

Секция 5

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ БУРЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СКВАЖИН

ПРЕИМУЩЕСТВА РОТОРНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО БУРЕНИЯ POWER DRIVE VORTEX

В.Ю. Афиян

Научный руководитель ассистент Ю.А. Максимова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Аннотация. В работе рассмотрена конструкция и особенности эксплуатации различных типоразмеров Rotary Steerable System Power Drive vortex с применением в их конструкции винтового забойного двигателя. Доказано улучшение качества проводки ствола скважины и показателей бурения, в том числе механической скорости.

Abstract. The paper deals with the design and operating characteristics of different types of Rotary Steerable System Power Drive vortex with their design of the screw downhole motor. It is proven to improve the quality of borehole design and drilling parameters, including mechanical speed.

В последнее время все чаще слышно про бурение наклонно-направленных скважин. Отличие ННБ от традиционного в угле отклонения от вертикали. Рост объемов наклонно-направленного бурения скважин с углами отклонения ствола скважин от вертикали более 50° обусловили ограничения по применению традиционных методов исследований с помощью аппаратуры, спускаемой в скважину на кабеле, и вызвали необходимость разработки специальных технологий доставки скважинных приборов в интервал исследований.

Компания Schlumberger разработала новую роторную систему для продуктивного бурения PowerDrive vortex.

Таблица 1

Технические данные системы PowerDrive vortex

	PowerDrive vortex 475	PowerDrive vortex 675	PowerDrive vortex 962
Номинальный НД (API)	121 мм [4,75 дюйма]	178 мм [6,75 дюйма]	245 мм [9,625 дюйма]
Диаметр ствола	149 - 168 мм [5 ⁷ / ₈ дюйма - 6 ³ / ₈ дюйма]	213 - 251 мм [8 ³ / ₈ дюйма - 9 ⁷ / ₈ дюйма]	311 - 559 мм [12 ¹ / ₄ дюйма - 22 дюйма]
Макс. НД корпуса	137 мм [5,38 дюйма] гладкий корпус	191 мм [7,5 дюйма] гладкий корпус	345 мм [11 дюймов] гладкий корпус
Общая длина	9 м [30 фт]	13 м [43 фт]	15,43 м [50,6 фт]
Макс. интенсивность кривизны ствола скважины для прохода прибора	30° /30 м [30° /100фт] направленно 15° /30 м [15° /100фт] вращательно	20° /30 м [20° /100фт] направленно 10° /30 м [10° /100фт] вращательно	20° /30 м [20° /100фт] направленно 10° /30 м [10° /100фт] вращательно
Макс. рабочий момент (с высокомоментной силовой (GT) секцией)	4474 Н.м [3300 фт-фунт-сила]	1 1000 Н.м [8000 фт-фунт-сила]	30000 Н.м [22000 фт-фунт-сила]
Макс. нагрузка на долото	133000 Н [30000 фт-фунт-сила]	270000 Н [60000 фт-фунт-сила]	270000 Н [60000 фт-фунт-сила]
Масса в воздухе	1071 кг [2355 фунт-м]	2463 кг [5420 фунт-м]	4037 кг [8900 фунт-м]

