

Энергоэффективные технологии нефтедобычи

Результаты внедрения

Андрей Белоусов

В статье приводятся результаты внедрения в промышленную практику энергоэффективных установок электро-винтовых насосов (УЭВН), а также установок электроцентробежных насосов (УЭЦН). Приводятся количественные и качественные показатели преимуществ указанных установок по сравнению с серийными аналогами.

Ключевые слова: УЭВН, УЭЦН, энергоэффективность, энергопотребление, дебит, наработка на отказ, металлоемкость, режим периодической эксплуатации скважин (ПЭС).

Вместе с заказчиками компания «Система — Сервис» ведет работу по внедрению мероприятий, направленных на энергосбережение и повышение энергоэффективности оборудования, используемого для добычи нефти. Среди них можно выделить следующие технические решения, внедрение которых позволяет существенно снизить энергопотребление на промыслах:

- энергоэффективный электродвигатель «Система — Сервис» (ЭДСС);
- энергоэффективный ЭЦН;
- УЭЦН-125 в режиме ПЭС;
- низковольтные конденсаторы в станции управления УЭЦН;
- электродвигатели с повышенным коэффициентом мощности.

Энергоэффективный привод для УЭВН

В настоящее время продолжается работа по внедрению энергоэффективных низкооборотных электродвигателей производства «Система — Сервис» (ЭДСС). На сегодняшний день внедрено 130 установок УЭВН с ЭДСС (рис. 1). Потенциальный фонд для внедрения ЭДСС составляет более 1000 скважин. Завершены опытно-промышленные испытания в нефтяных компаниях Казахстана, и запланировано проведение ОПИ в компаниях «Славнефть-Мегионнефтегаз», «Ульяновскнефть», «Башнефть-Добыча» и «Саратовнефтегаз».

ЭДСС в комплекте с винтовым насосом может быть применен:

1. На малодобитном и среднедобитном фонде скважин, в том числе с осложняющими эксплуатацию факторами, такими как:

- высоковязкая нефть (до 5000 сП);
- образование водонефтяных эмульсий;
- высокое содержание газа (до 50%);
- повышенное содержание мехпримесей (до 50%).

Андрей Белоусов — заместитель главного инженера — начальник отдела организации и развития производства ООО «УК «Система — Сервис», г. Альметьевск, РТ, РФ.

RESULTS OF IMPLEMENTING ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES IN OIL PRODUCTION

The paper shows the results of implementing power-efficient electric progressive cavity pump systems (PCPS) and electric submersible pump systems (ESPS) in oilfield practice. The authors compared quantify and qualify the advantages of these systems to the serial analogs.

Keywords: PCPS, ESPS, energy efficiency, power consumption, production rate, time between failures, metal intensity, intermittent well operation.

Andrey Belousov

2. На скважинах с ограничениями для штанговых насосов по кривизне и по глубине спуска.

3. На скважинах с нестабильным пластовым давлением, так как обеспечивает возможность регулирования скорости вращения в широком диапазоне (от 50 до 480 об/мин).

4. На скважинах, оборудованных установками штанговых винтовых насосов (УШВН). Замена УШВН с целью полного исключения штанг из установки для увеличения ее надежности.

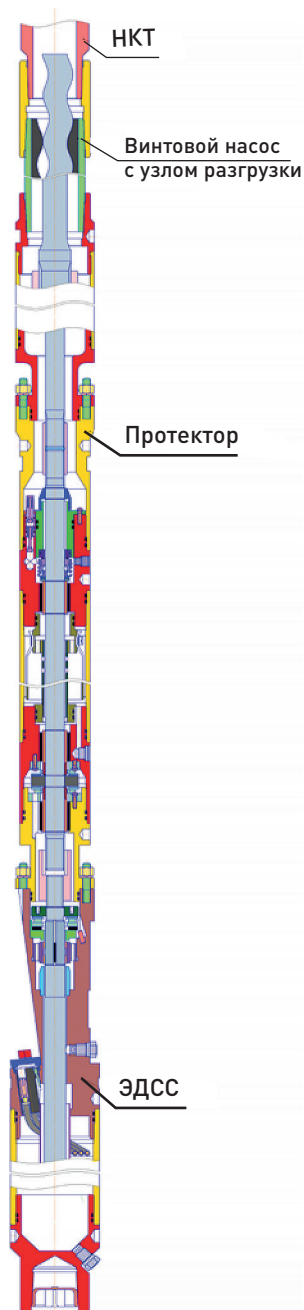
Основные преимущества внедрения УЭВН с ЭДСС:

1. Добыча нефти в условиях, где эксплуатация другого оборудования малоэффективна или совсем невозможна.

