

УДК 622.24

УСТРОЙСТВО И ТЕХНОЛОГИЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОМЫВКИ СКВАЖИНЫ

Третьяк Александр Яковлевич¹,
13050465@mail.ru

Литкевич Юрий Федорович¹,
littk@mail.ru

Круглова Татьяна Николаевна¹,
tatyana.kruglova.02@mail.ru

¹ Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,
Россия, 346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.

Актуальность исследования обусловлена тем, что в настоящее время большое число аварий происходит по причине остановки вращения буровой колонны и прекращения промывки во время наращивания буровой колонны. Нахождение ствола скважины некоторое время в состоянии покоя, а потом создание импульсов давления промывочной жидкости, сопровождающих пуск и остановку буровых насосов, может привести к нежелательным явлениям и осложнениям в виде прихватов. Прихваты могут быть механические, за счет сложной геометрии ствола скважины, вывалов в породы со стенок скважины, образования шлама на забое скважины за счет недостаточной промывки скважины. Процент таких аварий может достигать 20. До 80 % дифференциальных прихватов обусловлены разностью давлений – гидростатического, образующегося в стволе скважины за счет плотности бурового раствора, и пластового, образующегося в пласте скважины. За счет этих процессов происходит инфильтрация из бурового раствора воды в пласт, а на стенках скважины образуется толстая полимерглинистая корка, которая способствует образованию дифференциальных прихватов, то есть прилипанию буровой колонны к стенкам скважины.

Цель: разработать устройство и технологию непрерывной промывки скважин при наращивании бурового инструмента.

Объекты: устройство и технология непрерывной промывки скважины.

Методы. Предложено для изготовления устройство непрерывной промывки скважины, состоящее из синхронно переключающихся двухпозиционных кранов, обеспечивающих непрерывную промывку скважины при наращивании бурового инструмента. Описан передвижной синхронизатор переключения кранов, приведена его конструкция и принцип действия. Предложены технологические методы, реализующие возможность работы устройства.

Результаты. Решение поставленной задачи позволило разработать конструкцию устройства и технологию непрерывной промывки скважин.

Ключевые слова:

Устройство, непрерывная промывка скважин, технология работы устройства непрерывной промывки, переводник непрерывной промывки, синхронизатор, звездочки, роliko-пластинчатая цепь, байпасная линия промывки, поворотный квадрат, продольный и боковой каналы промывки, корпус крана, рычаг переключения кранов, зубчатое колесо, зубчатая рейка, гидро (пнеumo) цилиндр.

Введение

Одним из самых критических моментов во всей технологии сооружения скважин на нефть и газ является остановка промывки скважины перед наращиванием и последующий запуск циркуляции бурового раствора. Нахождение ствола скважины некоторое время в состоянии покоя, а потом создание импульсов давления промывочной жидкости, сопровождающих пуск и остановку буровых насосов, может привести к нежелательным явлениям и осложнениям в виде прихватов. Прихваты разделяют на обусловленные механическим взаимодействием и дифференциальные. При этом механические прихваты разделяются на прихваты шламом или обвалившейся породой и заклинивание на участках со сложной геометрией ствола скважины. Доля механических прихватов составляет 20 %, а 80 % приходится на дифференциальные прихваты.

Основной причиной дифференциальных прихватов является наличие фильтрационной корки на стенке скважины, а также разность давлений – гидростатического, образующегося за счет бурового раствора, и пластового. Сообразно с вышеизложенным методы

борьбы с дифференциальными прихватами будут зависеть от оптимально подобранного бурового раствора и возможности снизить разность давлений – гидростатического, сформированного в стволе скважины, и давления непосредственно в нефтегазовом пласте. Изменить пластовое давление не представляется возможным, следовательно, основным элементом борьбы с дифференциальными прихватами является регулирование качества бурового раствора путем изменения параметров.

В случае прекращения вращения буровой колонны происходит вдавливание ее в фильтрационную глинистую корку, образовавшуюся на стенках ствола скважины. При этом резко возрастает трение между буровой колонной и породой ствола скважины, а выполнить вращение или перемещение колонны становится невозможным, и как результат происходит дифференциальный прихват.

Репрессия больше других факторов влияет на силу, прижимающую колонну к стенке скважины с фильтрационной коркой. Эта сила равна произведению дифференциального давления на площадь поверхности контакта:

$$F_{\text{пр}} = P_{\text{диф}} \cdot S, \quad (1)$$

где $F_{\text{пр}}$ – прижимающая сила Н; $P_{\text{диф}}$ – дифференциальное давление, Па; S – площадь поверхности контакта, м².

