



## ВЕНТИЛЬНЫЙ ПРИВОД УЭЦН И УЭВН — ПРИМЕР УСПЕШНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В ТЕХНИКЕ

ГИНЗБУРГ Матвей Яковлевич

Первый заместитель генерального директора ОАО «РИТЭК-ИТЦ»

**В**ентильный привод создавался для повышения энергетических характеристик ПЭД, однако итоговый результат его использования оказался значительно выше первоначально поставленной цели. Поэтому создание вентильных приводов УЭЦН и УЭВН может служить примером успешной реализации синергетического эффекта в технике, когда суммирующий эффект взаимодействия двух или более факторов существенно превосходит эффект компонентов в виде их простой суммы.

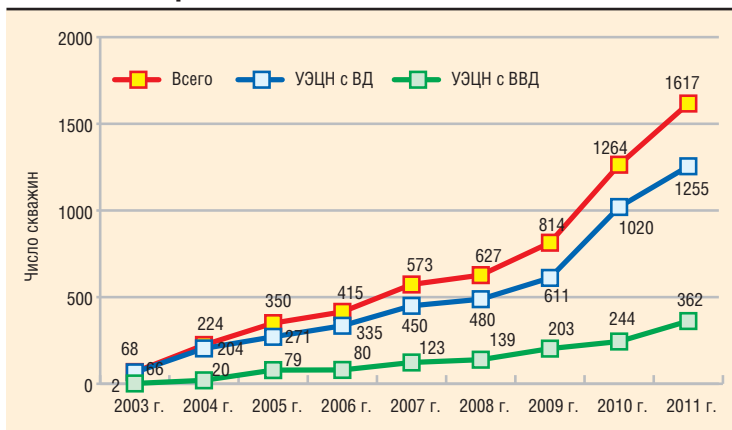
Возможность создания приводов на основе вентильных электродвигателей для погружных центробежных насосов и целесообразность их использования обсуждается специалистами с начала 1990-х годов.

Промежуток времени между 1996 и 2001 годом — это период разработки и испытаний ВД различных исполнений: однопроводных, высокооборотных с номинальными частотами вращения 10 000, 6000 и 3000 об/мин.

Первая скважина с УЭЦН с серийным вентильным приводом (скв. №2070 Гожанского месторождения ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ») была запущена в эксплуатацию десять лет тому назад — 17 марта 2002 года, а первая скважина с УЭВН с низкооборотным вентильным приводом (скв. №1596 Усинского месторождения ООО «ЛУКОЙЛ-Коми») — 12 октября 2003 года. Эти даты можно считать началом промышленного внедрения установок погружных центробежных и винтовых насосов с приводами на основе вентильных электродвигателей в России.

Анализ интегральной эффективности замены в УЭЦН асинхронных приводов на вентильные подтвердил ее целесообразность, и в ОАО «ЛУКОЙЛ» было принято решение о расширении объемов их внедрения.

**Рис. 1. Динамика роста фонда скважин, эксплуатируемых УЭЦН и УЭВН с вентильными приводами, конструкции и производства ООО «РИТЭК-ИТЦ»**



По состоянию на 31.12.2011 г. УЭЦН с вентильными электродвигателями производства ООО «РИТЭК-ИТЦ» эксплуатировались в 1617 скважинах, в том числе УЭЦН с ВД — в 1255 и УЭВН с ВВД — в 362 скважинах (рис. 1).

Учитывая положительные результаты эксплуатации вентильных приводов, вслед за ООО «РИТЭК-ИТЦ» разработкой, производством и поставкой вентильных приводов начали заниматься и другие предприятия. К сожалению, сведения о фонде скважин, эксплуатируемых погружными насосными установками с вентильными приводами производства ОАО «Борец», ЗАО «НО-ВОМЕТ», НПК «ЛЕПСЕ-Нефтемаш» и о достигнутых статистически значимых результатах их работы не публикуются. Особый интерес представляют сведения о результатах работы высокооборотных вентильных электродвигателей 117-го габарита с частотой вращения 6000 об/мин и более, о прекрасных результатах работы которых заявляют некоторые разработчики и изготовители вентильных приводов.

Думаем, что публикация этих сведений ориентирует потенциальных заказчиков при выборе типа вентильных приводов, а для изготовителей будет способствовать продвижению их продукции на рынке нефтяного оборудования.

