

что значительно повышает успешность технологических операций при минимуме доступной информации.

Литература

1. Первердян А.М. Физика и гидравлика нефтяного пласта. - М.: Недра, 1982.-с. 191.
2. Мищенко И.Т., Сахаров В.А., Грон В.Г., Богомольный Г.И. Сборник задач по технологии и технике нефтедобычи. - М.: Недра, 1984.
3. Вахромеев И.И. Теоретические основы тампонажа горных пород. - М.: Недра, 1968.-с. 294.

ОСОБЕННОСТИ ВЫНОСА ШЛАМА В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН

А.Л. Хохлов

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Наклонно-направленное бурение – это способ сооружения скважин с отклонением от вертикали по заранее заданному направлению. Если зенитный угол наклонно-направленной скважины превышает 85° , и она имеет горизонтальный участок профиля большой протяженности, то такая скважина называется горизонтальной.

Наклонно-направленное бурение имеет преимущества относительно других методов строительства скважин. Во-первых, дебит на большинстве месторождений увеличивается по сравнению с вертикальными скважинами в несколько раз. Во-вторых, данный метод позволяет осуществлять бурение скважин с одной буровой площадки на большом удалении. В разработку включаются и удаленные участки месторождений, что при использовании метода вертикального бурения потребовало бы сооружение нескольких буровых площадок. Также присутствует возможность при обустройстве шельфовых месторождений отказаться от установки морских платформ и производить бурение с береговых буровых площадок. В-третьих, появляется возможность бурить скважины для достижения продуктивной зоны, которая иначе не доступна при вертикальном бурении. В четвертых, обеспечивается выполнение растущих во всем мире требований по экологической безопасности нефтегазовых объектов, особенно на шельфе. Данный способ позволяет осуществлять бурение под озерами и реками.

Однако, несмотря на все плюсы данного метода бурения, он обладает большим количеством технологических недостатков связанных с неустойчивостью стенок и проблемами очистки ствола скважины, с увеличением количества спускоподъемных операций, повышенными требованиями к качеству и составу бурового раствора и др. [1].

К одному из наиболее важным вопросов строительства направленных скважин относится проблема эффективного транспортирования из скважины частиц выбуренной породы. Неэффективная очистка скважины приводит к накоплению шлама в стволе, что служит причиной возникновения серьезных проблем, ликвидация которых может потребовать больших затрат, многократно превышающих затраты на мероприятия по улучшению очистки ствола скважины [2].

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, а 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 [3].

Условия выноса шлама восходящим потоком промывочной жидкости в значительной мере зависят от величины зенитного угла ствола скважины. При увеличении зенитного угла вынос шлама затрудняется. Наибольшие трудности с очисткой, как правило, возникают в интервале $60-90^\circ$, 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.

«Шламовые подушки» вызывают посадки при спуске бурильной колонны и зарезке боковых стволов. Скопившийся в скважине шлам значительно осложняет проходимость каротажных приборов, что нередко приводит к необходимости дополнительной проработке скважины, а также вызывает проблемы при спуске обсадных колонн [4].

На рисунке 1 показано поведение шлама в скважине в интервалах с разными зенитными углами.

При малых зенитных углах ствола скважины ($0-10^\circ$) сила тяжести, действующая на каждую частицу выбуренного шлама, заставляет их оседать в направлении забоя (рис. 1,а). С ростом зенитного угла ($10-30^\circ$) плотность и вязкость частиц шлама увеличивается, в связи с чем возможно накопление осадка на стенке скважины. Вместе с тем, тенденция к скольжению частиц к забою сохраняется (рис. 1, б). Дальнейшее повышение зенитного угла (ориентировочно до $45-60^\circ$) способствует возрастанию сил трения и замедлению скорости скольжения частиц шлама вплоть до полной остановки, шлама и некоторая часть твердой фазы очистного агента накапливается при его движении или в состоянии покоя на стенке ствола наклонно-направленной скважины, образуя осадок в наклонном стволе [5].

Решением в сфере улучшения очистки заколонного пространства от шлама являются следующие технологические подходы:

1. Использование специальных жидкостей, которые при вращении создают «пленку» вокруг бурильной трубы. Такая пленка называется «вязкостное сцепление», она поднимает шлам со дна и подбрасывает его в зону высокоскоростного потока. Также возможно введение в промывочную жидкость волокон (например, Микрофибра, FORTA Super-Sweep, FORTA Dragnet), повышающих ее транспортирующую способность [1].

