

СИСТЕМА НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОМЫВКИ СКВАЖИН - СНП "КУРС"

Авторы: Ропяной А.Ю., Скобло В.З., Стражгородский С.И.,
ЗАО "НТ КУРС", Москва.

подавляющее число скважин в мире бурится с использованием бурильных колонн, состоящих из отдельных бурильных труб, поэтому при углублении скважины возникает необходимость в наращивании (добавлении) бурильных труб в бурильную колонну.

При бурении с составной бурильной колонной перед наращиванием производят промывку скважины для очистки забойной зоны ствола от шлама. Промывки скважины перед каждым наращиванием уменьшают долю времени на собственно углубление скважины в общем балансе времени.

Наиболее критичным для состояния ствола скважины является процесс остановки и возобновления циркуляции и связанные с ним импульсы давления от пуска и остановки буровых насосов, которые могут вызвать ряд нежелательных явлений и осложнений, например:

- в вертикальных скважинах с гидростатическим контролем давления эти осложнения включают обвалы пород, потерю циркуляции, дифференциальные и механические прихваты бурильной колонны и др.;

- одной из особенностей освоения баженовской свиты является так называемое «узкое окно бурения» — соотношение пластового и внутрискважинного давления. Из-за «узости окна» поддержание устойчивости стенок скважины становится проблемой — даже при небольшом отклонении от оптимальных величин плотности бурового раствора и скорости бурения, импульс давления при запуске и остановке циркуляции повышает вероятность обвала стенок;

- при бурении с динамическим контролем давления (Managed Pressure Drilling - MPD) остановки циркуляции вызывают необходимость использования дорогостоящего оборудования для измерения и контроля давления на забое;

- при бурении с депрессией на пласт (Underbalanced Drilling - UBD), при восстановлении циркуляции после наращивания, в скважине

возникает давление, превышающее пластовое, что может обесценить результаты и затраты предшествующего бурения при депрессии;

- в горизонтальных и наклонно-направленных скважинах при прекращении циркуляции перед наращиванием, формируются шламовые подушки, затрудняющие управление траекторией ствола, отрицательно влияющие на качество ствола и вызывающие тяжёлые, часто неликвидируемые, прихваты бурильной колонны.

Цель настоящей статьи – обосновать перспективное направление и очертить круг технических задач для создания системы непрерывной промывки - СНП, потребность в которой на отечественном рынке буровых работ достаточно высока.

Несмотря на понимание того, что непрерывная циркуляция бурового раствора является необходимым условием для успешного строительства многих скважин, практическое использование СНП в мировой практике началось сравнительно недавно - с начала 2000-х годов. Во многом это объясняется технической и технологической сложностью, высокой стоимостью как самих СНП, так и их эксплуатации.

В полной мере это относится к СНП камерного типа, где формируется герметизированный "шлюз", в котором размещается замковое соединение перед наращиванием. Этот "шлюз" - камера, оборудован боковым портом, через который ведётся промывка скважины во время наращивания. Конкретное воплощение таких систем является сложным, габаритным и наиболее дорогостоящим, например, современная система компании Varco International представляет собой полностью компьютеризованную СНП в виде сборки из трёх мобильных превентеров, устанавливаемых на роторе, и вспомогательных механизмов.

Существуют альтернативные камерным - крановые СНП, где вместо камеры-шлюза используется переводник, входящий в состав бурильной колонны - Переводник Непрерывной Промывки (ПНП), в котором имеется боковое отверстие и краны, перекрывающие и перераспределяющие поток промывочной жидкости через этот переводник. Во время наращивания промывка скважины производится через боковое отверстие в ПНП, к которому подсоединяется байпасная линия подачи бурового раствора. Для бурения интервала с непрерывной промывкой предварительно собирается необходимое для этого количество свеч, на

конце каждой из которых устанавливается ПНП в открытом для циркуляции положении.

