



Преимущества применения профилированных винтовых забойных двигателей производства ООО «Гидробур-сервис» при бурении нефтяных и газовых скважин

ADVANTAGES OF APPLICATION OF SHAPED DOWNHOLE DRILLING MOTORS OF GIDROBUR-SERVICE LLC FOR DRILLING OF OIL AND GAS WELLS

O. FUFACHEV, E. KRUTIC, D. OSIPOV, Gidrobur-Service LLC

Motors with shaped motor sections, where internal elastic screwed teeth of the stator have higher bending stiffness due to metal frames inside each tooth are best matched to downhole drilling motor requirements.

Key words: Gidrobur-Service LLC, shaped downhole drilling motors, stator shaping

Современный уровень технологии бурения глубоких скважин и его постоянное развитие, создание новых инструментов для более интенсивного разрушения пород, необходимость удовлетворения требований экологии и безопасности предъявляют все более высокие требования к повышению эксплуатационных характеристик и надежности бурового инструмента и, в частности, буровых забойных двигателей.

Многозаходный винтовой двигатель для бурения скважин был изобретен в Перми в 1966 г., процесс его модернизации и улучшения не прекращается и сегодня. Так, долота PDC режущего типа, в последнее время уверенно зарекомендовавшие себя во всех нефтегазодобывающих регионах России, требуют применения высокомоментных двигателей для эффективного бурения скважин. А увеличение объемов наклонно-направленного и рост количества многоствольных скважин, в т. ч. и с горизонтальным окончанием ствола, повышают требования к управляемости КНБК.

Одним из наиболее соответствующих новым требованиям типов ВЗД являются двигатели с профилированными двигательными секциями, в которых внутренние винтовые эластичные зубья статора имеют повышенную жесткость на изгиб за счет использования металлического каркаса внутри каждого зуба. На мировом рынке такие двигатели появились еще в 1980-х гг., но большого распростра-

нения они не получили из-за сложности выполнения внутреннего металлического зуба и значительной стоимости профилированных статоров. В настоящее время на Западе известны две фирмы в Германии, выпускающие профилированные рабочие органы, но объемы их невелики из-за высокой стоимости.

В России некоторые компании (фирма «Радиус-сервис», ООО «Нефтемашремонт», ООО «ВНИИБТ-Буровой инструмент» и др.) также начали работы над подобными двигателями, но по ряду причин (технологические трудности изготовления, разрушение тонкого слоя резины из-за попадания в двигатель крупных твердых частиц при плохой очистке раствора) постепенно прекратили эти работы, отдав предпочтение использованию более длинных рабочих органов без профилирования.

ЗАО «Гидробур-сервис» (с 2014 г. – ООО) приступил к изготовлению рабочих пар в 2004 г. Имея у себя специализированный шлицефрезерный станок с межцентровым расстоянием 3000 мм, для создания конкурентоспособных машин начал работать над созданием профилированных рабочих органов. Совместно со специализированными предприятиями отработаны технологии производства профилированных статоров. Сегодня металлические гильзы с внутренним зубом изготавливаются методами радиальнойковки и литья. Установленные в полый корпус гильзы изнутри покрываются



О.И. ФУФАЧЕВ,
к.т.н., главный конструктор

Э.Н. КРУТИК,
к.т.н., заместитель
генерального директора

Д.А. ОСИПОВ,
к.т.н., генеральный директор
ООО «Гидробур-сервис»

Двигатели с профилированными двигательными секциями, в которых внутренние винтовые эластичные зубья статора имеют повышенную жесткость на изгиб за счет использования металлического каркаса внутри каждого зуба, наиболее соответствуют современным требованиям, предъявляемым к ВЗД.

эластичной обкладкой равной толщины (рис.1).

Двигатели с профилированными статорами обладают более высоким КПД за счет того, что профилирование придает жесткость винтовым зубьям статора, и при прокачке бурового раствора они значительно меньше деформируются. Профилирование статора увеличивает контактное давление в зоне контакта статора с ротором более чем в два раза, благодаря чему обеспечивается значительное сокращение утечек жидкости между рабочими камерами зацепления [2].

