потом периодические промывки через 250-350 м спуска и перед входом в горизонтальный ствол. При проводке компоновки по горизонтальному стволу постоянно определяют вес компоновки на подъемнике. При уменьшении веса на 2-3 т, т.е. при посадке колонны, производят промывку скважины с одновременным расхаживанием (т.е. подъемом и опусканием) компоновки на 8-10 м до возвращения веса, т.е. ликвидации посадки. Таким образом проходят весь интервал горизонтального ствола до забоя.

Большой проблемой при бурении и заканчивании скважин является скопление шлама на нижней стенке скважины. Это может происходить из-за несоответствия бурового раствора предъявляемым требованиям, неверно выбранной КНБК, плохой промывки скважины. Из-за плохого удаления шлама могут возникнуть посадки, затяжки а также недоспуск колонны обсадных труб до забоя, плохое схватывание цемента в связи с отсутствием контакта на границе стенка скважины-цемент.

Для решения данной проблемы можно использовать буровой клапан Well Commander производства компании Mi-Swaco. Он представляет собой управляемый при помощи бросания шаров циркуляционный переводник с частичным отводом проходящего сквозь него потока. Устройство устанавливается выше «чувствительных» компонентов КНБК. Буровой клапан используется для создания дополнительных периферийных зон циркуляции бурового раствора с целью предотвращения соответствующих рисков в бурении. Принцип действия заключается в том, что специальный шар бросают в буровую трубу (БТ) и прокачивают его вместе с буровым раствором (БР) до посадочного гнезда, после чего он активируется. Когда давление возрастает до предельного значения, циркуляционные порты открываются, а шар проскальзывает дальше и попадает в устройство для улавливания шаров [3].

В сильно искривленных скважинах большая часть веса бурильной колонны приходится на нижнюю стенку ствола. Возникающее в результате этого трение требует большей мощности на вращение бурильной колонны и увеличивает опасность истирания замков, изнашивания и поломки труб. На снижение сил трения, а также центрирование колонны бурильных и обсадных труб направлена разработка Альметьевского государственного нефтяного института [4]. На поверхности скользящий центратор одевается на трубу бурильной или обсадной колонны, закрепляется стопорными кольцами. Собранная компоновка спускается в скважину. При этом подвижные металлические шарики в центрирующих кольцах и перекачиваются по стенкам скважины, обеспечивая надежное центрирование и стабилизацию обсадной колонны в скважине. При применении данного вида центратора колонна “скользит” в скважине [5].

Трение бурильной или обсадной колонны о стенки ствола не может быть исключено полностью, но его можно уменьшить посредством использования нефтеэмульсионных буровых растворов. Основной проблемой в использовании нефтеэмульсионных буровых растворов является их неэкологичность и высокие требования при работе с ними. Уменьшить загрязняющий эффект можно с помощью добавления смазывающих добавок в буровой раствор [1].

Система AirLock помогает спускать колонну обсадных труб в горизонтальных скважинах. Сочетает боковую плавучесть с вертикальным весом жидкости для спуска обсадной трубы до забоя. В отличие от

обычных систем с башмаком и обратным клапаном, система AirLock позволяет вертикальной секции обсадной трубы быть заполненной жидкостью, в то время как горизонтальная секция остается заполненной воздухом и становится плавучей. Повышенная плавучесть уменьшает трение скольжения более чем на 50%, в то время как вес вертикальной секции обеспечивает дополнительное усилие для продавки колонны до забоя. AirLock состоит из двух компонентов: уплотнительная муфта устанавливается в обсадную колонну выше горизонтального интервала, а уловитель твердых частиц устанавливается в соединении обсадной трубы выше башмака с обратным клапаном. Оба компонента монтируются в обсадной трубе во время спуска. Уплотнительная муфта содержит откалиброванное по давлению разрушаемое уплотнение, которое запирает воздух в нижней секции, в то время, как верхняя секция находится в работе и заполняется жидкостью. После спуска обсадной трубы поверхностное давление увеличивается и уплотнение разрушается, освобождая внутренний диаметр обсадной трубы. Фрагменты уплотнения собираются в уловителе твердых частиц и проводятся цементировочные работы в обычном режиме [6].

После спуска обсадная колонна в различных местах прилегает к стенке ствола. Естественно, оборудование колонны центраторами способствует центрированию колонны, но не полностью решает эту задачу. В местах прилегания колонны к стенке образуются зоны защемленного бурового раствора. Для решения данной проблемы была создана технология цементирования обсадной колонны с расхаживанием. Основной причиной положительного влияния эффекта расхаживания обсадных колонн на полноту вытеснения бурового раствора является разрушение структуры бурового раствора, находящегося в защемленных зонах, и остальной части заколонного пространства за счет возвратно-поступательного движения колонны труб, которое приводит к изменению ее положения относительно стенки скважины. А это открывает доступ потоку буферной жидкости и цементного раствора в желобные выработки и застойные зоны.

