

# Внедрение энергоэффективных технологий при добыче нефти и оборудования для повышения эффективности эксплуатации скважин в дивизионе «Система-Сервис»

С целью оптимизации технологических процессов, сохранения конкурентоспособности и экономии средств Заказчика, дивизион «Система-Сервис» ведет постоянную работу по разработке и внедрению энергоэффективных технологий при добыче нефти и оборудования для повышения эффективности эксплуатации скважин. Согласно ГОСТ Р 56624-2020 на скважинные установки устанавливаются четыре индикатора энергетической эффективности (ИЭЭФ). Оборудование с более высоким ИЭЭФ имеет конкурентные преимущества (снижение затрат на электроэнергию) и позволяет Заказчику снизить стоимость владения установкой.

В дивизионе освоено производство погружных вентильных электродвигателей в габаритах 81 и 117 мм для комплектации УЭЦН с самым высоким ИЭЭФ — е3. Погружные вентильные электродвигатели обладают такой же мощностью, как асинхронные двигатели, но с меньшими массогабаритными показателями и более высокими значениями КПД — 90 % в 81 габарите и 93 % в 117 габарите. Применение ВЭД дает возможность снизить энергопотребление до 30 %. На данное изделие имеется патент на полезную модель. Для обеспечения стабильной работы,

управления и защиты погружными асинхронными и вентильными электродвигателями разработаны универсальные станции управления с выходным током 250, 400 и 630 А с собственной разработкой программного обеспечения. При работе с погружным вентильным электродвигателем станция управления следит за положением ротора, подавая напряжение определенной полярности на соответствующую пару обмоток таким образом, чтобы возбуждаемое в статоре магнитное поле увлекало за собой ротор, заставляя его вращаться. Частота вращения ротора регулируется величиной коммутируемого к обмоткам ротора постоянного напряжения. При этом частота коммутаций подстраивается под изменение частоты вращения ротора.

Вентильными электродвигателями габарита 81 мм комплектуют УЭЦН 2А и 3 габарита.

Данные установки применяют на скважинах:

- с техническими ограничениями (пластыри, смещение колонны НКТ), в горизонтальных скважинах с углом отклонения от вертикали 90°;
- с интенсивностью набора кривизны 4° на 10 м при спуске и 15° на 10 м в зоне подвески;
- в боковых стволах для эффективной добычи нефти и в составе байпасных систем Y-tool и компоновок ОРЭ;
- с малым диаметром эксплуатационной колонны 88 мм.

Для эксплуатации осложненного фонда скважин предлагаются электровинтовые насосы с погружным низкооборотным

электродвигателем Система-Сервис (ЭДСС) собственного производства (рис. 1).

Электродвигатель ЭДСС относится к индукторным электродвигателям с переменным магнитным сопротивлением. В данном электродвигателе отсутствуют в пакете ротора медные стержни (как в асинхронном ЭД) и постоянные магниты (как в вентильном ЭД). Частота вращения ЭДСС позволяет применять стандартный штанговый винтовой насос (ШВН). Для стыковки ШВН с погружным приводом используется адаптер. Электродвигатели ЭДСС производства ГК «Система-Сервис» эксплуатируются в ПАО «Татнефть», ННК и НК Республики Казахстан. Средняя наработка 973 дня. Максимальная наработка 2 377 суток. МРП увеличилось на 9 % (в сравнении с 2022 годом). На данное изделие имеется патент на полезную модель.

При замене УШГН (УШВН) на УЭВН с ЭДСС снижение энергопотребления составило 20 %.

Если сравнить существующие установки для добычи нефти, то, приняв во внимание такие преимущества, как отсутствие отказов, связанных с применением штанг, возможность точного регулирования отбора жидкости в широком диапазоне, добыча нефти с осложняющими эксплуатацию факторами и многие другие преимущества, можно с уверенностью сказать, что УЭВН с ЭДСС является наиболее эффективной установкой (табл. 1).

В таблице 2 представлены преимущества ЭДСС по сравнению с вентильным электродвигателем: точность регулирования, простая конструкция ротора, низкое колебание



Рис. 1. ЭДСС для осложненного фонда скважин

Табл. 1. Преимущества УЭВН с ЭДСС

Особенности эксплуатации	УШГН	УЭЦН	УШВН	УЭВН с ЭДСС
Добыча высоковязкой нефти	–	–	+	+
Добыча жидкости с высоким содержанием газа без дополнительного оборудования	–	–	+	+
Добыча жидкости с высоким содержанием механических примесей	–	–	+	+
Отсутствие в конструкции штанг и связанных с ними потерь	–	+	–	+
Добыча жидкости в горизонтальных скважинах	–	+	–	+
Возможность углубления подвески	–	+	–	+
Широкий диапазон регулирования отбора жидкости	–	–	+	+
Подача жидкости независимо от перепадов давления	+	–	+	+
Экологичность	–	+	–	+