Раскрывая природу прижимающей силы (1), усилие дифференциального прихвата можно определить как:

$$F_{\text{пр}} = (P_1 - P_2) \cdot S \cdot K,$$

где P_1, P_2 – разница давлений между забойным (гидростатическим) давлением в проницаемом коллекторе и давлением, создаваемым за счет плотности бурового раствора; K – коэффициент трения, равен 0,1–0,2 для раствора на углеводородной основе.

Методы и материалы

Работы по разработке устройства и технологии непрерывной промывки скважины не прекращаются в течение уже более ста лет. Вместе с тем в настоящее время уже имеются практические результаты по разработке устройства для непрерывной промывки скважин при выполнении спускоподъемных операций. Это прежде всего патенты по этой проблеме [1–12].

При бурении скважин в неустойчивых породах наиболее опасным для состояния ствола скважины является остановка и возобновление циркуляции, когда импульсы давления бурового раствора могут вызвать обвалы пород и механические прихваты буровой колонны.

Целью данной статьи является постановка технических задач для разработки устройства для непрерывной промывки скважин при наращивании бурового става.

Известно конкретное применение таких устройств, например, компания Vasco International представляет собой полностью компьютеризированную систему в виде сборки из трех превенторов, устанавливаемых на роторе. Это сложное и дорогостоящее устройство. Известна Система непрерывной промывки (СНП) «Курс», предназначенная для использования на буровых установках с верхним приводом [5, 6, 9].

Непрерывная промывка скважин, предполагающая циркуляцию бурового раствора не только в процессе бурения скважины, но и при наращивании и подъеме буровой колонны, является в настоящее время весьма востребованным технологическим режимом. Особенно она эффективна при наличии или риске осложнений в стволе скважины, при бурении длинных горизонтальных стволов и наклонных скважин с большим отходом от вертикали, при бурении с контролем давления, бурении на депрессии и в других случаях.

Для организации непрерывной промывки скважины используется встроенный в колонну буровых труб специальный переводник для непрерывной промывки (ПНП), в котором размещается клапан (или несколько клапанов), перенаправляющий и перераспределяющий поток промывочной жидкости, а в боковой стенке этого переводника имеется отверстие, через которое эпизодически производится промывка скважины. Чтобы обеспечить непрерывную циркуля-

цию, модифицируется также гидравлическая система промывки скважины – кроме обычной (основной) линии промывки скважины, когда буровой раствор поступает в скважину через вертлюг на верхнем конце буровой колонны (через верхнюю трубу), создается байпасная линия промывки, которая обеспечивает промывку скважины через отверстие в боковой стенке ПНП.

Использование для промывки скважины основной или байпасной линии согласуется с работой клапана в ПНП – во время бурения клапан перекрывает отверстие в стенке ПНП и открывает отверстие для промывки скважины через верхнюю трубу буровой колонны, а при наращивании (или подъеме) открывает отверстие в стенке ПНП и перекрывает промывку через верхнюю трубу буровой колонны. При этом промывка скважины производится через байпасную линию, а верхнюю трубу в это время можно удалить (или, наоборот, вставить) из колонны буровых труб.

Один из важнейших узлов в системе непрерывной промывки является узел стыковки байпасной линии промывки с ПНП – боковой порт непрерывной промывки (БПНП). Основное требование к этому узлу – обеспечить герметичность и механическую надежность стыковки грязевого шланга байпасной линии промывки с отверстием в стенке ПНП.

Известен ПНП, разработанный компанией Managed Pressure Operations International Ltd (MPO) для их системы непрерывной циркуляции Non-Stop Driller Continuous Circulation System. Как следует из этого описания, грязевой шланг, оборудованный специальным разъемом на конце, стыкуется с ответной частью разъема, закрепленного в отверстии в стенке ПНП. При промывке через этот боковой порт из-за колебаний и вибраций грязевого шланга на этот разъем будет действовать момент сил, стремящийся «выломать» его крепление из отверстия в стенке ПНП. Сила воздействия значительно возрастает при смещениях и поворотах буровой колонны, которые часто возникают при наращивании или отвороте верхней трубы. Таким образом, момент сил, возникающих на креплении разъема в отверстии ПНП, расшатывает это крепление и со временем может привести к образованию зазоров и потере герметичности, а при больших амплитудах взаимного смещения грязевого шланга байпасной линии промывки относительно ПНП может привести к его слою. Если ПНП достаточно толстостенный, то силы, расшатывающие крепление, могут быть ниже критических, а конструкция ПНП в целом достаточно надежной [13–20].