Крановые СНП, представленные на мировом рынке - система Non-Stop Driller компании MPO и система e-CD компании eni, значительно проще и дешевле камерных, однако имеют существенный недостаток - низкую надёжность запорных элементов - кранов бокового отверстия ПНП. Эта проблема может быть успешно решена при использовании шаровых кранов, например, по патенту США №8201804 от 19 июня 2012 г. /1/, где ПНП создан на базе трёхходового шарового крана - ТШК.

Именно этот кран целесообразно использовать для создания СНП - обладая высокой функциональностью, ТШК на данный момент имеет достаточно глубокую конструкторскую проработку и испытанные макетные образцы. Существенным также является и тот факт, что ЗАО "НТ-КУРС", в дополнение к своим разработкам в этой области, владеет правом на исключительное использование патента /1/ на территории РФ, что создает предпосылки к реализации импортозамещения технологии и оборудования мирового уровня.

Конструкция ТШК показана на фотографиях: Рис. 1 - сборка и Рис. 2 - составные части. Крановый механизм помещён в обойму и включает шар, имеющий сквозной осевой канал и боковой канал, расположенный перпендикулярно осевому и соединённый с ним. Обойма в сборе помещается в корпус крана - ПНП. Уплотнительные элементы кранового механизма показаны на Рис. 2 и включают верхние и нижние подпружиненные сёдла с уплотнителями, и боковые внутренние и внешние уплотнения обоймы.



Рис.1
Трёхходовой Шаровой Кран



Рис.2
Основные узлы трёхходового шарового крана

Принцип действия ТШК иллюстрируется Рис. 3. Кран может использоваться в двух положениях:

- положение 1 на Рис. 3а соответствует бурению, когда осевой канал ТШК располагается вдоль канала бурильной колонны и поток бурового раствора проходя через него обеспечивает промывку скважины.

- положение 2 на Рис. 3б в которое переводится кран при наращивании. При этом поток бурового раствора поступает в кран по боковому каналу через отверстие в стенке ПНП, верхний осевой канал перекрыт, это позволяет производить наращивание (или отсоединять верхнюю свечу от бурильной колонны), не прекращая промывку скважины.

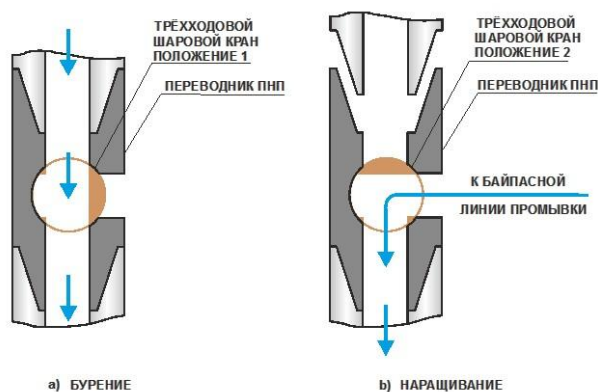


Рис.3
Принцип действия
Трёхходового Шарового Крана

Функциональная схема СНП показана на Рис. 4. Режим обычной промывки, т.е. когда ТШК во встроенном в бурильную колонну ПНП открыт для потока жидкости вдоль его оси (положение 1 на Рис. 3), схематично представлен на Рис. 4а; режим промывки при наращивании, когда ТШК находится в положении 2, показан на Рис. 4б. Манифольд непрерывной промывки состоит из байпасной линии и блока задвижек для переключения потока - задвижка 1 и задвижка 2. В системе имеется линия сброса давления, включающая задвижки сброса 3 и 4 и контейнер (или линию) сброса. Байпасная линия оборудована боковым портом промывки (БПП), герметично стыкующим байпасную линию с боковым отверстием ПНП.

