

- “Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых”.-2014
6. Система Air Lock [Электронный ресурс]. - [www.ewshld.com](http://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

позволяют снизить крутящий момент и касательные напряжения. Трубы имеют специально выточенные канавки и выступы, которые являются основной особенностью устройств. Угол лопастей обеспечивает оптимальное взрыхление шлама, а спиральные лопасти поднимают частицы и запускают их в зону высоких скоростей.

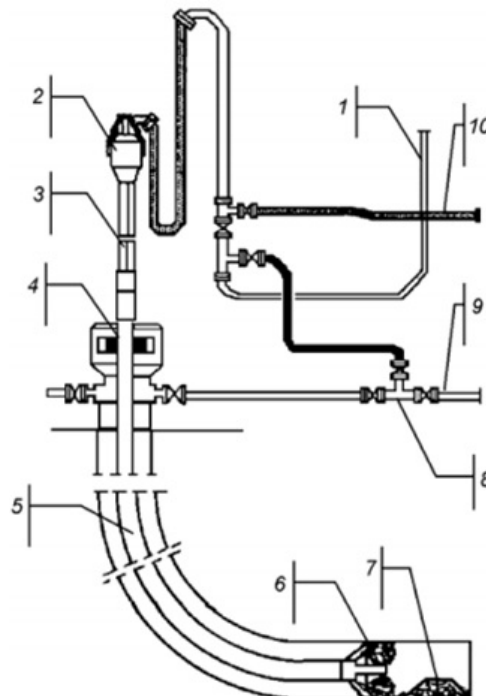
Используемые в процессе строительства скважин цельные компоненты бурильной колонны Cutting Bed Impeller (CBI) [5] также доказали свою эффективность в очистке скважин с большими отходами от вертикали. Устройство состоит из короткого сердечника, не содержащего движущихся частей, с фрезерованной канавкой специальной формы, которая воздействует на «шламовую подушку», сдвигая ее с нижней части трубы. Результатом работы данных фрезерованных переводников, установленных на определенном расстоянии друг от друга, является значительное снижение крутящего момента, плавное восстановление циркуляции, увеличение проходки на долото, а также возможность работать как «демпфер» вибрационных нагрузок.

Осциллятор-турбулизатор состоит из толстостенного корпуса с винтообразными канавками, внутри которого размещены верхний и нижний диффузоры круглого сечения, квадратная втулка и клапан. Устройство размещается непосредственно над долотом. Предполагается, что повышение эффективности гидротранспорта шлама из призабойной зоны скважины достигается за счет генерируемых этим устройством низкочастотных колебаний, что в сочетании с винтообразными канавками на его корпусе при вращении бурильной колонны турбулизирует восходящий поток промывочной жидкости [7].

Механизм действия вращающегося турбулизатора основан на турбулизации восходящего потока промывочной жидкости и механическом воздействии на шламовую подушку лопастями турбулизатора [5]. Турбулизатор состоит из вращающегося на маслonaполненных подшипниках корпуса и неподвижных муфтового и ниппельного переводников. Корпус разделен на две части: гладкую и снабженную лопастями, армированными твердым сплавом. Внутри, с обоих концов корпуса, размещены маслonaполненные подшипники, а в гладкой его части – турбинная секция, вращающая корпус турбулизатора. Устройство устанавливается в колонну бурильных труб в интервале предполагаемого образования шламовых подушек. Достоинством турбулизатора является возможность его использования при бурении гидравлическим забойным двигателем, когда бурильная колонна не вращается.

Однако перечисленные выше способы очистки ствола скважины от шлама не во всех случаях результативны. Скопление шлама на стенке скважины приводит к преобразованию шламовой подушки в дону, перемещающуюся по стволу. Иногда для предотвращения осложнений целесообразно остановить процесс углубления скважины для полного удаления бурового шлама.

Наиболее эффективно это можно сделать путем обратной циркуляции промывочной жидкости [8], то есть закачкой промывочной жидкости по затрубному пространству скважины и подачей ее через бурильный инструмент на блок очистки (рис. 1).



**Рис. Принципиальная схема обвязки оборудования для очистки ствола скважины от шлама:**  
 1 – нагнетательная линия от бурового насоса; 2 – вертлюг; 3 – ведущая труба; 4 – превентор; 5 – буровая колонна; 6 – долото; 7 – шламовая дна; 8 – блок задвижек; 9 – отвод противовибросового оборудования; 10 – отвод в систему очистки циркуляционной системы буровой установки

Для этого устье скважины должно быть соответствующим образом оборудовано. В скважину до верхней части интервала расположения шламовой дюны спускают бурильную колонну с долотом, центральный промывочный канал которого выполнен в виде профилированного сужающегося сопла. Гидротранспорт шлама осуществляется через ведущую трубу при закрытом на гладкой части бурильной трубы универсальном превенторе, с плавной подачей долота сверху вниз. Шламодюна разрушается механически – долотом (расхаживание) и гидравлически – обратным потоком промывочной жидкости. Так как форма шламовой дюны в процессе углубления скважины имеет тенденцию к выполаживанию в направлении течения промывочной жидкости, то изменение направления ее потока при обратной циркуляции положительно сказывается на гидравлическом разрушении шламовой дюны.