Рассматривая возможность применения устройства и технологии колтюбингового бурения, необходимо отметить, что в настоящее время нет пока разработанных технических решений, но в будущем они, очевидно, появятся.

Результаты и обсуждения

В Южно-Российском государственном политехническом университете (НПИ) имени М.И. Платова разработано устройство и технология непрерывной промывки скважин.

На рис. 1 представлено разработанное нами альтернативное устройство, включающее проводник непрерывной промывки, устанавливаемый на каждой свече и передвижной синхронизатор переключения двухходовых кранов, показанный на рис. 2.

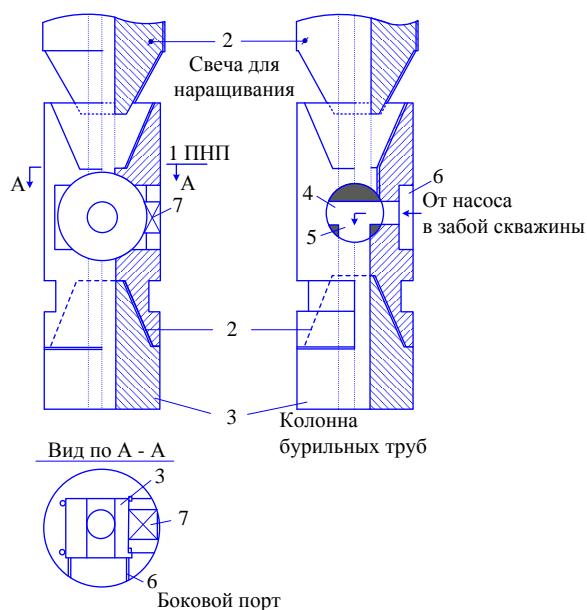


Рис. 1. Переводник непрерывной промывки при наращивании буровой колонны: 1 – корпус; 2 – верхняя и нижняя замковая резьба; 3 – крановый цилиндр, имеющий сквозной осевой – 4 и перпендикулярно к нему боковой – 5 канал; 6 – боковой порт; 7 – поворотный квадрат переходника непрерывной промывки (ПНП)

Fig. 1. Continuous flush sub for drill string extension: 1 – body; 2 – upper and lower locking thread; 3 – crane cylinder having a through axial – 4 and perpendicular to it lateral – 5 channel; 6 – side port; 7 – rotary square continuous flush adapter (PNP)

Синхронизатор состоит из панели – 4 на тележке с закрепленными на ней крановыми корпусами – 6, 7 с присоединенными к ним основной – 1 и байпасной – 2 линиями промывки (подачи бурового раствора в скважину). На приводных хвостовиках – 7 крановых цилиндров и на поворотном квадрате – 8 закреплены звездочки одинакового диаметра, объединенные замкнутой пластинчатой цепью – 9. При повороте рукоятки – I на 90° все звездочки поворачивают краны А, В и С синхронно на 90°, обеспечивая при этом прямую или боковую подачу бурового раствора в скважину.

ПНП (рис. 1) состоит из корпуса – 1; верхней и нижней замковой резьбы – 2 и кранового цилиндра – 3, имеющего сквозной осевой – 4 и перпендикулярно к нему расположен боковой канал – 6. В положении крана (II) (рис. 3) сквозной осевой канал – 4 соединяется с боковым портом – 6, через который ведется промывка скважин от байпасной линии, присоединенной к боковому порту (кран переводника непрерывной промывки может использоваться в двух положениях).

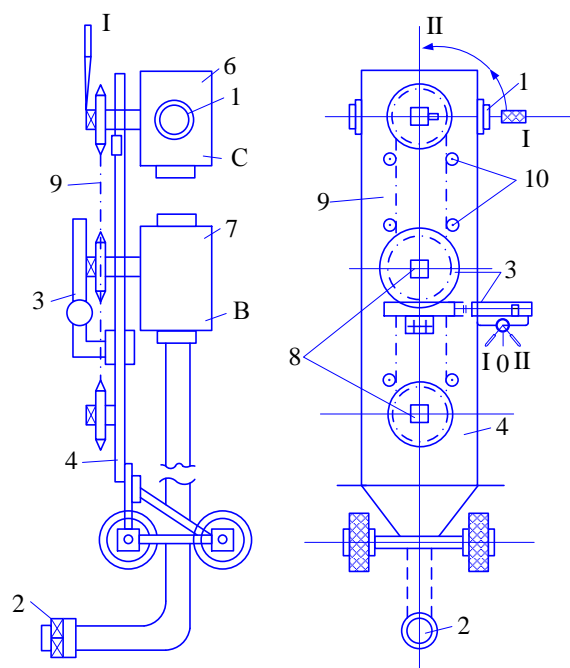


Рис. 2. Передвижной синхронизатор переключения (ПСПК) кранов (А, В, С): 1 – порт присоединения основной линии промывки; 2 – байпасная линия промывки; 3 – зубчато-реечный переключатель кранов; 4 – рычаг ручного переключения кранов (запасной); 5 – панель; 6 – корпус крана С; 7 – корпус крана В; 8 – поворотные квадраты кранов; 9 – приводная цепь; 10 – натяжные ролики цепи