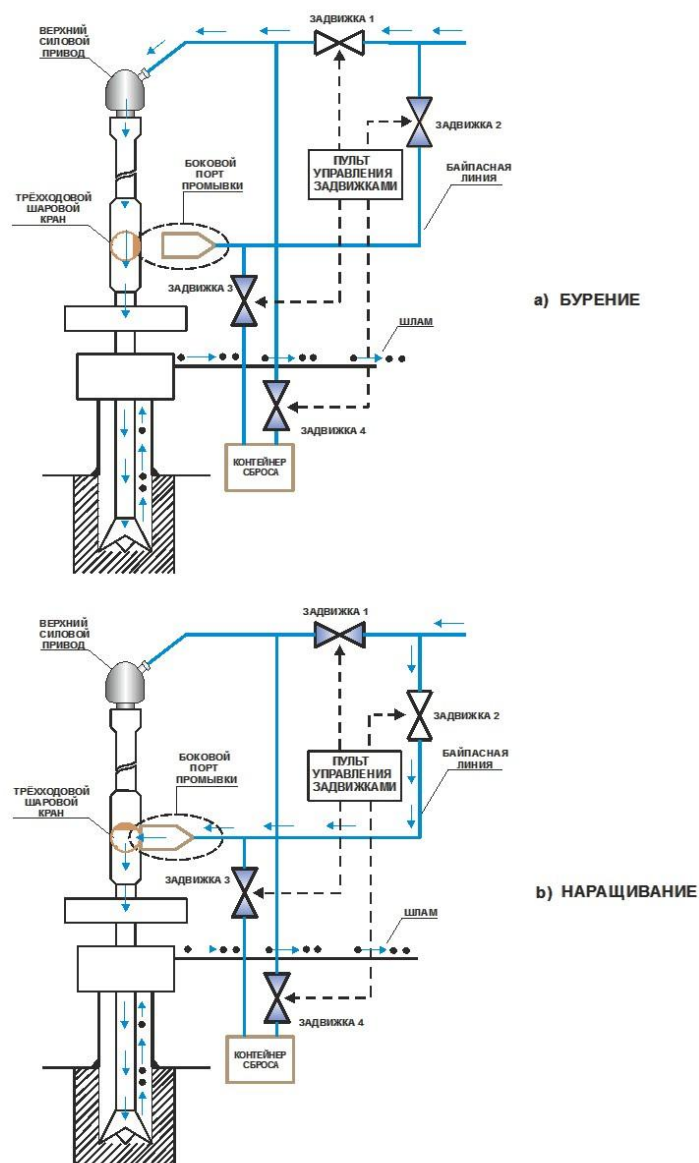


Рис.4
Функциональная блок-схема
Системы Непрерывной Промывки

При наращивании бурильной колонны выполняются следующие операции:

- удаляется пробка из бокового отверстия ПНП (на рисунке не показана);
- боковой порт ПНП герметично соединяется с байпасной линией промывки;
- открывается задвижка 2, обеспечивая подачу раствора в байпасную линию промывки;
- ТШК переводится в положение 2, открывая доступ бурового раствора из байпасной линии промывки в бурильную колонну и закрывая его подачу из основной линии манифольда;
- задвижкой 1 останавливается подача бурового раствора в основную линию манифольда и в верхний силовой привод (ВСП), далее задвижкой 4 стравливается давление в линии манифольда;
- ВСП отсоединяется от бурильной колонны, поднимается за очередной наращиваемой свечей с ПНП, ТШК в котором установлен в положение 1;
- наращиваемая свеча соединяется с бурильной колонной и ВСП;
- задвижкой 1 восстанавливается подача бурового раствора в линию манифольда и в верхнюю свечу;
- ТШК переводится в положение 1, перекрывая доступ бурового раствора из байпасной линии промывки и открывая его подачу в бурильную колонну из основной линии манифольда;
- закрывается задвижка 2 на байпасной линии, прекращая подачу в неё бурового раствора;
- задвижкой 3 стравливается давление в байпасной линии промывки;
- боковой порт (вместе с байпасной линией) отсоединяется от ПНП;
- пробка бокового отверстия ПНП заворачивается на место (в боковое отверстие ПНП);
- возобновляется углубление скважины.