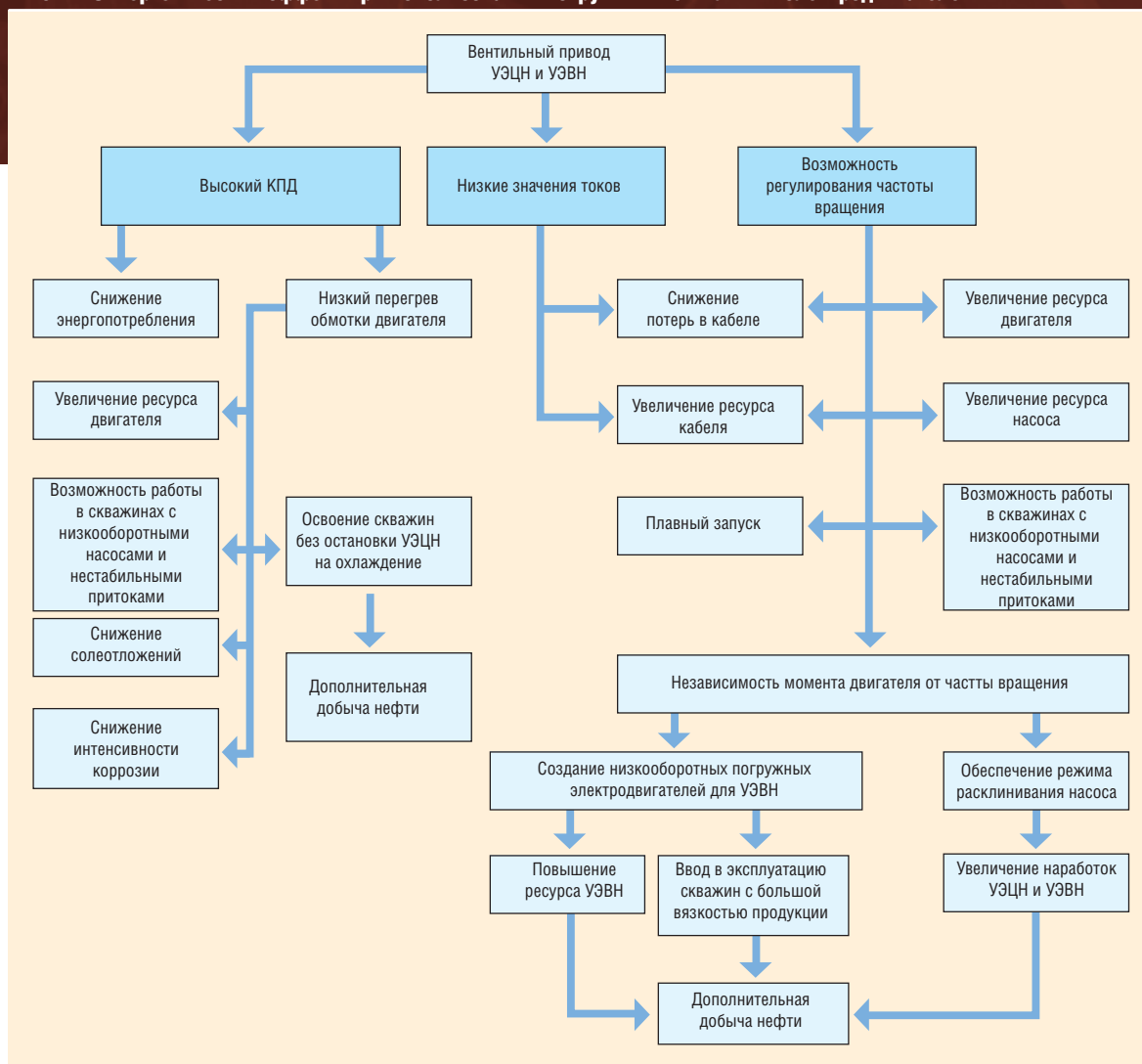
Сегодня практически все скважины, эксплуатируемые УЭЦН с вентильными приводами различных производителей, оснащены вентильными электродвигателями с номинальной частотой вращения 3000 об/мин.