Fig. 2. Mobile switching synchronizer (PSPK) of valves (A, B, C): 1 – connection port of the main flushing line; 2 – bypass washing line; 3 – gear-rack switch of cranes; 4 – lever for manual switching of cranes (spare); 5 – panel; 6 – valve body C; 7 – valve body B; 8 – rotary squares of cranes; 9 – drive chain; 10 – chain tension rollers

Положение I (рис. 3, А) соответствует бурению, когда осевой кран – 4 располагается вдоль бурильной колонны, и буровой раствор проходит на забой, охлаждает долото и обеспечивает помывку скважины.

Положение II (рис. 3, А) соответствует наращиванию бурового става. При этом поток бурового раствора на байпасной линии через боковой порт – 6 по осевому каналу – 4 и боковому каналу – 5 проходит в скважину, на забой и обеспечивает его промывку.

В это время производят наращивание или отсоединение верхней свечи от бурильной колонны или ведущей трубы.

При наращивании бурильной колонны выполняются следующие операции.

Приподнимают бурильную колонну до полного выхода ведущей трубы из ротора и осуществляют посадку бурильной колонны на клинья (или на спайдер).

Подводят передвижной синхронизатор переключения кранов (ПСПК) к ротору и соединяют поворотный квадрат синхронизатора с квадратом кранового цилиндра, ПНП и байпасную линию промывки соединяют с боковым портом ПНП.

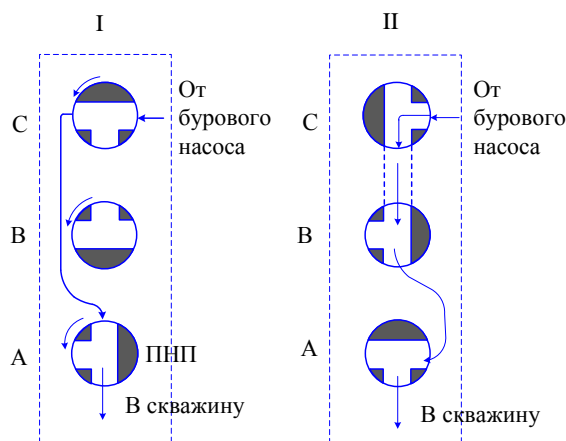


Рис. 3. Положение крановых каналов при: I – прямая подача бурового раствора в скважину (исходное положение); II – боковая подача бурового раствора в скважину (при синхронном повороте кранов ABC на 90°); ПНП – переводник непрерывной промывки

Fig. 3. Position of the valve channels at: I – direct supply of drilling fluid into the well (initial position); II – lateral supply of drilling fluid into the well (with synchronous rotation of the ABC valves by 90°); PNP – continuous flush sub

Перевод синхронизатора из положения I в положение II осуществляется зубчато-реечным переключателем кранов (ЗРПК) (рис. 4). ЗРПК состоит из зуб-

чатого колеса – 1 с поворотным квадратом – 2, зубчатой рейки – 3, соединенной со штоком гидро- или пневмоцилиндра – 4. Управление движением поршня гидро- или пневмоцилиндра производится гидрораспределителем двухпозиционным – 6. При перемещении поршня из крайнего левого положения в крайнее правое происходит поворот зубчатого колеса на 90°. При этом все краны синхронизатора (A, B и C) из положения II (рис. 2) займут положение I, и буровой раствор по осевому каналу прямой подачи будет проходить в скважину.

Затем ведущую трубу отсоединяют от буровой колонны и спускают в шурф. Далее берут очередную подготовленную трубу и производят свинчивание с буровой колонной. После этого поднимают ведущую трубу с вертлюгом из шурфа и соединяют с буровой колонной. Ручку синхронизатора ПСПК переводят из положения II в положение I (рис. 2). При этом все краны (A, B и C) займут положение I, показанное на рис. 2, и буровой раствор по осевому каналу прямой подачи будет проходить в скважину. Отсоединяют байпасную линию от бокового порта, ставят заглушку (на рис. 1), отсоединяют поворотный квадрат синхронизатора от квадрата кранового цилиндра и отводят ПСПК от ротора (рис. 3). Нарощенную буровую колонну снимают с клиньев ПКР и спускают в скважину, доводят долото до забоя, и продолжают бурение.