Аналогичным образом, но в другой последовательности, выполняются операции при подъеме бурильного инструмента с непрерывной промывкой.

Рассмотренная схема достаточно полно иллюстрирует функционирование системы и взаимодействие составляющих её элементов. Конфигурация и состав СНП, показанные на Рис. 5, позволяют представить сложность и ресурсоемкость задачи по созданию СНП.

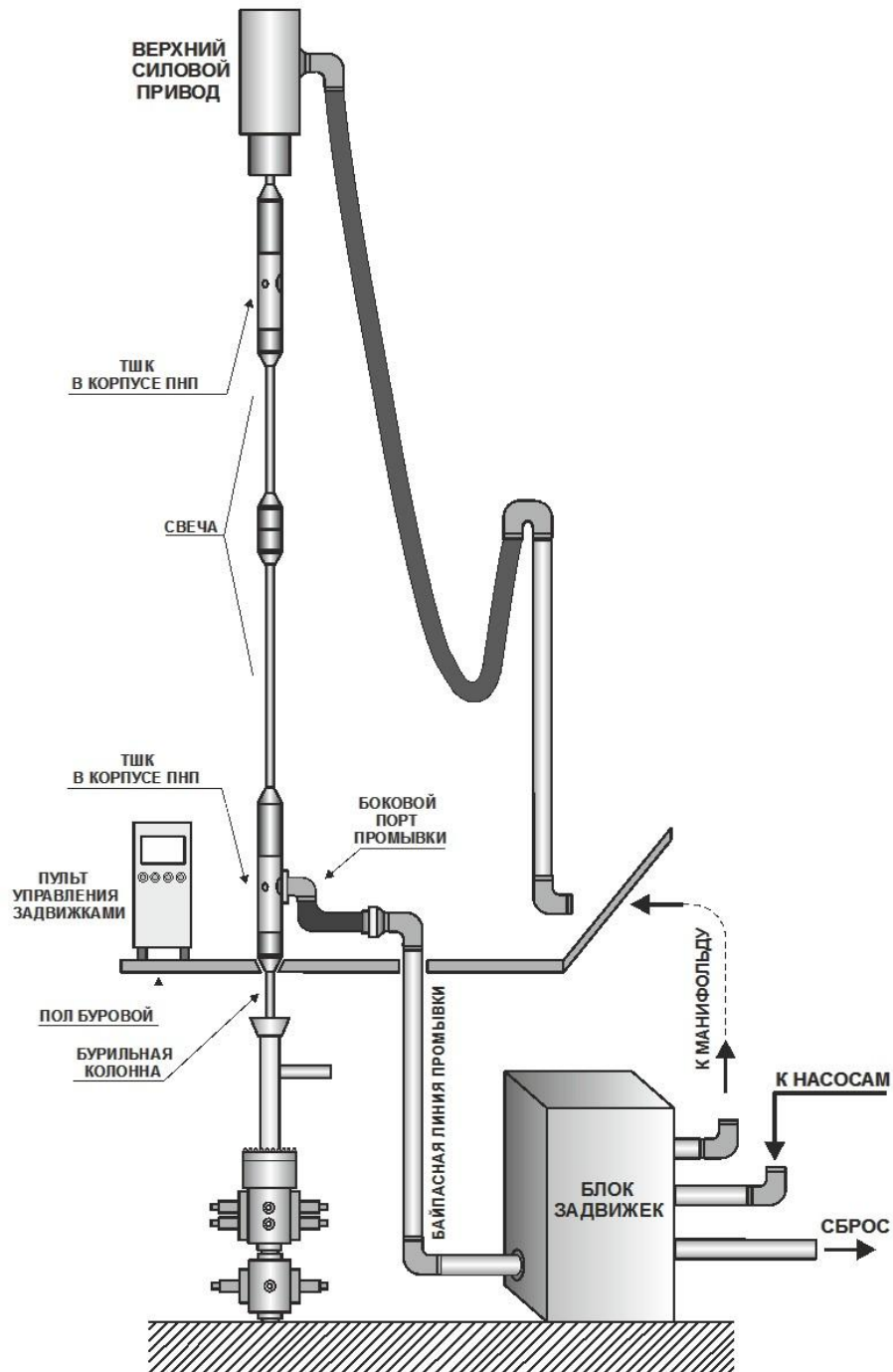


Рис. 5
Конфигурация и состав
Системы Непрерывной Промывки

Рассмотрим основные узлы СНП более подробно:

- ПНП с ТШК предварительно устанавливаются на верхней муфте каждой свечи, из числа заранее подготовленных к наращиванию, при бурении интервала с СНП;

- Боковой порт промывки (БПП), это узел для герметичной стыковки байпасной линии промывки с боковым отверстием ПНП. Конструкция БПП должна выдерживать высокие нагрузки, как статические, из-за давления бурового раствора, так и динамические, обусловленные вибрациями и возможными смещениями байпасной линии промывки относительно отверстия в стенке ПНП. Конструкция БПП в процессе эксплуатации должна обеспечивать многократную, лёгкую и быструю стыковку с боковым отверстием ПНП. Одно из возможных технических решений по теме БПП представлено в /2/.

- Байпасная линия промывки (БЛП) собирается из манифольдных труб высокого давления (ТВД), уголков, буровых рукавов высокого давления. БЛП предназначена для промывки скважины через боковое отверстие ПНП, располагается между блоком задвижек и БПП, её прочностные и эксплуатационные характеристики должны соответствовать общетехническим и отраслевым требованиям к гидравлическим линиям высокого давления на буровой. Состав, геометрия и прочие параметры БЛП регламентируются условиями конкретной буровой установки.

- Блок задвижек (БЗ) - место расположения всех управляющих задвижек СНП (представленных на Рис.4). Это запорные задвижки высокого давления 1 и 2, и дроссельные задвижки 3 и 4 для сброса давления и слива остатков промывочной жидкости из гидросистемы после запираания задвижек 1 и 2. БЗ смонтирован внутри стального каркаса, конструкция и прочность которого позволяют эксплуатировать и транспортировать БЗ в виде отдельного неразъёмного отапливаемого герметичного модуля.

Функциональная схема БЗ показана на Рис. 6. Все задвижки БЗ, помимо ручного управления, оборудованы исполнительными механизмами в виде электродвигателей, которыми управляют через блоки контроля с пульта управления задвижками. Туда же транслируются электрические сигналы с измерительных преобразователей давления, установленных на выходах задвижек 1 и 2. Эти же датчики продублированы манометрами для визуального контроля давления непосредственно в БЗ.