Макс. содержание кальмотантов *	142,8 кг/м ³ [50 фунт-м/bbl] ореховая скорлупа	142,8 кг/м ³ [50 фунт-м/bbl] ореховая скорлупа	142,8 кг/м ³ [50 фунт-м/bbl] ореховая скорлупа
Диапазон расхода	378 - 1135 л/мин. [100 - 300 гал./мин.]	1135 - 2460 л/мин. [300 - 650 гал./мин.]	2270 - 4540 л/мин. [600 - 1200 гал./мин.]
Макс. интенсивность кривизны ствола скважины для прохода прибора	30° /30 м [30° /100фт] направленно 15° /30 м [15° /100фт] вращательно	20° /30 м [20° /100фт] направленно 10° /30 м [10° /100фт] вращательно	20° /30 м [20° /100фт] направленно 10° /30 м [10° /100фт] вращательно
Макс. рабочий момент (с высокомомент-ной силовой (GT) секцией)	4474 Н.м [3300 фт-фунт-сила]	1 1000 Н.м [8000 фт-фунт-сила]	30000 Н.м [22000 фт-фунт-сила]
Макс. нагрузка на долото '	133000 Н [30000 фт-фунт-сила]	270000 Н [60000 фт-фунт-сила]	270000 Н [60000 фт-фунт-сила]
Масса в воздухе	1071 кг [2355 фунт-м]	2463 кг [5420 фунт-м]	4037 кг [8900 фунт-м]
Макс. содержание кальмотантов *	142,8 кг/м ³ [50 фунт-м/bbl] ореховая скорлупа	142,8 кг/м ³ [50 фунт-м/bbl] ореховая скорлупа	142,8 кг/м ³ [50 фунт-м/bbl] ореховая скорлупа
Диапазон расхода	378 - 1135 л/мин. [100 - 300 гал./мин.]	1135 - 2460 л/мин. [300 - 650 гал./мин.]	2270 - 4540 л/мин. [600 - 1200 гал./мин.]
Виброударные нагрузки	Класс 3 (предел 50 г); 30-мин. предел	Класс 3 (предел 50 г); 30-мин. предел	Класс 3 (предел 50 г); 30-мин. предел
Заклинка/проворот	±100% ср. скорости вращения, 30-мин предел	±100% ср. скорости вращения, 30-мин предел	±100% ср. скорости вращения, 30-мин предел
Макс. скорость вращения на поверхности	170 об/мин при 378 л/мин [100 гал/мин]; 70 об/мин при 1135 л/мин [300 гал/мин];	120 об/мин при 1135 л/мин [300 гал/мин]; 40 об/мин при 2460 л/мин [650 гал/мин];	120 об/мин при 2270 л/мин [600 гал/мин]; 90 об/мин при 4540 л/мин [1200 гал/мин];
Макс. скорость вращения долота	250 об/мин	220 об/мин	220 об/мин
Макс. температура	150 °C [302 °F]	150 °C [302 °F]	150 °C [302 °F]
Макс. гидростатическое давление	138 МПа [20000 фунт/дюйм]	124 МПа [18000 фунт/дюйм]	124 МПа [18000 фунт/дюйм]
Мин. перепад давления при мин. расходе	5,2 МПа [800 фунт/дюйм]	5,2 МПа [800 фунт/дюйм]	8,3 МПа [1200 фунт/дюйм]
Рекомендуемый перепад давления на долоте	1,4 - 5,2 МПа [200 - 750 фунт/дюйм]	4,1 - 5,2 МПа [600 - 750 фунт/дюйм]	4,1 - 5,5 МПа [600 - 800 фунт/дюйм]
Содержание песка в растворе	1% от объема	1% от объема	1% от объема
Соединительные резьбы			
Верхняя муфта	3 1/2 дюйма reg API	4 1/2 дюйма reg API	6 3/8 дюйма или 7 1/8 reg API
Муфта долота	3 1/2 дюйма reg API	4 1/2 дюйма reg API	6 3/8 дюйма reg API
Датчики			
Точность по зенитному углу, град.	± 0,4 (0,05 разрешение)	± 0,4 (0,05 разрешение)	± 0,4 (0,05 разрешение)
Точность по азимуту, град.	± 0,8 (0,10 разрешение)	± 0,8 (0,10 разрешение)	± 0,8 (0,10 разрешение)
Порог чувствительности датчика удара, радиальный	50 g _n ± 5 g _n (500 g _n макс. пик.)	50 g _n ± 5 g _n (500 g _n макс. пик.)	50 g _n ± 5 g _n (500 g _n макс. пик.)

Данная система имеет множество плюсов, по сравнению с аналогичными системами, разработанных другими компаниями:

- Сокращение времени и стоимости бурения благодаря оптимальной производительности долота и, как следствие, оптимизация скорости проходки;
- Оптимизация скорости проходки при использовании PDC долот;
- Снижение риска повреждения КНБК за счет выбора режимов с меньшей вибрацией;
- Уменьшение износа обсадных труб и бурильной колонны на участках с высокой интенсивностью кривизны ствола скважины;
- Снижение риска прихвата и оптимизация скорости проходки благодаря качественной очистке ствола от шлама и генерации крутящего момента, и вращения всех внешних элементов системы vortex;
- Снижение риска подклинка/проворота в сложных условиях бурения.

Система обеспечивает отличные характеристики бурения, благодаря простой и надежной конструкции секции отклонения.

Увеличение скорости проходки на основе полученных данных:

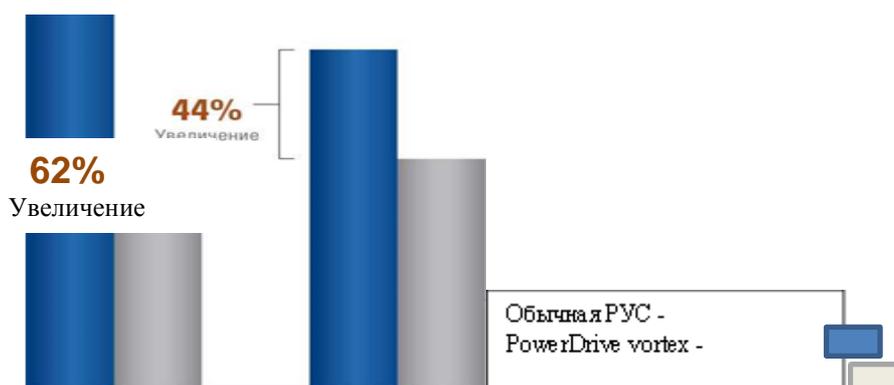


Рис. 1. Сравнение скорости проходки, полученных практическим путем

Особенности PowerDrive vortex:

Интегрированная силовая секция преобразует гидравлическую энергию бурового раствора в дополнительную механическую энергию долота. Высокая скорость вращения долота. Высокоэффективный блок подшипников и трансмиссия. Вращение всех внешних элементов со скоростью вращения бурильной колонны. Применима в широком диапазоне скоростей вращения бурильной колонны. Различные варианты стабилизации. Возможность автоматического удержания зенитного угла при бурении транспортного участка скважины.