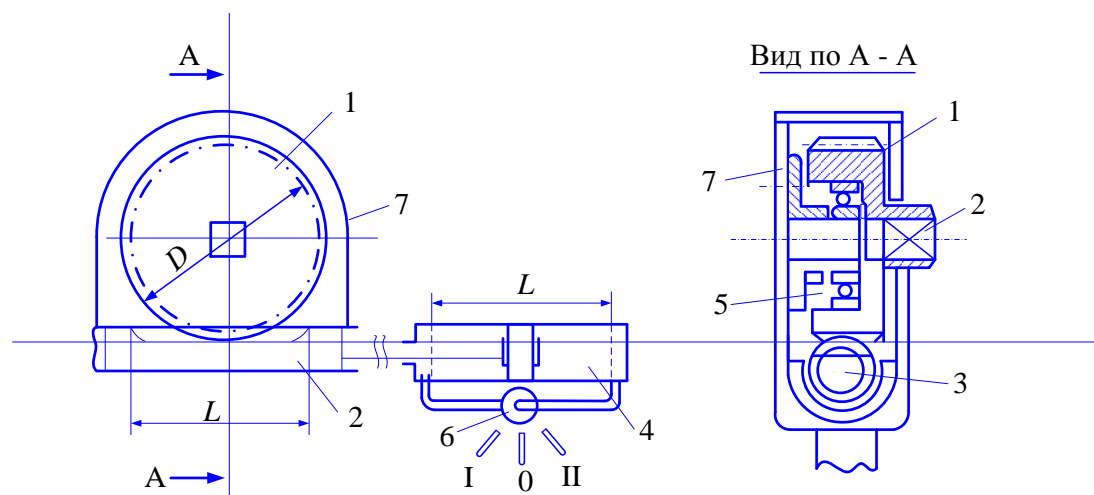


Рис. 4. Зубчато-реечный переключатель кранов: 1 – зубчатое колесо ($m=8$, $z=38$), 2 – поворотный квадрат; 3 – зубчатая рейка ($m=8$, $z=10$); 4 – гидроцилиндр ($L=250$ мм); 5 – шариковый подшипник; 6 – гидрораспределитель двухпозиционный; 7 – кожух

Fig. 4. Rack and pinion switch of cranes: 1 – gear wheel ($m=8$, $z=38$), 2 – rotary square; 3 – gear rack ($m=8$, $z=10$); 4 – hydraulic cylinder ($L = 250$ mm); 5 – ball bearing; 6 – hydraulic two-position distributor; 7 – casing

На рис. 5 представлен общий вид буровой установки и конфигурация системы непрерывной промывки при бурении и прямой подаче бурового раствора в скважину. Кран С открыт для свободного прохода бурового раствора от насоса через вертлюг, приводной квадрат и через открытый кран А в буровую колонну и далее на забой скважины. Кран В закрыт, он отсекает буровой раствор от прохода в байпасную линию.

На рис. 6 показан общий вид буровой установки и конфигурация системы непрерывной промывки при наращивании буровой колонны. Перед наращиванием, после присоединения синхронизатора ПСПК к переводнику ПНП, ручку синхронизатора переводят поворотом на 90° из положения I в положение II. При этом кран С перекрывает проход буровому раствору к вертлюгу, перенаправляя его через кран В в байпасную линию. Одновременно с краном С кран А пере-

крывает проход буровому раствору из ведущей трубы в скважину и открывает свободный проход буровому раствору из байпасной трубы в скважину.

I – Положение кранов А, В и С при прямой подаче бурового раствора в скважину



Рис. 5. Общий вид буровой установки при бурении и прямой подаче бурового раствора в скважину

Fig. 5. General view of the drilling rig during drilling and direct supply of drilling fluid into the well

II – Положение кранов А, В и С при боковой подаче бурового раствора в скважину



Рис. 6. Общий вид и конфигурация системы непрерывной промывки при наращивании бурового става

Fig. 6. General view and configuration of the continuous washing system during drilling rate build-up

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ропяной А.Ю., Скобло В.З. Ориентирование бурового инструмента и контроль траектории бурения при забурировании боковых стволов из обсадных колонн вертикальных скважин // Бурение и нефть. – 2018. – № 5. – С. 47–51.
2. Янгазитов М.Н., Доценко Б.А., Оганов А.С. Бурение скважин при равновесном давлении с системой «непрерывной» циркуляции бурового раствора // Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – 2011. – № 2. – С. 17–22.