Табл. 2. Преимущества ЭДСС по сравнению с вентильным электродвигателем

Параметр	ЭДСС	Вентильный электродвигатель	Вывод
Точность регулирования	0,6 об/мин	+/- 50 об/мин	Более высокая точность регулирования позволяет поддерживать заданный динамический уровень без срыва подачи с возможностью обеспечения более высокой депрессии на пласт
Станция управления	Стандартная СУ для асинхронных ПЭД	Специальная СУ	При использовании стандартной СУ нет необходимости расширять номенклатуру СУ в обменном фонде
Конструкция	Простая, без применения постоянных магнитов	Конструкция пакета ротора с применением постоянных магнитов	Простая конструкция ЭДСС обеспечивает более высокую ремонтопригодность двигателя
Колебания динамического уровня в зависимости от точности регулирования (при эксплуатации винтового насоса с производительностью 7 м <sup>3</sup> /сут, Dэ/к = 146 мм, Dнкт = 73 мм)	4,5 м	+/- 380 м	Колебания динамического уровня, которые возникают при эксплуатации УЭВН с вертикальным двигателем (в т. ч. при ПИД-регулировании) могут привести к срыву подачи при максимально высокой депрессии на пласт

динамического уровня и исключение срыва подачи при максимально высокой депрессии на пласт.

Внедрение электродвигателей ЭДСС производства ГК «Система-Сервис» началось в 2015 году в Татнефти, в малых нефтяных компаниях и в нефтяных компаниях Республики Казахстан.

Результаты внедрения УЭВН с ЭДСС:

- увеличение дебита (по ряду скважин дебит вырос до 13 м<sup>3</sup>/сут);
- увеличение наработки на отказ (средняя ННО увеличилась с 318 до 973 суток, по 7 скважинам средняя ННО увеличилась с 117 до 1 278 суток);
- снижение удельного энергопотребления (20 %, по ряду скважин в 2–3 раза);
- эффективная эксплуатация скважин

с углом наклона ствола от вертикали 90–93°;

- с содержанием механических примесей до 15 г/литр.

С целью эксплуатации скважин с повышенным содержанием механических примесей предлагаются электроцентробежные насосы (далее ЭЦН) «пакетной» сборки в габарите 5 и 5А, которые позволяют эксплуатировать скважины с содержанием механических примесей до 1 000 мг/л или увеличить наработку на отказ на фонде скважин УЭЦН в 2 раза.

С целью поддержания пластового давления и достижения максимальных показателей отбора нефти из пласта «Система-Сервис» предлагает горизонтальные насосные установки (ГНУ) производительностью

до 3 000 м<sup>3</sup>/сут (рис. 2). Данные установки комплектуются регулируемым приводом от 40 до 70 Гц. Основным достоинством применения ГНУ с частотным регулированием является получение широкого диапазона необходимых напорно-расходных характеристик в наивысшей точке КПД путем изменения частоты вращения, что способствует снижению потребления электроэнергии по сравнению с работой агрегата с отклонением от номинала в правой или левой рабочих зонах. Уменьшается износ шайб насосной секции из-за трения, за счет работы колес в промежуточном положении между аппаратами, что способствует эксплуатации насоса в оптимальном режиме и увеличению наработки оборудования. Установки могут поставляться в составе блочной кустовой насосной станции (БКНС) под ключ.

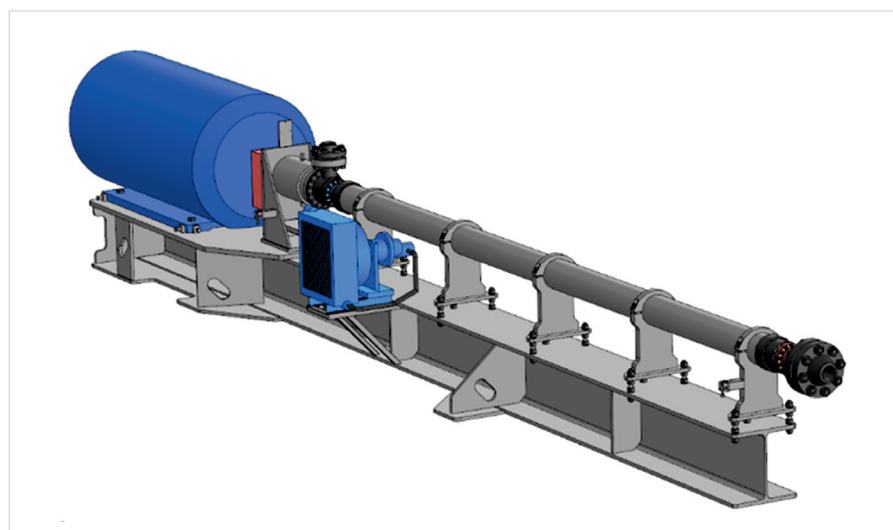


Рис. 2. Горизонтальная насосная установка

#### Заключение

Дивизион «Система-Сервис» продолжает вести в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ политику по улучшению качественных свойств изготавливаемого оборудования — повышение КПД и эксплуатационной надежности, целью которых является снижение электропотребления на 20–30 % по сравнению с серийно выпускаемыми аналогами отечественного и зарубежного производства и повышение наработки при эксплуатации.



Россия, РТ, г. Альметьевск  
ул. Базовая, 2  
+7 (8553) 38-94-00, 31-84-94  
info@sistemaservis.ru  
system.tagras.ru