Важно подчеркнуть, что расход промывочной жидкости остается таким же, как и при бурении забойным двигателем. Кратное же увеличение скорости восходящего потока промывочной жидкости при постоянном расходе достигается за счет существенного снижения его площади поперечного сечения. При этом в затрубном пространстве нисходящий поток промывочной жидкости остается ламинарным, а в бурильной колонне – турбулентным.

Повышенное скопление шлама в скважине, свидетельствующее о недостаточной очистке ее от выбуренной породы, приводит к множеству осложнений и аварий. Во избежание подобных инцидентов рекомендуется вести учет объемов выбуренной породы в режиме реального времени, что позволит в кратчайшие сроки принять нужное решение, направленное на совершенствование показателей промывки скважины, как технических, так и гидравлических. Сочетание возможностей гидравлической программы промывки скважины с включением в бурильную колонну специальных технических устройств, а также, при необходимости, применение обратной промывки позволяет обеспечить качественную очистку ствола скважины и повысить эффективность бурения.

#### **Литература**

1. Матыцын В.И., Рябченко В.И., Шмарин И.С. Особенности процесса выноса шлама из горизонтальных и наклонных участков стволов скважин // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2002. – № 3. – 10-12 с.
2. Горпинченко В.А., Дильмиев М.Р. Применение синтетического полимерного волокна для увеличения эффективности выноса шлама при бурении долотами PDC // Бурение & Нефть. – 2010. – № 6.
3. Куликов В.В. Транспортирование шлама по стволу наклонной скважины // Инженер-нефтяник. – 2008. – № 3. – 18-19 с.
4. Митчелл Джон. Безаварийное бурение // Дрилберт Инжиниринг Инк, Copyright 2001. – 334 с.
5. Райхерт Р.С., Цукренко М.С., Органов А.С. Техничко-технологические решения по очистке наклонно-направленных и горизонтальных стволов скважин от шлама // Нефть. Газ. Новации. – 2016. – № 3. – 28-35 с.
6. Вахрушев А.В. Бурильные трубы «ГидроКлин» (Hydroclean™) – революционное решение в области очистки скважин от шлама. Опыт создания и применения // Нефть. Газ. Новации. – 2012. – 12. – С. 26–28.
7. Осциллятор-турбулизатор / Л.Б. Хузина, Ш.Х. Фархутди-нов, А.В. Еромасов, Б.А. Хузин // Пат. на полезную модель RUS 131792.
8. Способ очистки ствола скважины / А.М. Лихущин, А.П. Мигуля, А.А. Бабичев, В.И. Балаба // Пат. на изобретение RUS 2166061.

### **ОБОСНОВАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ БЕЗРАЙЗЕРНОГО БУРЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГЛУБОКОВОДНОЙ СКВАЖИНЫ**

**И.Ш. Фазуллин**

*Научный руководитель профессор В. М. Подгорнов*

*Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина,  
г. Москва, Россия*

Снижение запасов углеводородов на суше и увеличение спроса на углеводородное сырьё вынуждает нефтяные и газовые компании вести работы в глубоководных районах, которые выглядят весьма многообещающими. Безрайзерная технология бурения представляет собой технологическое решение, обеспечивающее циркуляцию промывочной жидкости без водоотделительной колонны (райзера) и предотвращающее попадание морской воды в скважину. Специализированные насосы, которые предназначены для прокачки буровой жидкости и шлама, расположенные под водой, используются для перекачки отработанного бурового раствора с поверхности морского дна на буровую платформу.

Отличительной особенностью безрайзерного бурения является исключение водоотделительной колонны благодаря использованию всасывающего и насосного модулей, которые по шлангокабелю обеспечивают возвратное движение циркулирующего потока к буровой платформе.

Мировой опыт применения технологии бурения с двойным градиентом давления сравнительно небольшой и составляет примерно 10 лет. Тем не менее, при ее использовании в строительстве скважин были получены положительные результаты. Можно выделить основные районы применения технологии, это Северное и Каспийское море.

Теперь перейдем к преимуществам технологии. Благодаря бурению без райзера мы имеем лучшие показатели **контроля скважины** по сравнению с традиционной технологией при бурении в осложненных условиях, что