Для большинства нефтяных компаний основным мотивом для закупок и использования вентильных приводов выступает их энергоэффективность. Снижение энергопотребления при замене в УЭЦН ПЭД на ВД обеспечивают более высокие энергетические характеристики вентильных приводов. Однако остается дискуссионным вопрос о величине снижаемого энергопотребления, а также то, какие параметры и функциональные характеристики вентильных приводов следует учитывать при определении экономической эффективности такой замены. Некоторые нефтяные общества по результатам эксплуатации пока не пришли к однозначной оценке эффективности их применения.

Говоря о внедрении вентильных приводов, нужно иметь в виду, что их использование целесообразно только при достижении экономически оправданной энергоэффективности.

При этом снижение энергопотребления хоть и важное, но не единственное преимущество вентильных приводов. В одной из статей («Технологии ТЭК», №3/2004) мы привели таблицу с указанием преимуществ вентильных приводов, сгруппированных по направлениям эффективности в следующей последовательности: 1 — функциональные, 2 — ресурсные и 3 — энергетические. Такая последовательность была опре-

Рис. 2. Синергетический эффект при использовании погружных вентильных электродвигателей



делена с учетом приоритетов потребителей. Снижение энергопотребления даже в тот период еще не рассматривалось как первоочередная задача не только в нефтяной отрасли. Отношение производителей к энергопотреблению формировалось на базе советского трехкопеечного фактического и фигурального тарифа за киловатт-час.

Сегодня работы по снижению затрат в нефтедобыче ведутся по всем направлениям, формирующим себестоимость нефти, и в первую очередь в направлении снижения энергозатрат, которые составляют до 30% всех эксплуатационных расходов.

Если считать, что вентильный привод был создан для повышения энергетических характеристик ПЭД, то итоговый результат его использования значительно выше первоначально поставленной цели. Поэтому создание вентильных приводов УЭЦН и УЭВН считается примером успешной реализации синергетического эффекта в технике (рис. 2).

Высокий КПД вентильных электродвигателей, более низкие, чем у ПЭД равной мощности, рабочие токи

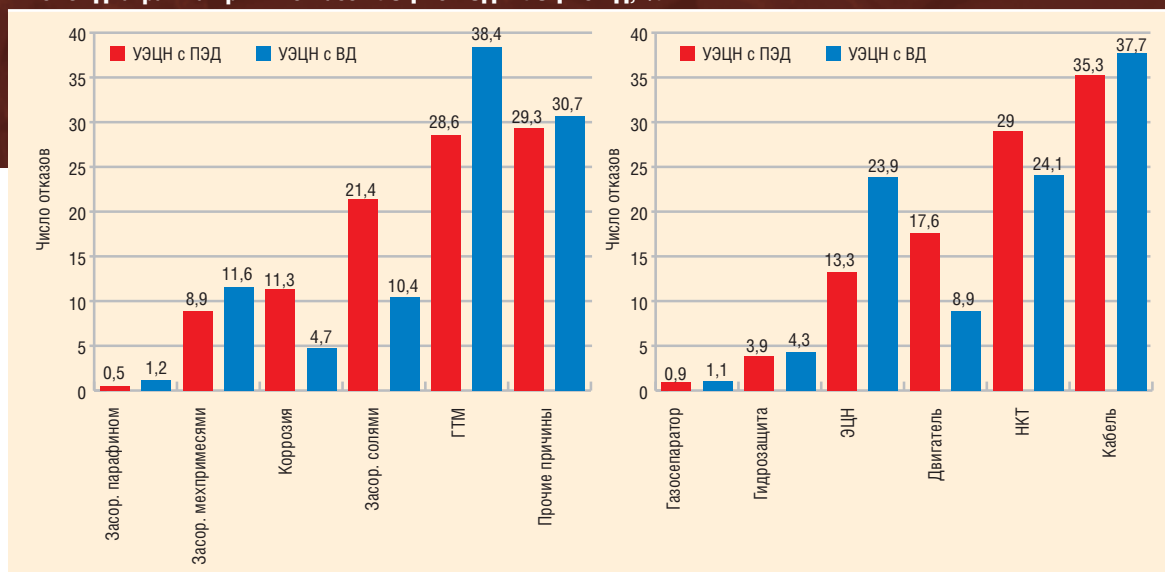
и возможность регулирования частоты вращения обеспечивают снижение энергопотребления при замене в УЭЦН и УЭВН ПЭД на ВД. Кроме того, эти характеристики ВД обеспечивают снижение и других эксплуатационных и инвестиционных затрат. Потребитель, приобретая вентильный привод, получает оборудование с функциональными характеристиками, которых нет в заменяемом приводе. Вентильный привод обеспечивает интегральную эффективность, которая должна быть учтена независимо от того, что какая-то часть ее часть может быть обеспечена с помощью другого типа оборудования.

#### РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТА ЗАМЕНЫ В УЭЦН ПЭД НА ВД

Инвестор принимает решение о реализации проекта при обеспечении приемлемого для него индекса рентабельности. Индекс рентабельности проекта замены в УЭЦН и УЭВН ПЭД на ВД зависит от:

- величины снижения энергопотребления;
- стоимости электрической энергии;

Рис. 3. Диаграмма причин отказов УЭЦН с ПЭД и УЭЦН с ВД, %



- повышения наработки на отказ;
- увеличения фактического срока службы ВД;
- дополнительной добычи нефти;
- инвестиционной политики компании, устанавливающей горизонт планирования.

Индекс рентабельности рассчитывается по формуле

$$PI = \frac{D_T}{\Delta C},$$

где  $D_T$  — величина денежного потока за период, в течение которого реализуется инвестиционный проект, руб.;

$\Delta C$  — разница в ценах альтернативного оборудования, руб.

При определении денежного потока необходимо учитывать изменение всех направлений затрат, связанных с заменой в УЭЦН асинхронных электродвигателей на вентильные:

$$D_T = \left[ \sum_{t=0}^T \left( \frac{1+r}{1+i} \right)^t \cdot D_0 + \sum_{t=0}^T \left( \frac{1}{1+i} \right)^t \times (D_{инв} + D_{ши} + D_{дн}) \right] \cdot (1-N),$$

где  $T$  — горизонт планирования — время, за которое рассматриваются денежные потоки от реализации проекта, руб.;

$r$  — ожидаемый рост стоимости электроэнергии, доли ед.;

$i$  — ожидаемый уровень инфляции, доли ед.;

$t$  — шаг расчета;

$D_0, D_{инв}, D_{ши}, D_{дн}$  — годовой денежный поток соответственно от сокращения энергозатрат, увеличения наработок на отказ, увеличения срока полезного использования двигателя, дополнительной добычи нефти, руб/год;

$N$  — норма налога на прибыль, доли ед.

В период принятия инвестиционного решения нет точных данных об уровне инфляции и роста стоимости

электроэнергии по годам горизонта планирования, поэтому в расчетах принимаются экспертные оценки величин их среднегодовых значений.

Время, за которое рассматриваются денежные потоки от реализации проекта (горизонт планирования), устанавливает инвестор. Максимальное значение горизонта планирования — срок службы двигателя.

В СССР был установлен нормативный срок службы ПЭД в пять лет с правом применения коэффициента ускоренной амортизации 1,2. Сегодня в бухгалтерском учете срок полезного использования оборудования, в том числе двигателей УЭЦН, устанавливают сами предприятия.

Стремление максимально сократить время, за которое рассматриваются денежные потоки от внедрения инвестиционных проектов, характерно для российского бизнеса: «сегодняшние» деньги для большинства из них всегда дороже «будущих», и не только по причине инфляции. Поэтому инвестор устанавливает приемлемый для компании период времени, в течение которого индекс рентабельности инвестиционного проекта должен достичь заданной величины. Этот период, как правило, меньше срока полезного использования оборудования. Поэтому оценка индекса рентабельности носит субъективный характер и зависит от принятой компанией инвестиционной политики. Например, в статье А.Р. Гарифулина<sup>1</sup> приведена позиция компании по срокам окупаемости новой техники: «Расчет экономической эффективности эксплуатации скважин ЭЦН с вентильными ПЭД показывает, что, несмотря на экономию электроэнергии 10%, ВЭД не окупается в течение года по причине высокой стоимости оборудования».

В качестве примера иных принципов подхода к внедрению инноваций в зарубежных компаниях можно

<sup>1</sup> А.Р. Гарифулин «Опыт применения вентильных ПЭД в ООО «РН-Юганскнефтегаз»: до массового внедрения пока далеко» («Инженерная практика», №8/2010)

привести фирму Siemens. В одной из презентаций энергоэффективных универсальных асинхронных электродвигателей компании приведены расчеты экономического эффекта от их использования в течение всего срока службы, который для этих типов двигателей составляет 20 лет.