2. Использование циркуляционных переводников, приводимых в действие при помощи сбрасываемых шаров и выполненных на базе толстостенных бурильных труб (ТБТ). Циркуляционные переводники представляют собой устройства для частичного отвода проходящего сквозь них потока промывочной жидкости в затрубное пространство. Устанавливаются циркуляционные переводники в составе бурильной колонны в интервале потенциального образования шламовых подушек [4,6].

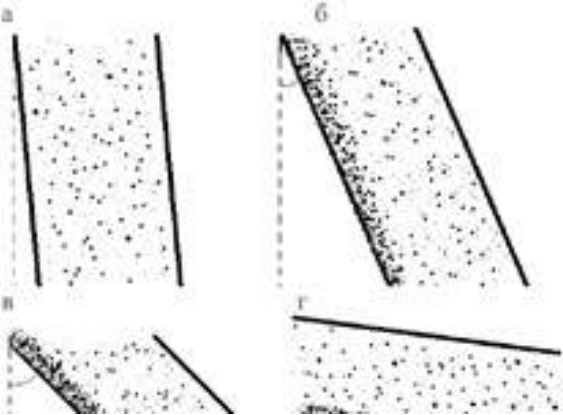


Рис. 1. Поведение шлама в скважине в интервалах с разными зенитными углами: а) 0-10°; б) 10-30°; в) 30-60°; г) 60-90°

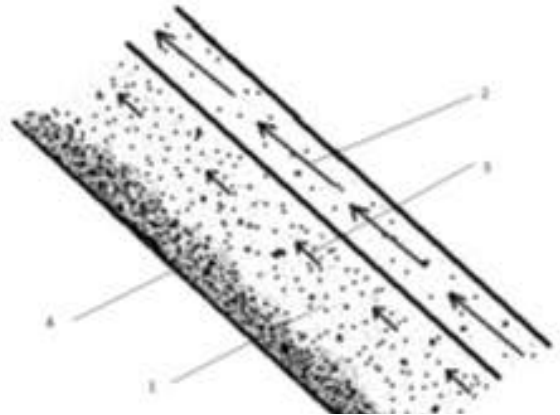


Рис. 2. Скопление шлама на нижней стенке скважины: 1 – колонна бурильных труб; 2 – скорость потока над колонной; 3 – скорость потока возле колонны; 4 – шламовая подушка

3. Использование специальных бурильных труб. Включение в состав колонны профилированных бурильных труб позволяет улучшить процесс гидротранспорта бурового шлама на поверхность. Например, бурильные трубы серии «Гидроклин» имеют винтообразные канавки, отрицательный угол наклона которых при вращении бурильной колонны обеспечивает поднятие частиц шлама со стенки скважины, а изменяющийся угол наклона спиральных плоскостей ускоряет их движение и выносит в проходную зону поперечного сечения ствола скважины с максимальной скоростью потока. Такие трубы включают в бурильную колонну для прохождения критических интервалов скважины, как правило, одну трубу через каждые две или три свечи обычных бурильных труб [6].

4. Использование осциллятора-турбулизатора, позволяющего усовершенствовать вынос шлама буровым раствором в затрубном пространстве наклонно-направленных и горизонтальных скважин. За счет включения в компоновку осциллятора-турбулизатора, создаются низкочастотные колебания, что в сочетании с винтообразными канавками на его корпусе при вращении бурильной колонны турбулизует восходящий поток промывочной жидкости и способствует повышению степени выноса шлама буровым раствором в затрубном пространстве скважины [7].

5. Также это можно сделать путем обратной циркуляции промывочной жидкости, то есть закачкой промывочной жидкости по затрубному пространству скважины и подачей ее через бурильный инструмент на блок очистки. Шламовая дюза разрушается механически – долотом и гидравлически – обратным потоком промывочной жидкости. 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. Применение обратной промывки позволяет обеспечить качественную очистку ствола скважины и повысить эффективность бурения [6].

Таким образом, в работе представлены основные негативные эффекты, которые возникают при некачественной очистке ствола скважины от шлама, а также технологические подходы, используемые для решения данной проблемы. Дальнейшие исследования в данном направлении будут связаны с оценкой влияния некачественной очистки скважины от шлама на техническое состояние компоновки низа бурильной колонны.