В ходе стендовых испытаний установлено, что применение профилированных статоров увеличивает крутящий момент двигателя в 1,5 – 2 раза при неизменной длине зацепления. На рис. 2 приведено сравнение силовых и энергетических характеристик профилированного двигателя ДШОТР-106.7/8П.30 с его непрофилированным аналогом, характеристики получены стендовыми испытаниями на воде при расходе 12 л/сек. Данное сравнение показывает, что при дифференциальном давлении $\Delta P = 3,5$ МПа, которым сегодня обеспечивают двигатели буровые насосы при бурении, крутящий момент профилированного ВЗД составляет 2,0 кН*м, крутящий момент непрофилированного ВЗД – 1,3 кН*м. Таким образом, при нормальном режиме бурения профилированный двигатель ДШОТР-106.7/8П.30 обеспечивает долото в 1,5 раза большим моментом. По мере увеличения дифференциального давления, которым может обеспечить двигатель буровой насос, преимущество профилированного двигателя в выдаваемом крутящем моменте растет. Это может проявляться при бурении наклонно-направленных скважин, когда большая часть осевой нагрузки тратится на преодоление сил трения колонны о стенки скважины и при продвижении инструмента возможны его срывы, сопровождающиеся резким повышением момента на долоте, а также при бурении с вращением колонны. Благодаря увеличенной моментоемкости профилированный ВЗД делает процесс бурения стабильным в тех ситуациях, когда может быть вызван останов обычного ВЗД.

Профилирование статора приводит к повышению жесткости двигательной секции



Рис. 1. Поперечное сечение статора двигателя ДШОТР-106.7/8П.30

на изгиб, что, в свою очередь, приводит к увеличению напряжений в корпусных резьбовых соединениях при наклонно-направленном бурении. Для снижения напряжений резьбовых соединений в конструкции ВЗД ООО «Гидробур-сервис» применены специальные разгрузочные канавки в корпусе статора и на ловильном переводнике (рис. 3). За три года применения разгрузочных канавок не выявлено ни одного случая сломов корпусов ВЗД. Еще одной очень важной особенностью профилированных статоров является улучшенное охлаждение резиновой обкладки буровым раствором вследствие ее малой толщины.

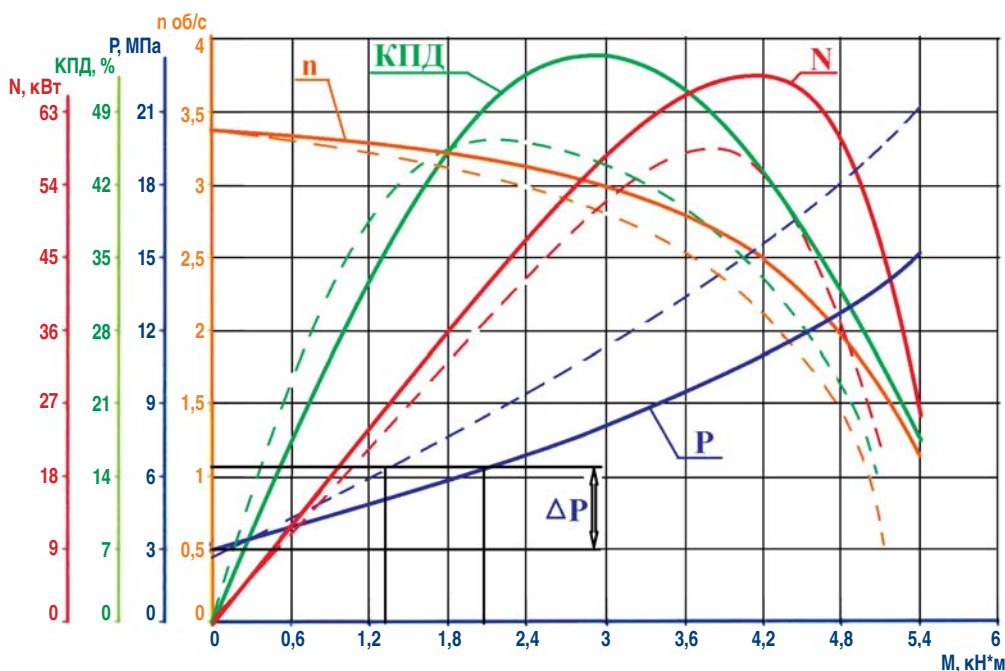


Рис. 2. Сравнение характеристик профилированного (сплошные линии) и обычного (прерывистые линии) ВЗД



