

Из анализа полученных данных видно, что для поддержания устойчивости стенок скважины при сооружении геологоразведочных скважин и извлечения керна необходимо использовать растворы на основе гаммаксана с добавкой жидкого стекла. При использовании таких растворов риски вымывания цементирующей основы из породы минимальны. Однако необходимо в процессе бурения контролировать pH раствора. Тем самым будет контролироваться содержание жидкого стекла в растворе. В дальнейшем планируется провести гидродинамический расчет скважины с целью разработки породоразрушающего инструмента для сооружения геологоразведочных скважин с данными растворами.

#### Литература

1. Официальный портал Министерства экономики Республики Тыва [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mert.tuva.ru/directions/investment-policy/investment-projects/polymetallic-ore/>

### **АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ МОТОРИЗОВАННЫХ РУС ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

**Жиронкин В.С., Епихин А.В.**

Научный руководитель – старший преподаватель А.В. Епихин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Соотношение наклонно-пробуренных и вертикально расположенных скважин постоянно увеличивается в пользу первых. Доступ к труднодоступным запасам ведет к более сложной геометрии скважин, что предполагает использование роторных управляемых систем (РУС) для увеличения скорости проходки (ROP), улучшения качества ствола скважины и снижения крутящего момента, а также профилактики возникновения дифференциальных прихватов в полого-направленных протяженных участках ствола. Различные технологии РУС, доступные сегодня, произвели революцию в процессе бурения в горизонтальных и наклонно-направленных скважинах, способствуя увеличению промежуточных участков и более длинных боковых стволов, упрощая спуск обсадной колонны и обеспечивая надлежащую передачу осевой нагрузки на инструмент [6].

По нефтесервисной отрасли, на долю технологий РУС приходится около 3,5 млрд долларов из прогнозируемого рынка направленного бурения в 15 млрд долларов, что подтверждает смещение приоритетов в пользу РУС [6].

Главным конкурентом РУС на рынке наклонно-направленного бурения является бурение с помощью винтового забойного двигателя (ВЗД). Хотя это и не новая технология, высокоэффективные забойные двигатели также стали общепринятым и надежным инструментом в операциях наклонно-направленного бурения, во многих случаях предоставляя экономичную альтернативу более капиталоемким роторным управляемым системам.

Многие горизонтальные или наклонные скважины чрезвычайно трудно или невозможно пробурить без РУС. Ключевым преимуществом данной технологии является то, что она направляет траекторию скважины без скольжения по стенке скважины - условие, которое влияет на устойчивость и ориентацию буровой колонны при вращении в одном направлении [4]. Кроме того, при отсутствии вращения или перемещений буровая колонна может прилипнуть к стенке скважины, что может привести к серьезному прихвату. Также это провоцирует повышенные силы трения, которые не позволяют эффективно передавать вес на долото для достижения запланированной скорости проходки. Принцип работы РУС обеспечивают построено на непрерывном вращении буровой колонны, сводящем к минимуму риск прихвата. Однако высокие обороты при вращении РУС могут негативно сказаться на износе элементов буровой колонны, а также привести к потере устойчивости ствола скважины с интервалах слабосвязанных пород. Также в силу своих конструктивных особенностей роторные управляемые системы весьма уязвимы при прокладке волнообразных профилей из-за высоких скручивающих нагрузок, которые могут привести к повреждению резьбовых элементов колонны и ее обрыву [3].

Скольжение (в терминологии направленного бурения «слайдирование») - бурение с набором параметров кривизны с применением забойного двигателя и в отсутствие вращения буровой колонны) буровой колонны является основным недостатком бурения винтовым забойным двигателем. Оно приводит к увеличению количества бурового шлама, поскольку из-за отсутствия вращения жидкость остается в статическом состоянии, что затрудняет удаление выбуренной породы. Шлам скапливается вокруг компоновки низа буровой колонны, вызывая либо прихваты за счет сальникообразования, либо прилипание буровой колонны. Однако при непрерывном вращении, что реализовано в технологии бурения с РУС, создается турбулентный поток вокруг буровой колонны, который способствует лучшему выносу шлама и очистке ствола скважины.

Технология РУС была усовершенствована в последние годы за счет разработки моторизованных роторных управляемых систем, в которых силовая часть (ВЗД), размещенная в КНБК, обеспечивая дополнительные обороты и крутящий момент и сохраняя при этом преимущества РУС [1]. Этот тип РУС может быть очень перспективным для бурения в регионах с особо твердыми (например, траповыми) горными породами, которые нередко встречаются в разрезе Восточной Сибири.

В этой статье представлены достижения в области моторизованной технологии РУС и которые обеспечивают повышенную производительность бурения, тем самым обеспечивая более быструю проходку скважины и более глубокое бурение.

Технология моторизованного РУС использовалась для выполнения разных производственных задач, требующих применения качественного и моментомоемкого оборудования. Например, забуривание боковых стволов с высокой интенсивностью, срезки в открытом стволе с цементного моста и бурение протяженных горизонтальных

участков [2]. В большинстве случаев эта технология продемонстрировала лучшие скорости проходки и качественное управление траекторией, которые превосходят традиционные системы направленного бурения. Например, использование моторизованной КНБК с РУС для резки бокового ствола с клина-отклонителя при бурении многоствольных скважин позволяет сэкономить время эксплуатации буровой установки за счет исключения ряда спускоподъемных операций при бурении каждого бокового ствола. Кроме того, повышение скорости проходки (ROP) почти на 25,6% стало также одним из основных факторов, влияющих на использование моторизованных КНБК с РУС.