Для кранов крутящий момент сопротивления закрытия-открытия ($M_{к.з}$) находится в пределах $M_{к.з}=25-35$ (Н м), тогда общее сопротивление трех кранов

$$\sum_1^3 M_{к.з} = 3(M_{к.з} \cdot k),$$

где $k = 1,5$ – коэффициент запаса, превышающий паспортное значение сопротивления закрытия.

Для преодоления сопротивления закрытию трех кранов на зубчатом колесе – 1 диаметр определяется по формуле (м):

$$D_{з.к} = m(z + 2),$$

где m – модуль зуба; z – количество зубьев.

Чтобы сформировать крутящий момент M_k , превышающий $\sum_1^3 M_{к.з}$, т. е. $M_k \gg \sum_1^3 M_{к.з}$, необходимо создать усилие (Н), развиваемое гидро(пнеumo) цилиндром (P_n), которое определяется по формуле:

$$P_n \geq \frac{\sum_1^3 M_{к.з} \cdot 2}{D_{з.к}} = \frac{3(M_{к.з} \cdot k) \cdot 2}{m(z + 2)}.$$

Выводы

1. Предложена система непрерывной промывки скважины, которая включает в себя оборудование для непрерывной промывки скважины при бурении и спускоподъемных операциях.
2. Конструктивно разработано устройство, позволяющее осуществлять непрерывную промывку и исключить возникновение прихватов буровой колонны во время остановки буровой колонны в процессе проведения спускоподъемных операций.
3. Непрерывная прямая или боковая подача бурового раствора в скважину при наращивании, бурении или спускоподъемных операциях при роторном бурении имеет следующие преимущества:
 - исключаются затраты времени на промывку скважины перед и после наращивания буровой колонны;
 - снижается вероятность формирования шламовых подушек в горизонтальной части ствола и вероятность прихвата буровой колонны;
 - увеличивается скорость проходки и повышается точность навигации;
 - повышается эффективность и снижается стоимость бурения скважин.
4. Отсутствие серьезных научно-технических проблем, связанных с разработкой отдельных узлов системы непрерывной промывки, свидетельствует о реальной перспективе ее создания.

3. Шаровой кран бокового порта непрерывной промывки скважин: пат. РФ № 2612409; заявл. 09.09.15, опубл. 09.03.17, Бюл. № 7. – 14 с.
4. Боковой порт непрерывной промывки: пат. РФ № 2612402, заявл. 02.06.15, опубл. 09.03.17, Бюл. № 36. – 12 с.
5. Ропяной А.Ю., Скобло В.З., Стражгородский С.И. Система непрерывной промывки скважины при бурении, СПО и спуске хвостовиков на буровых трубах – СНП «КУРС» // Бурение и нефть. – 2015. – № 9. – С. 58–61.

6. Ропяной А.Ю., Скобло В.З., Стражгородский С.И. Система непрерывной промывки скважин – СНП «курс» // Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – 2015. – № 3. – С. 15–19.
7. Вертлюг непрерывной промывки: пат. РФ № 2562623, заявл. 06.06.14, опубл. 10.09.15, Бюл. № 25. – 16 с.
8. Скобло В.З., Ропяной А.Ю., Лухт А.И. Универсальный измерительный забойный блок mwd-систем // Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – 2012. – № 4. – С. 46–48.
9. Скобло В.З., Ропяной А.Ю., Лухт А.И. «Гироориентатор-курс» – прибор для гироскопического ориентирования отклонителя в процессе бурения // Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – 2010. – № 3. – С. 31–34.
10. Викторов М.В. Увеличение эффективности очистки призабойной зоны пласта с применением устройства промывочного скользящего // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. – 2021. – Т. 2. – С. 200–204.
11. Лухт А.И., Ропяной А.Ю., Скобло В.З. Гироскопический сбросовый многоточечный инклинометр «gyromultishot» // Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – 2006. – № 4. – С. 10–12.
12. Боковой порт непрерывной промывки: заявка на изобретение РФ № 2015120720. 02.06.15, опубл. 27.12.16, Бюл. № 36. – 1 с.
13. Apparatus for uninterrupted flushing a well bore. Patent USA no. US 8.201.804 B2, date of Patent: Jun. 19, 2012.
14. Deryaev A.R. Features of drilling technology for dual completion, joint operation of several horizons in a multi-layer field // Cognition Rerum. – 2022. – № 5. – С. 12–21.
15. Plasma-pulse exposure technology on the wells of the sherubaynurinsky / L. Mullagaliyeva, S. Baimukhametov, V. Portnov, V. Yurov // Annali d'Italia. – 2022. – № 27. – P. 75–79.
16. Nurgaliev A.R., Filippov V.N., Loginova M.E. Application of information technologies at the design stage of oil and gas wells. Information Technology // Problems and Solutions. – 2020. – № 1 (10). – С. 21–26.
17. SolidWorks Flow Simulation 2012 Tutorial // Docslide. 2014. URL: <https://docslide.us/documents/solidworks-flow-simulation-2012-tutorial.html> (дата обращения 11.06.2019).
18. SolidWorks, «SOLIDWORKS Flow Simulation» // Dassault Systemes Company. 2012–2019. URL: <https://www.solidworks.com/sw/products/simulation/flow-simulation.htm> (дата обращения 11.06.2019).
19. Cengel Y.A., Cimbala J.M. Fluid mechanics. Fundamentals and applications. Third edition. – New York: McGraw Hill Publ., 2014. – 968 p.
20. Differential-sticking mechanisms and a simple wellsite test for monitoring and optimizing drilling mud properties / P.I. Reid, G.H. Meeten, P. Clark, B.D. Chambers, A. Gilmour, M.W. Sanders // SPE Drilling & Completion. – June 2000. – V. 15. – № 15 (2). – P. 97–104. DOI: 10.2118/64114-PA