2. Оптимизация частоты вращения под наибольший ресурс винтовых насосов (от 50 до 480 об/мин).

3. Высокая адаптационная способность установки к дебиту скважины (точность регулирования — от 30 л/сут).

Рисунок 1
Компоновка УЭВН
с низкооборотным ЭДСС



4. Управление двигателем и его защита осуществляются обычными станциями управления для асинхронных погружных электродвигателей (ПЭД), в том числе с преобразователем частоты.

5. Двигатель имеет простую конструкцию без применения постоянных магнитов и медных стержней в пакетах ротора.

6. Двигатель развивает высокий удельный крутящий момент, не зависящий от частоты вращения.

7. Обеспечивается повышенная надежность установки в результате исключения отказов, связанных с наличием штанг и центраторов.

Преимущества УЭВН с ЭДСС

Преимущества УЭВН с ЭДСС в сравнении с другими установками:

По сравнению с винтовыми насосами с верхним приводом:

- отсутствие штанг;
- контроль температуры и давления;
- более высокий КПД;
- эксплуатация в искриленных скважинах;
- глубина спуска — до 3000 м.

По сравнению с плунжерными насосами с приводом от станка-качалки:

- меньшая металлоемкость;
- экологичность;

- глубина спуска — до 3000 м, в том числе в искриленных скважинах.

По сравнению с электроцентробежными насосами:

- независимость напора от производительности;
- точное изменение производительности в зависимости от частоты оборотов. Диапазон регулирования оборотов — от 50 до 480 об/мин;
- более высокая эффективность в скважинах с низким и нестабильным притоком, высоковязкой нефтью.

По сравнению с винтовыми насосами с вентиляльным приводом:

- точность регулирования — 0,43 об/мин;
- устойчивая работа двигателя на оборотах от 50 до 480 об/мин;
- использование стандартной станции управления для асинхронных ПЭД;
- простая, ремонтпригодная конструкция.

Область применения

На рисунке 2 представлена область применения УЭВН с ЭДСС. В зависимости от напорно-расходных характеристик и соответственно развиваемым моментам нагрузки оборудования диапазон применения установок по дебиту составляет до 153 м³/сут с напором до 3000 м. В настоящее время освоены четыре типоразмера электродвигателей с различными номинальными моментами нагрузки. Погружной электродвигатель с номинальным моментом 460 Н·м находится в разработке.

Промысловая практика

Внедрение УЭВН с ЭДСС на скважинах НГДУ компании «Татнефть» показало следующие результаты:

1. В сравнении с винтовым насосом на 1500 об/мин получен следующий положительный эффект:

- повышение наработки на отказ более чем в 2 раза;
- повышение дебита более чем в 4 раза;
- снижение удельного энергопотребления более чем в 4 раза, или на 75%.

2. В сравнении с УЭЦН достигнуто:

- повышение наработки на отказ более чем в 8,5 раза;
- снижение удельного энергопотребления более чем в 3 раза, или на 38%.

3. В сравнении с УШГН получены следующие результаты:

Рисунок 2
Область применения УЭВН с ЭДСС

Напор, м	Номинальная производительность при 100 об/мин, м ³ /сут								
	1,6	4	7	10	14	16	20	25	32
	Диапазон регулирования производительности, м ³ /сут								
	0,8-7,7	2-19,2	3,5-33,6	5-48	7-67,2	8-76,8	10-96	12,5-120	16-153
3000									
2400									
2200									
2000									
1800									
1600									
1400									
1200									
1000									
650									

Применяемый тип ЭДСС		
ЭДСС130-117/300(214), ЭДСС210-117/300(214)		проходит ОПИ
ЭДСС210-117/300(214), ЭДСС280-117/300(214)		освоено серийное производство
ЭДСС280-117/300(214), ЭДСС350-117/300(214)		
ЭДСС350-117/300(214), ЭДСС460-117/300(214)		в разработке
ЭДСС460-117/300(214)		

Таблица 1
Снижение электропотребления УЭЦН в режиме ПЭС

Показатель	Число скв.	Экономия	
		млн кВт·ч	млн руб.
За 2017 г.	124	3,9	13,4
С начала внедрения	547	131	443
В год на 1 скв.		0,0605	0,121

- повышение наработки на отказ более чем в 4 раза;
- снижение удельного энергопотребления более чем в 2 раза, или на 52%.