Табл. 1

	Наименование двигателя				
	ДШОТР-95.7/8П.30	ДШОТР-106.6/7П.30	ДШОТР-106.7/8П.30	ДШОТР-120.7/8П.30	ДШОТР-178.7/8П.47
Наруж. диаметр, мм	95	106	106	120	178
Длина ВЗД, мм	5440	5350	5350	5495	8150
Длина зацепления двиг. секции, мм	3000	3000	3000	3000	4700
Расход макс. Qmax, л/сек.	10	12	12	20	38
Частота вращения холостого хода при Qmax, об/мин.	200	300	200	260	200
Момент при диф. перепаде 50 атм., кгс*м	250	180	340	315	1100
Момент при макс. мощности, кгс*м	350	320	460	530	1600
КПД макс., %	55-60				

Таким образом, вот основные плюсы применения профилированного ВЗД перед обычным при бурении скважин:

- более высокий крутящий момент профилированного ВЗД при равных длинновых размерах позволяет эффективнее бурить современными долотами PDC;
- более высокая жесткость профилированного ВЗД на изгиб и значительно уменьшенная длина двигательной секции (а значит, и сокращение расстояния между долотом и телесистемой) позволяют более точно управлять траекторией ствола скважины;
- уменьшенная и равномерная толщина резиновой обкладки статора наделяет профилированные ВЗД преимуществом их применения в горячих скважинах.

Серийно выпускаемые ООО «Гидробур-сервис» профилированные двигатели и их характеристики представлены в табл. 1.

Профилированные ВЗД производства ООО «Гидробур-сервис» успешно применяются в регионах Урало-Поволжья и Западной Сибири. Преимущества их применения доказаны сравнением результатов бурения с обычными ВЗД. Так, при строительстве скважины № 4131/65 Вынгайхинского месторождения (Западная Сибирь) в мае 2014 г. в интервале бурения 2382 – 3130 м был использован профилированный двигатель ДШОТР-106.7/8П.30 (наружный диаметр 106 мм). Сравнение результатов работы с обычным ВЗД при сопоставимых условиях (табл. 2) показало, что средняя механическая скорость бурения профилированного ВЗД выше на 57%, а при вращении колонны бурильных труб – в два раза.

При бурении горизонтальной скважины № 166 Царичанского месторождения (Оренбургская область) в мае 2014 г. в интервале бурения 1591 – 1962 м был использован профилированный двигатель



Заместителю
генерального директора
КРУТИКУ Э.Н.

Уважаемый Эрнст Николаевич!

От имени коллективов ООО «Гидробур-сервис» и ООО «НьюТек Сервисез» в знаменательную юбилейную дату Вашего 75-летия примите наши самые сердечные поздравления и наилучшие пожелания!

Вы настоящий профессионал своего дела! Ваш вклад в развитие техники – нефтегазового оборудования России поистине огромен. Мы очень ценим Ваше доброе расположение к коллегам по работе, внимание и отзывчивость.

Желаем Вам, дорогой Эрнст Николаевич, отменного здоровья, радости и счастья, бодрости духа, неиссякаемого оптимизма, единомышленников в работе, верных и надежных друзей, любви родных и близких!!!

Общество с ограниченной ответственностью
Гидробур-Service



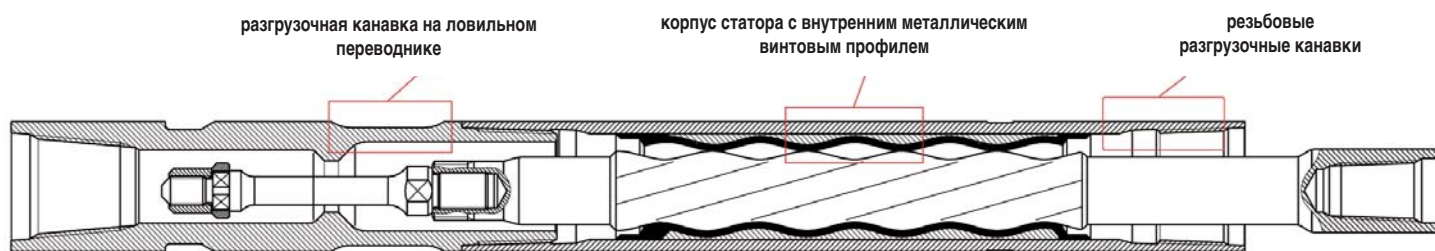


Рис. 3. Конструкция профилированной двигательной секции ООО «Гидробур-сервис»

ДШОТР-120.7/8П.30 с длиной зацепления двигательной секции 3000 мм в паре с долотом PDC-142,9мм-613. В результате бурения получена средняя механическая скорость бурения 5,6 м/ч. Интересно отметить, что после смены двигателя по причине выработки его межремонтного периода на обычный двигатель с одинаковой частотой вращения на холостом ходу (195 об/мин. при расходе 15 л/сек.), но длиной зацепления двигательной секции 4000 мм без смены долота механическая скорость на горизонтальном участке резко упала до 4 м/ч.