Литература

1. Савоськин С.В, Шведова И.Н. Наклонно-направленное разведочное бурение: преимущества, проблемы и способы решения// Геология, география и глобальная энергия.-2014.-№4.
2. 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. – С. 10-12.
3. Горпинченко В.А., Дильмиев М.Р. Применение синтетического полимерного волокна для увеличения эффективности выноса шлама при бурении долотами PDC // Бурение & Нефть. – 2010. – № 6.
 4. Райхерт Р.С., Цукренко М.С., Оганов А.С., Техничко-технологические решения по очистке наклонно-направленных и горизонтальных стволов скважин от шлама // Нефть. Газ. Новации.-2016. – №3.
 5. Пушмин П.С., Романов Г.Р. Проблемы промывки скважин наклонно-направленных скважин // Известия Сибирского отделения секций наук о Земле РАЕН.-2014. – №3.
 6. Балаба В.И., Зинченко О.Д. Технические средства для повышения эффективности гидротранспорта шлама при бурении наклонных и горизонтальных участков ствола скважины // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2015. – №3.
 7. Федеральный институт промышленной собственности: официальный сайт [Электронный ресурс]. – <http://www1.fips.ru>.

ИЗУЧЕНИЕ ИЗНОСА ЭЛАСТОМЕРА ПРИ АБРАЗИВНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В ПРИСУТСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

С.С. Чернев, А.В. Епихин

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Анализ тенденций развития техники для строительства нефтяных и газовых скважин показывает, что в настоящее время одним из основных приводов породоразрушающих инструментов являются винтовые забойные двигатели (ВЗД). Широкое применение ВЗД объясняется совершенствованием конструкций долот, имеющих повышенную моментоёмкость, развитием технологии бурения, а также важными эксплуатационными преимуществами этих двигателей: оптимальные кинематические характеристики, которые обеспечивают эффективную работу долот; минимальные осевые габариты, позволяющие использовать ВЗД при наклонно-направленном и горизонтальном бурении; простота ремонта и сборки [1-4].

Винтовой забойный двигатель - погружная машина, преобразующая гидравлическую, пневматическую или электрическую энергию, подводимую с поверхности, в механическую работу породоразрушающего инструмента (долота) при бурении скважин. Энергия от источника подводится по колонне буровых труб или кабелю [5]. Двигательная секция - это основной узел двигателя, где гидравлическая энергия потока рабочей жидкости передается в механическую, что генерирует крутящий момент. Она состоит из статора, ротора и обкладки статора - эластомера [6].

Эластомеры - это полимеры и материалы на их основе, обладающие высокоэластическими свойствами в широком интервале температур, охватывающем практически всю область температур их эксплуатации. При изготовлении эластомеров применяют каучук и вулканизированную резину. Также используют различные добавки: наполнители, регенераторы, ускорители, антиоксиданты, смягчители, красители. В ВЗД в качестве эластомера используют резину ИРП - 1226 (согласно характеристикам, она обладает повышенной износостойкостью и маслостойкостью) [5-6].

При всех своих достоинствах ВЗД имеет существенный недостаток - преждевременный выход из строя двигательной секции, а именно - эластомеров. В процессе эксплуатации рабочие органы ВЗД подвергаются различным видам изнашивания: усталостному, фрикционному, гидроабразивному, а также эрозионному и коррозионно - механическому при воздействии повышенных давлений и температур. Также причинами снижения работоспособности ВЗД могут быть процессы релаксации напряжения и накопления остаточной деформации, которые приводят к уменьшению натяга между статором и ротором [7-8].

Существующие направления совершенствования конструкции ВЗД связаны с повышением износостойкости узлов и деталей, нагрузочной способности и увеличением межремонтного периода эксплуатации. Осваиваемые пути повышения износостойкости пары трения «ротор-статор» направлены на увеличение активной части рабочих органов, совершенствование статоров с резиновой обкладкой равной толщины и секционированием. За счет уменьшения максимальной толщины резиновой обкладки статора снижается количество вырабатываемого тепла, что в свою очередь минимизирует усталость эластомера, обусловленную эффектом гиперстезиса, а натяг в соединении «ротор-статор» меньше зависит от температуры и разбухания эластомера [2-6].

Также ведется разработка и реализация способа автокомпенсации износа в рабочих органах ВЗД. В основе предлагаемого способа лежит использование, активированного трением, диффузионного взаимодействия эластичного материала статора с рабочей жидкостью с целью восстановления натяга в паре за счет изменения размера резинового элемента без вмешательства в работу гидромшины [7-8].

Не смотря на активную исследовательскую деятельность в области совершенствования ВЗД, в настоящее время уделяется мало внимания оценке воздействия буровых растворов и термобарических условий на эластомеры и двигательную секцию в целом. Подобными исследованиями занимается научная группа кафедры бурения скважин Национального исследовательского Томского политехнического университета. В рамках одного из направлений работы этой научной группы исследовалось влияние дисперсионной среды бурового раствора на скорость износа образца эластомера при варьировании нагрузки.

Образцы изготавливались в форме цилиндров диаметром до 43 мм и толщиной до 11,5 мм. Условия