Аналогично вышерассмотренной технологии применяют цементирование с вращением обсадной колонны. При цементировании горизонтального ствола скважины поток буферной жидкости и тампонажного раствора протекает по верхней части, т.е. образуется «мертвая зона». Вращение обсадной колонны в процессе цементирования дает возможность поднимать буровой раствор в зону потока, что обеспечивает более качественную замену бурового раствора тампонажным.

Особенно проблематичной является центровка обсадных колонн в горизонтальных скважинах, где колонна под действием силы тяжести ложится на нижнюю стенку скважины. На практике данную проблему решают установкой пружинных центраторов. Но они увеличивают диаметр колонны и тем самым усложняют спуск колонны, создавая затяжки и прихваты.

Эту проблему решает гидромеханический центратор [7]. Обсадную колонну с несколькими модулями спускают в скважину и действием продавочной жидкости перемещают цементировочную пробку вдоль внутренней стенки обсадной колонны. Цементировочная пробка, двигаясь вдоль колонны, срезает заглушку, продавочная жидкость, проникая через отверстие и действуя на плунжер, сдвигает его, приводя в движение тягу, к концу которой прикреплен центрирующий рычаг. Рычаг, через шарнир, укрепленный на корпусе гидроцилиндра каждого блока, поворачивается вокруг оси шарнира и выдвигается наружу, следуя за движением тяги.

Также известен водонабухающий центратор [8]. В процессе спуска обсадной колонны центратор находится в транспортном положении, т.е. внутренние полости эластичных центрирующих элементов, заполненные водонабухающим полимером, имеют минимальный наружный диаметр, не превышающий диаметра муфты обсадной колонны. После спуска колонны в процессе промывки скважины жидкость диффундирует через наружные боковые полупроницаемые грани эластичного центрирующего элемента внутрь него и, взаимодействуя с водонабухающим полимером, вызывает его набухание (более чем в 4 раза). При этом эластичные центрирующие элементы равномерно со всех сторон обсадной колонны увеличиваются в размерах и, переходя в рабочее состояние, центрируют обсадную колонну. Спиральное размещение центрирующих элементов обеспечивает закручивание потока цементного раствора, обеспечивая тем самым лучшее замещение промывочной жидкости цементным раствором в «защемленных» зонах, т.е. центратор одновременно выполняет и роль турбулизатора.

В данной работе был проведен обзор основных проблем, связанных со строительством горизонтальных скважин на разных этапах, и способов борьбы с ними. Стоит отметить, что сегодня происходит бурное развитие техники и технологий строительства горизонтальных скважин, что подтверждают материалы, представленные в данной статье. Но главной проблемой остаётся то, что многие разработки редко доходят до практического использования. Это может быть вызвано увеличением стоимости строительства скважины, и поэтому компании продолжают использовать старые технологии. Автор надеется на изменение в ближайшем времени сложившейся ситуации.

Литература

1. Бурение наклонно-направленных и горизонтальных скважин [Электронный ресурс]. - www.neftemagnat.ru
2. Патент 2541985 Россия МПК E21B 33/13. Способ крепления горизонтального ствола скважины Ибрагимов Н.Г., Аслямов А.И., Гараев Р.Р., Синчугов Н.С., Мубаракшин М.М. Заявлено 22.05.2014; Опубликовано 20.02.2015, Бюл.№5.-5стр.
3. Shlumberger, “Интегрированные системы и технологии в бурении”/ Shlumberger -2015.
4. Патент 127805 Россия МПК E21B 17/10. Скользящий центратор Хузина Л.Б., Шафигуллин Р.И., Фазлыева Р.И., Теляшева Э.А.. Заявлено 13.12.2012; Опубликовано 10.05.2013, Бюл.№13.-2стр.
5. Р.И. Фазлыева, Снижение сил трения при бурении скважин с горизонтальным окончанием./ Р.И. Фазлыева//

- “Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых”.-2014
6. Система Air Lock [Электронный ресурс]. - www.ewshld.com
 7. Патент 139339 Россия МПК E21B 17/10. Гидромеханический центратор для обсадных колонн нефтегазовых скважин Гуторов Ю.А., Якунина С. Н., Негуренко Е., Заявлено 28.11.2013; Опубликовано 10.04.2014, Бюл.№10.-2стр.
 8. Патент 2473777 Россия МПК E21B 17/10. Центратор обсадной колонны с изменяемой геометрией Агзамов Ф.А., Каримов И.Н., Тихонов М.А.. Заявлено 20.06.2011; Опубликовано 27.01.2013, Бюл.№3.-7стр.