Табл. 2

	ДШОТР-106.7/8П.30 профилер., длина обкладки 3000 мм	Двигатель-конкурент, непрофилер., длина обкладки 4000 мм
Характеристики при Q=12 л/сек., ΔP=50 атм.	n=200 об/мин. M=350 кгс*м	n=200 об/мин. M=200 кгс*м
Скважина / куст, дата работ	№ 4131/65 Вынгайхинское м-е, май 2014	№ 821/40 Вынгайхинское м-е, май 2014
Долото	PDC 123,8 мм, 513	PDC 123,8 мм, 613
Интервал, м	2382-3130	2474-3100
Расход, л/сек.	12	11
Обороты ротора, об/мин.	20-25	30-35
Осевая нагрузка, т	5	5-6
ΔP при бурении, атм.	20	15-20
Мех. скорость проходки при режимах, м/ч		
- с вращением ротором	16,5 (57% времени бур.)	7,8 (83% времени бур.)
- слайд	5,7 (43% времени бур.)	6,1 (17% времени бур.)
- средняя	11,8	7,5

Среднее значение механической скорости проходки профилированного двигателя ДШОТР-120. 7/8П.30 с долотом PDC-142.9мм-513 при бурении горизонтального участка скважины № 5263 Ватинского месторождения (Западная Сибирь) достигло 20 м/ч, при этом скорость проходки искусственно ограничивалась по причине запаздывания сигнала резистивиметра.

Очень хорошая управляемость профилированного двигателя одновременно с высокой механической скоростью бурения была отмечена при бурении интервала 3310 – 4100 м горизонтальной скважины № 5083 Вынгапуровского месторождения в июле 2014 г. С долотом PDC-155.6мм-613 механическая скорость составила 15 м/ч и мало изменялась при смене участков слайдирования и вращения колонны ротором.

С начала 2011 до сентября 2014 гг. суммарная проходка профилированными двигателями ООО «Гидробур-сервис» диаметрами 106 мм и 120 мм с долотами

PDC в регионах Урало-Поволжья и Западной Сибири составила 87 870 метров, а общая наработка – 30 935 часов. Зарегистрировано 492 случая бурения скважин профилированными двигателями ООО «Гидробур-сервис», из которых зафиксировано 7 преждевременных отказов, связанных с обнаружением резины статора в промывочных отверстиях долот. Преждевременные отказы профилированных двигателей, как правило, связаны с вырывами по массиву резины по причине попадания посторонних предметов в двигатель. В связи с этим следует отметить, что при применении

профилированных двигателей к очистке бурового раствора должны предъявляться самые высокие требования.

Надежность профилированных двигателей ООО «Гидробур-сервис» подтверждается временем их работы до ремонта (200 – 220 часов).

Сейчас на стадии промышленных испытаний находятся профилированные двигатели ДШОТР-95.7/8П.30 с наружным диаметром 95 мм, двигатели ДШОТР-178.7/8П.47 с наружным диаметром 178 мм – на стадии изготовления опытных образцов.

Литература

1. Крутик Э.Н., Ключкин А.Н., Костров Е.В. Статор винтового двигателя // Патент России №2441126. Оpubл. 27.01.12.
2. Фуфачев О.И. Применение ВЗД диаметром 106 мм с профилированными двигательными секциями производства ЗАО «Гидробур-сервис» в скважинах ОАО «Оренбургнефть» ТНК-ВР // Инженерная практика. 2012. №7. С. 36 – 40.

ООО «Гидробур-сервис»

614025, г. Пермь, ул. Героев Хасана, д. 105
Тел.: 8 (342) 259-39-17 Факс: 8 (342) 259-39-16
E-mail: mail@gbs.nt-serv.com www.gidrobur-s.ru

Ключевые слова: ООО «Гидробур-сервис», профилированные винтовые забойные двигатели, профилирование статора

В РУКАХ ПРОФЕССИОНАЛОВ



НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОЕ БУРЕНИЕ



НьюТек
Сервисез

+7 (495) 363-68-74
+7 (495) 363-68-75
www.nt-serv.com

КОМПЛЕКС УСЛУГ

- 1** – Долото
- 2** – Винтовой забойный двигатель
- 3** – Резистивиметр
- 4** – Телесистема MWD