Поступила: 25.03.2023 г.

Прошла рецензирование: 30.03.2023 г.

Информация об авторах

Третьяк А.Я., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой нефтегазовых техники и технологий Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова.

Литкевич Ю.Ф., кандидат технических наук, доцент Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова.

Круглова Т.Н., кандидат технических наук, доцент Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова.

UDC 622.24

DEVICE AND TECHNOLOGY OF CONTINUOUS WELL FLUSHING

Alexander Ya. Tretyak¹,
13050465@mail.ru

Yuri F. Litkevich¹,
litr@mail.ru

Tatiana N. Kruglova¹,
tatyana.kruglova.02@mail.ru

¹ M.I. Platov South Russian State Polytechnic University (NPI),
132, Prosveshcheniya street, Novocherkassk, 346428, Russia.

The relevance of the research is caused by the fact that at present a large number of accidents occur due to the stoppage of the rotation of the drill string and the cessation of flushing during the build-up of the drill string. Staying the wellbore for some time at rest, and then creating flushing fluid pressure pulses accompanying the start and stop of mud pumps, can lead to undesirable phenomena and complications in the form of sticking. Sticking can be mechanical, due to the complex geometry of the wellbore, falls into the rocks from the walls of the well, the formation of cuttings at the bottom of the well due to insufficient flushing of the well. The percentage of such accidents can reach 20. Up to 80 % of differential sticking is due to the pressure difference – hydrostatic, formed in the wellbore due to the density of the drilling fluid, and reservoir, formed in the well formation. Due to these processes, water infiltration from the drilling fluid into the formation occurs, and a thick polymer clay cake is formed on the well walls, which contributes to the formation of differential sticking, that is, the sticking of the drill string to the well walls.

Purpose: to develop a device and technology for continuous flushing of wells when building a drilling tool.

Objects: device and technology for continuous well flushing.

Methods. A device for continuous flushing of the well, consisting of synchronously overlapping on-off valves that provide continuous flushing of the well when building up the drilling tool is proposed for manufacturing. A mobile crane switching synchronizer is described, its design and principle of operation are given. Technological methods are proposed that realize the possibility of the device operation.

Results. The solution of the task set made it possible to develop the design of the device and the technology of continuous flushing of wells.

Key words:

Device, continuous flushing of wells, technology of operation of the continuous flushing device, continuous flushing translator, synchronizer, sprockets, roller-plate chain, bypass flushing line, rotary square, longitudinal and lateral flushing channels, crane body, crane shift lever, gear wheel, gear rack, hydro (pneumatic) cylinder.