ОБЗОР ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКЕ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТВОЛОВ СКВАЖИН ОТ ШЛАМА

К.В. Тютнев

**Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Неэффективная очистка скважины приводит к накоплению шлама в стволе, что служит причиной возникновения серьезных проблем, ликвидация которых может потребовать больших затрат,кратно превышающих затраты на превентивные мероприятия по улучшению очистки ствола скважины [1].

Одной из наиболее распространенных проблем, вызванных скоплением шлама в скважине, является механический прихват бурильной колонны (примерно 30 % всех прихватов в вертикальных скважинах связаны с проблемой очистки ствола; в скважинах с большим зенитным углом – более 80 %). Бурение при неполном выносе шлама приводит к образованию так называемых шламовых подушек, которые при подъеме бурильной колонны перемещаются вместе с более «широкой» частью КНБК. В результате происходит закупоривание кольцевого пространства, сопровождающееся затяжками, которые могут привести к прихвату с полной потерей циркуляции [2].

Условия выноса шлама восходящим потоком промывочной жидкости в значительной мере зависят от величины зенитного угла ствола скважины. При увеличении зенитного угла вынос шлама затрудняется [3]. Наибольшие трудности с очисткой, как правило, возникают в интервале 60-90°, в котором шлам выпадает на нижнюю стенку скважины и образует длинную, протяженную и устойчивую «шламовую подушку». Этот шламовый осадок удерживается на стенке скважины за счет сил трения. Очистка ствола в данном интервале представляется достаточно сложной задачей и зачастую требует большого количества времени [4].

Эффективность выноса шлама с ростом длины ствола скважины определяется многими показателями, однако главным образом качество очистки ствола зависит от суммарного эффекта технологических параметров используемого оборудования и от гидравлических показателей промывки (реология бурового раствора, потери давления в различных частях циркуляционной системы, тип течения и т.д.).

В настоящее время промышленностью выпускается большое количество устройств, которые позволяют улучшить и ускорить очистку ствола скважины от шлама. Все множество выпускаемых устройств можно разделить на два типа: циркуляционные переводники, приводимые в действие при помощи сбрасываемых шаров и выполненные на базе толстостенных бурильных труб (ТБТ); лопастные элементы, которые взаимодействуют со шламовой подушкой, поднимая скопившийся шлам в область повышенных скоростей потока.

Циркуляционные переводники представляют собой устройства для частичного отвода проходящего сквозь них потока промывочной жидкости в затрубное пространство. Благодаря этому в затрубном пространстве создается локальная зона циркуляции промывочной жидкости и достигается замедление осаждения шлама или возвращение его со стенки скважины и из застойных зон в восходящий поток промывочной жидкости.

Основными недостатками этих устройств являются возможность размыва струей из переводника стенки скважины и поглощения промывочной жидкости. Кроме того, применение циркуляционного переводника ограничено при бурении гидравлическим забойным двигателем в связи с уменьшением расхода промывочной жидкости через двигатель и гидромониторные насадки долота. Этому недостатка практически лишены управляемые (многократно активируемые) путем бросания в бурильную колонну шаров циркуляционные переводники, в частности Well Commander (MI-Swaco).

Буровой клапан Well Commander производства компании Mi-Swaco представляет собой управляемый при помощи бросания шаров циркуляционный переводник с частичным отводом проходящего сквозь него потока. Устройство устанавливается выше «чувствительных» компонентов КНБК, таких как MWD и LWD, винтовых забойных двигателей. Принцип действия заключается в том, что специальный шар бросают в буровую трубу (БТ) и прокачивают его вместе с буровым раствором (БР) до посадочного гнезда, после чего он активируется. Когда давление возрастает до предельного значения, циркуляционные порты открываются, а шар проскальзывает дальше и попадает в устройство для улавливания шаров. С этого момента некоторая часть потока с пониженным давлением начинает вытекать из портов, а оставшаяся часть потока вытекает через насадки долота [5].

Включение в состав колонны профилированных бурильных труб позволяет улучшить процесс гидротранспорта бурового шлама на поверхность. Например, компании Paradigm Oilfield Services, Vam Drilling, Hulliburton поставляют специальные бурильные трубы серии «Гидроклин» [6] с улучшенными гидравлическими характеристиками. Практический опыт применения данных труб показал, что устройства целесообразно использовать на участках с большим зенитным углом ствола скважины (35-65°) и при значительных образованиях «шламовых подушек». Бурильные трубы устанавливаются на место обычных толстостенных бурильных труб и