Энергоэффективные УЭЦН

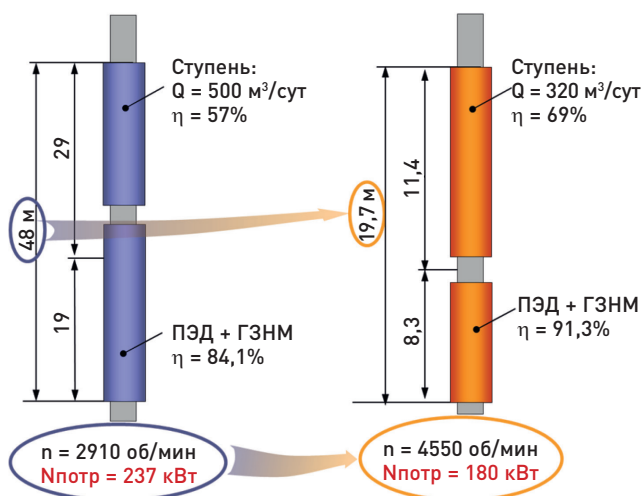
В 2017 году на 16 скважинах заказчика были внедрены энергоэффективные УЭЦН отечественного производства (рис. 3). Практика их применения подтвердила следующие преимущества данных установок по сравнению с серийными:

1. Пониженное на 25–30% энергопотребление ведет к сокращению эксплуатационных затрат при добыче нефти.
2. Сокращение монтажной длины и веса установки позволяет упростить монтаж и облегчить ее размещение в скважине.
3. Снижение нагрева перекачиваемой жидкости ведет к уменьшению вероятности солеотложения и к повышению общей надежности.

Периодический режим эксплуатации скважин

Следующее направление – внедрение УЭЦН в режиме периодической эксплуатации скважин (ПЭС). В таком режиме циклическая откачка жидкости из скважины чередуется с накоплением жидкости в скважине. Преимуществами данной технологии являются:

Рисунок 3
Серийная и энергоэффективная УЭЦН



- сокращение удельного энергопотребления до 20%;
- увеличение наработки УЭЦН на скважинах, осложненных отложением солей;
- обеспечение оптимального давления на приеме насоса при эксплуатации скважин на участках с нестабильным пластывым давлением.

Технология применения УЭЦН в режиме периодической эксплуатации скважин (ПЭС) внедрена более чем на 500 скважинах заказчика (табл. 1). При этом сэкономлено 131 млн кВт·ч, или 443 млн рублей.

Рисунок 4
Конденсатор реактивной мощности станции управления УЭЦН

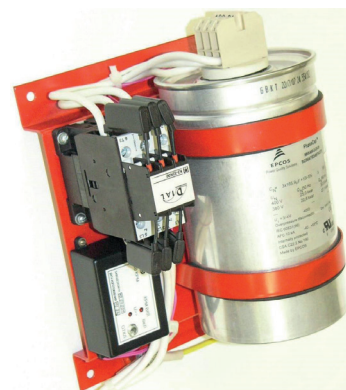


Рисунок 5
Конденсатор и модуль ТМС



Модернизация станций управления УЭЦН

Продолжается работа по внедрению конденсаторов реактивной мощности (КРМ) в станциях управления УЭЦН (рис. 4). Их применение позволяет:

- снизить общие расходы на электроэнергию до 2%;
- уменьшить нагрузку элементов распределительной сети;
- снизить тепловые потери тока.

Всего внедрено более 3000 КРМ, при этом заказчиком сэкономлено более 6 млн кВт·ч, или 23 млн рублей.

В дополнение к конденсаторам реактивной мощности в станциях управления на сегодняшний день предлагается вариант повышения энергоэффективности УЭЦН путем установки конденсаторов внутри модуля термоманометрической системы (ТМС), присоединенного к ПЭД (рис. 5). УЭЦН в комплекте с ПЭД с повышенным коэффициентом мощности (ПКМ) потребляет на 4,7% меньше активной мощности, чем в комплекте со стандартным ПЭД. Внедрено 220 единиц, заказчиком сэкономлено более 3 млн кВт·ч, или 11 млн рублей. 💧

Статья подготовлена по материалам доклада, сделанного на конференции «Механизированная добыча – 2018»