На сегодняшний момент в зарубежной практике моторизованные РУС находят все большее применение. Они используются в проектах, с особо твердыми породами, где возникает потребность в большей скорости механической проходки с минимальным количеством «рейсов» (спускоподъемных операций) [5]. На рынке сервисных компаний на сегодняшний момент моторизованные РУС предлагают такие компании как: Schlumberger, модель – PowerDrive vortex RSS (Рис. 1), Baker Hughes, модель – AutoTrak X-treme RSS; Halliburton, модель – Geo-Pilot RSS. Одним из перспективных направлений дальнейших исследований является разработка обоснования алгоритма выбора роторной управляемой системы для использования в заданных горно-геологических и технико-технологических условиях бурения. Кроме того, актуальным направлением является разработка методики проектирования моторизованных РУС, которая будет учитывать особенности блока искривления и параметры работы силовой секции.

Не смотря на все перспективы активного применения моторизованных РУС необходимо учитывать, что перспективы этого технико-технологического решения еще не до конца изучены и требуют более широкой апробации при различных условиях бурения. Одним из интересных направлений для развития моторизованных РУС является работа над обеспечением высоких интенсивностей искривления, в том числе при бурении в верхних интервалах разреза.

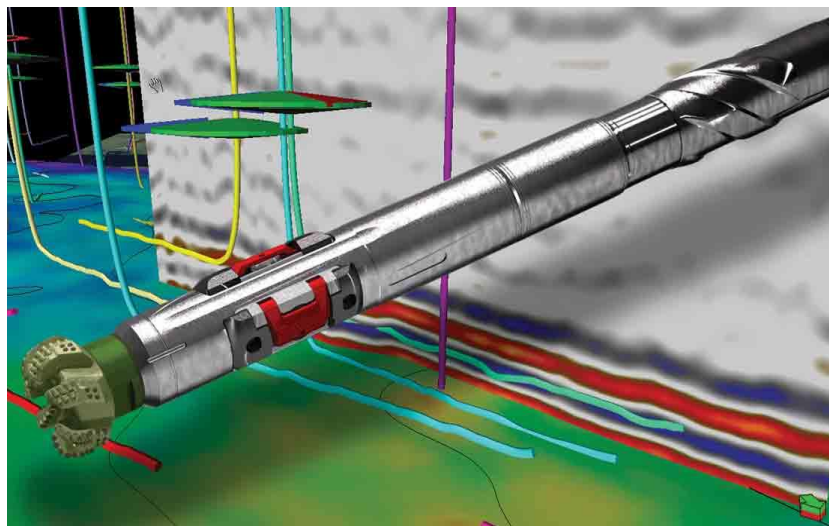


Рис. Моторизованная роторная управляемая система PowerDrive vortex Schlumberger

#### Литература

1. Dabyah AA et al. Усовершенствованная конструкция компоновки забоя и технология двигателей расширяют радиус действия и оптимизируют размещение скважин в сложных скважинах на Ближнем Востоке // Конференция и выставка технологий бурения на Ближнем Востоке SPE / IADC. - OnePetro, 2013.
2. Датта Б., Фавваз Х., Сурё С. Применение моторизованных роторно-управляемых систем бурения с использованием высокоугловых боковых стволов в сложных горизонтальных скважинах // Кувейтская нефтегазовая выставка и конференция SPE. - OnePetro, 2013.
3. Епихин А.В., Жиронкин В.С., Янчко Ю. Влияние нагрузок на надежность роторной управляемой системы наклонно-направленного бурения типа «Push-the-bit». 2020, Вестник КузГТУ, номер 3, с: 45-57, DOI: 10.26730/1999-4125-2020-3-45-57 Епихин А. В., Жиронкин В. С., Янчко Ю. Влияние нагрузок на надежность роторной управляемой системы наклонно-направленного бурения типа «PUSH-THE-BIT» //Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2020. – №. 3 (139).
4. Крюков О. В., Нгуен К. Ф., Лапухин Г. Г. Опыт применения роторных управляемых систем при бурении наклонно направленных скважин на месторождениях СП" Вьетсовпетро" //Нефтяное хозяйство. – 2017. – №. 1. – С. 28-31.
5. Сугиура Дж., Джонс С. Моделирование и измерение высокочастотных крутильных колебаний (НФТО) / высокочастотных осевых колебаний (НФАО) и смягчение их воздействия на скважинные НФТО: новые знания продолжают с использованием встроенных высокочастотных датчиков динамики бурения // Бурение и заканчивание SPE. - 2020. - Т. 35. - №. 04. - С. 553-575.
6. Эрик Малкор. Резервуар управляет выбором между РУС и забойным двигателем. 2012. Буровой подрядчик. (На Английском) URL: <https://www.drillingcontractor.org/reservoir-drives-choice-of-rss-vs-mud-motors-14018> (дата обращения 9.01.2021).