Применение системы:

- Продуктивное бурение от устья до проектной глубины;
- Высокая скорость проходки при бурении твердых пород;
- Увеличение рабочего диапазона буровых станков с низким крутящим моментом.

Пример использования PowerDrive vortex в Северном море:

- 314 мм интервал, у побережья Норвегии месторождение Асгард;
- 2150 метров за 1 долбление в течение 4 дней;
- 50 % сокращение цикла строительства скважины.

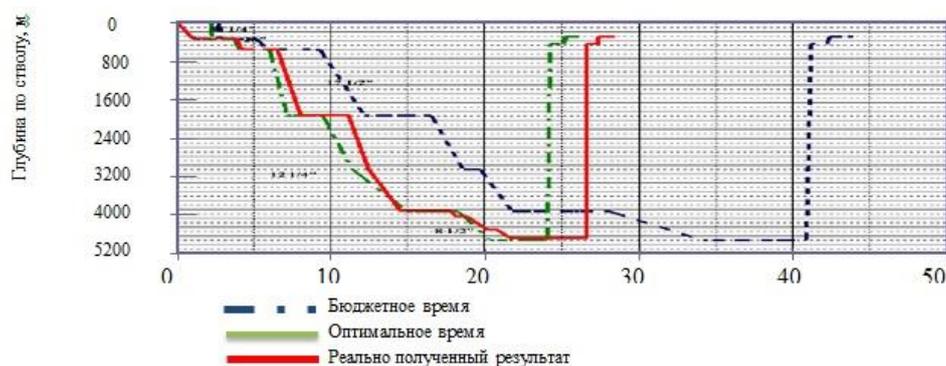


Рис. 2. Данные проходки ствола скважины при помощи PowerDrive vortex
Увеличение скорости проходки

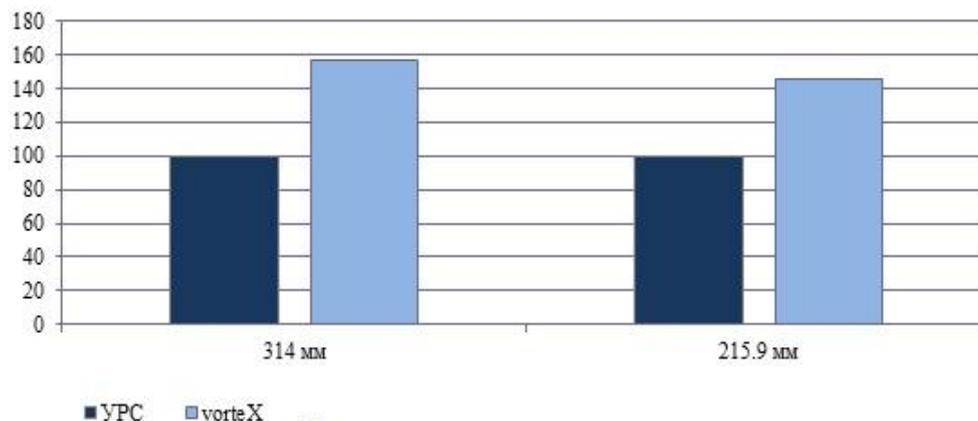


Рис. 3. Сравнение скоростей проходки при различных диаметрах долота

На основании представленных данных можно выделить основные преимущества системы PowerDrive vortex: уникальная концепция – непревзойдённый КПД передачи момента; доказанная на практике эффективность; возможность проработки ствола; меньший износ обсадной колонны.

Литература

1. Фелцак Э., Торре А., Годвин Н., Мантл К., Нагнатан С., Хокинс Р., Ли Ке, Джонс С., Слейден Ф. Гибридная роторная управляемая система бурения – сочетание лучшего // Нефтегазовое обозрение. – 2012. – Т.23, №4. – С.60-52.
2. Шевченко И.А. Бурение скважин с большим отходом от вертикали с использованием роторных управляемых систем при контроле геофизических параметров в режиме реального времени // Естественные и технические науки. – 2014. – №1/2. – С.36-39.
3. Заикин И.П., Панков М.В., Исмаилов Н.А., Пушкарев С.В. Применение роторной управляемой системы PowerDrive и системы каротажа PeriScore при бурении горизонтальной скважины // Нефтяное хозяйство. – 2009. – №11. – С.2-4.
4. Калинин В. Роторные возможности управляемого бурения // Сибирская нефть. – 2012. – №9. – С. 36-41.
5. Matheus J., Ignova M., Hornblower P. A hybrid approach to closed-loop directional drilling control using rotary steerable systems // SPE Latin America and Caribbean Petroleum Engineering Conference, 21-23 May, Maracaibo, Venezuela. – P. 84-89.