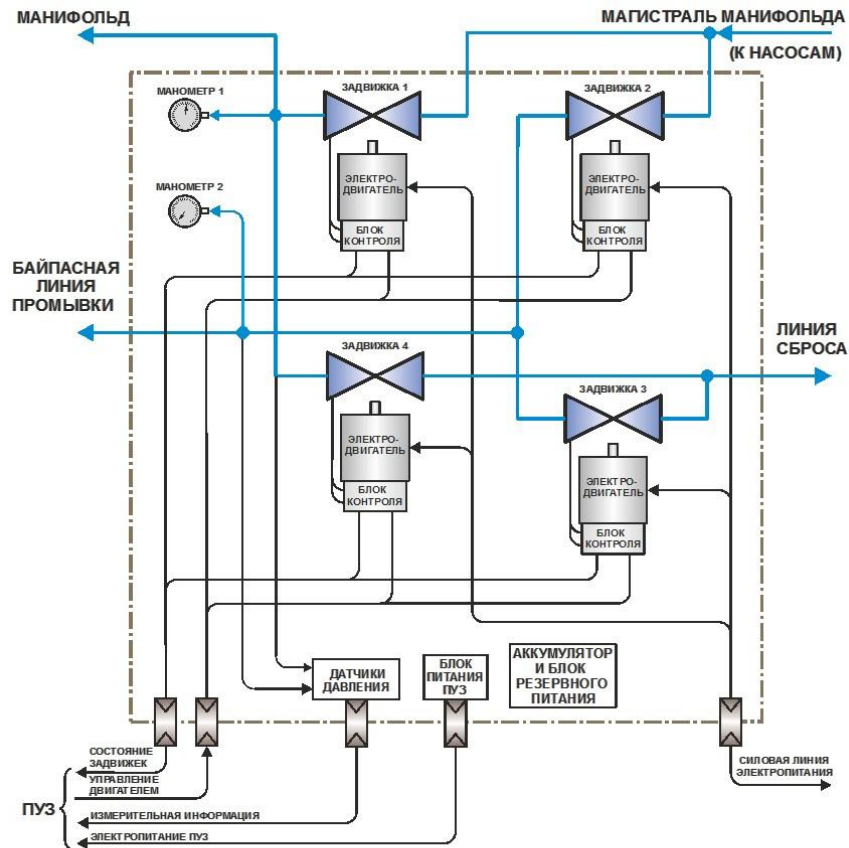


Рис.6
Функциональная схема Блока Задвижек

- Пульт управления задвижками (ПУЗ) - в нём формируются электрические сигналы для дистанционного управления электродвигателями задвижек БЗ и отражается информация с БЗ о состоянии задвижек и величине давления в линиях промывки скважины. ПУЗ располагается на буровой, недалеко от места бурильщика. Управляющие сигналы формируются кнопками на панели ПУЗ; на этой же панели располагается мнемосхема БЗ, на которой представлено состояние всех задвижек БЗ и давление в линиях промывки. Работа ПУЗ и БЗ компьютеризирована и контролируется микропроцессором в составе ПУЗ.

Выводы:

1. Система Непрерывной Промывки при бурении, наращивании, СПО и спуске хвостовиков имеет преимущества колтюбинга при сохранении преимуществ составной бурильной колонны при роторном бурении или при бурении с гидравлическими забойными двигателями:

- Снижается вероятность прихвата бурильной колонны;

- Исключаются затраты времени на промывку скважины до остановки насосов перед наращиванием и после включения насосов;
 - Снижается закупорка продуктивных горизонтов глинистым раствором и выбуренной породой;
 - Увеличивается скорость бурения за счет использования маловязких растворов минимального удельного веса при управляемом противодавлении на устье (MPD);
 - Повышается эффективность и снижается стоимость бурения на депрессии (UBD);
 - Увеличивается протяженность горизонтальных стволов, повышается точность навигации и качество ствола;
 - В скважинах с повышенной температурой исключается перегрев бурового раствора и ухудшение его свойств;
 - При бурении горизонтальных и пологих стволов исключается формирование шламовых подушек в «лежачей» части ствола. Это увеличивает скорость проходки, повышает точность навигации, улучшает качество ствола;
 - При бурении в «сланцевых» отложениях (Баженов и т.п.) минимизируются риски обвалов связанные с «узким окном бурения».
2. Функциональные характеристики и состояние конструкторской разработки трёхходового шарового крана, патентная и правовая урегулированность вопроса его использования на территории РФ, характеризует его как наиболее перспективную основу для создания СНП.
 3. Подробный анализ составных частей СНП свидетельствует об отсутствии каких либо научно-технических проблем, препятствующих их созданию. Более того, все рассмотренные узлы СНП, могут быть спроектированы и собраны из доступной номенклатуры отечественного нефтяного машиностроения.
 4. Создание системы непрерывной промывки на отечественной научно-технической и производственной базе имеет реальную перспективу и может быть проведено в сжатые сроки со 100% локализацией производства на территории России.

Список литературы

1. Пат. США US 8201804B2 от 19 июня 2012, Semen J Strazhgorodskiy, Apparatus For Uninterrupted Flushing A Well Bore.
2. Пат. заявка РФ № 2015120720 от 2 июня 2015, Ропяной А.Ю., Скобло В.З., Боковой порт непрерывной промывки.