REFERENCES

1. Ropyanoy A.Yu., Skoblo V.Z. Orientation of the drilling tool and control of the drilling trajectory when drilling side shafts from the casing columns of vertical wells. *Drilling and oil*, 2018, no. 5, pp. 47–51. In Rus.
2. Yangazitov M.N., Dotsenko B.A., Oganov A.S. Drilling wells at equilibrium pressure with a system of «continuous» circulation of drilling fluid. *Bulletin of the Association of Drilling Contractors*, 2011, no. 2, pp. 17–22. In Rus.
3. Ropyanoy A.Yu., Skoblo V.Z. *Sharovoy kran bokovogo porta nepreryvnoy promyvki skvazhin* [Ball valve of the side port of well continuous flushing]. Patent RF, no. 2612409, 2017.
4. Ropyanoy A.Yu., Skoblo V.Z. *Bokovoy port nepreryvnoy promyvki* [Side port of continuous flushing]. Patent RF no. 2612402, 2017.
5. Ropyanoy A.Yu., Skoblo V.Z., Strazhgorodsky S.I. The system of continuous flushing of the well during drilling, SPO and lowering of shanks on drill pipes – SNP «course». *Drilling and oil*, 2015, no. 9, pp. 58–61. In Rus.
6. Ropyanoy A.Yu., Skoblo V.Z., Strazhgorodsky S.I. System of continuous flushing of skv-zhin – SNP «course». *Bulletin of the Association of drilling contractors*, 2015, no. 3, pp. 15–19. In Rus.
7. Ropyanoy A.Yu., Skoblo V.Z. *Vertluga nepreryvnoy promyvki* [Continuous washing swivel]. Patent RF no. 2562623, 2015.
8. Skoblo V.Z., Ropyanoy A.Yu., Lukht A.I. Universal measuring downhole block of mwd-systems. *Bulletin of the Association of Drilling Contractors*, 2012, no. 4, pp. 46–48. In Rus.
9. Skoblo V.Z., Ropyanoy A.Yu., Lukht A.I. «Gyroorientator-course» – a device for gyroscopic orientation of the deflector during drilling. *Bulletin of the Association of Drilling Contractors*, 2010, no. 3, pp. 31–34. In Rus.
10. Viktorov M.V. Increasing the efficiency of cleaning the bottom-hole zone of the formation using a sliding flushing device. *Problems of development of hydrocarbon and ore mineral deposits*, 2021, vol. 2, pp. 200–204. In Rus.
11. Lukht A.I., Ropyanoy A.Yu., Skoblo V.Z. Gyroscopic discharge multipoint in-clinometer «gyromultishot». *Bulletin of the Association of Drilling Contractors*, 2006, no. 4, pp. 10–12. In Rus.
12. Ropyanoy A.Y., Skoblo V.Z. *Bokovoy port nepreryvnoy promyvki* [Side port continuous flushing]. Patent RF no. 2015120720, 2015.
13. Strazhgorodskiy S.I. *Apparatus for uninterrupted flushing a well bore*. Patent USA no. US 8.201.804 B2, 2012.
14. Deryaev A.R. Features of drilling technology for dual completion, joint operation of several horizons in a multi-layer field. *Cognitio Rerum*, 2022, no. 5, pp. 12–21.
15. Mullagaliyeva L., Baimukhametov S., Portnov V., Yurov V. Plasma-pulse exposure technology on the wells of the sherubaynurinsky. *Annali d'Italia*, 2022, no. 27, pp. 75–79.
16. Nurgaliev A.R., Filippov V.N., Loginova M.E. Application of information technologies at the design stage of oil and gas wells. *Information Technology. Problems and Solutions*, 2020, no. 1 (10), pp. 21–26.
17. SolidWorks Flow Simulation 2012 Tutorial. *Docslide*. 2014. Available at: <https://docslide.us/documents/solidworks-flow-simulation-2012-tutorial.html> (accessed 11 June 2019).
18. SolidWorks, «SOLIDWORKS Flow Simulation». *Dassault Systemes Company*. 2012–2019. Available at: <https://www.solidworks.com/sw/products/simulation/flow-simulation.htm> (accessed 11 June 2019).
19. Cengel Y.A., Cimbala J.M. *Fluid mechanics. Fundamentals and applications*. 3rd ed. New York, McGraw Hill Publ., 2014. 968 p.
20. Reid P.I., Meeten G.H., Clark P., Chambers B.D., Gilmour A., Sanders M.W. Differential-sticking mechanisms and a simple wellsite test for monitoring and optimizing drilling mud properties. *SPE Drilling & Completion*, 2000, vol. 15, no. 15 (2), pp. 97–104. DOI: 10.2118/64114-PA

Received: 25 March 2023.

Reviewed: 30 March 2023.

Information about the authors

Alexander Ya. Tretyak, Dr. Sc., professor, head of the Oil and Gas Engineering and Technology Department, M.I. Platov South Russian State Polytechnic University (NPI).

Yuri F. Litkevich, Cand. Sc., associate professor, M.I. Platov South Russian State Polytechnic University (NPI).

Tatiana N. Kruglova, Cand. Sc., associate professor, M.I. Platov South Russian State Polytechnic University (NPI).