### ДЕНЕЖНЫЙ ПОТОК ОТ СОКРАЩЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ

Инструментальные замеры энергопотребления УЭЦН с вентильными и асинхронными приводами в одних и тех же скважинах показали снижение энергопотребления УЭЦН с ВД в интервале от 10 до 35%. Полученные разные значения энергоэффективности вентильных приводов определяются выбором технологического режима эксплуатации.

Годовой денежный поток от сокращения энергозатрат

$$D_3 = 8760 \cdot K_3 \cdot \Delta P \cdot C_3,$$

где 8760 — годовой фонд времени, час;  
 $K_3$  — коэффициент эксплуатации скважин;  
 $\Delta P$  — снижение потребляемой мощности в результате замены ПЭД на ВД, кВт·ч;  
 $C_3$  — стоимость потребляемой электрической энергии, руб./кВт·ч.

Величину снижения потребляемой электроэнергии в результате замены ПЭД на ВД определяет инвестор на основе расчетов, прямых инструментальных замеров или среднестатистических показателей, достигнутых на объектах, где планируется внедрение вентильных приводов.

Некоторые специалисты при расчетах снижения энергопотребления не рассматривают возможность регулирования частоты вращения в качестве одного из факторов, обеспечивающих снижение энергопотребления УЭЦН с вентильными электродвигателями, ссылаясь на то, что возможность регулирования частоты вращения имеют и асинхронные ПЭД, работающие с преобразователями частоты.

Нужно учесть, что в качестве базовых УЭЦН, относительно которых рассчитывается эффективность вентильных приводов, берутся установки с нерегулируемой частотой вращения. Такими установками эксплуатируется подавляющее большинство скважин с УЭЦН. Возможность регулирования частоты вращения — штатная характеристика ВД в отличие от ПЭД, регулирование частоты вращения которого требует комплектации УЭЦН станцией управления с ПЧ.

Если рассчитывать энергоэффективность вентильных приводов относительно асинхронного ПЭД с ПЧ, то составляющая снижения потребляемой насосом мощности при уменьшении частоты его вращения не

учитывается. Однако КПД асинхронных электродвигателей при работе их с ПЧ без выходного фильтра существенно снижается. Согласно стандарту Международной электротехнической комиссии потери в асинхронном двигателе при питании от преобразователя частоты увеличиваются на 20%. Например, если КПД ПЭД, определенный при питании от сети, равен 84%, то при питании этого двигателя от ПЧ его КПД составит 80,8%.

### УВЕЛИЧЕНИЕ НАРАБОТКИ НА ОТКАЗ УЭЦН С ВД

Вентильные электродвигатели производства ООО «РИТЭК-ИТЦ» принадлежат к категории высоконадежного оборудования. За шесть лет, с 2006 по 2011 год, было поставлено и запущено в эксплуатацию 2155 двигателей, из которых только 0,4% не отработали гарантийный срок (365 сут).

Высокие наработки УЭЦН и УЭВН с ВД и ВВД достигнуты по всем регионам, в которых они эксплуатируются (табл. 1–3).

Для сравнения можно отметить, что СНО УЭВН с ПЭД составляет менее 250 сут.

Оценивая наработки оборудования, нужно учитывать, что удельный вес осложненного фонда, эксплуатируемого УЭЦН с ВД, превышает этот показатель по фонду УЭЦН с ПЭД (рис. 3). Из диаграммы видно, что частота отказов вентильных электродвигателей (новых и после ремонта) почти в два раза ниже частоты отказов ПЭД.

Комплексную эффективность УЭЦН с ВД относительно УЭЦН с ПЭД подтверждает и двукратное сокращение частоты отказов по солеотложениям и коррозии, интенсивность которых сокращается при снижении температур. При этом применение вентильных электродвигателей взамен асинхронных, конечно, не рассматривается как радикальный способ борьбы с солеотложениями и коррозией.

Высокая надежность ВД, примерно в два раза большая таковой ПЭД, и другие его характеристики обеспечивают более высокие наработки УЭЦН с ВД как по всему фонду, так и по ЧРФ скважин, при условии, что сопоставление наработок ведется по каждой скважине или по крайней мере по группам скважин с близкими эксплуатационными параметрами.

### УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА ПОЛЕЗНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕНТИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Количество покупаемого оборудования определяется необходимостью восполнения выбывающего по амортизации и для ввода в эксплуатацию новых скважин. В расчетах объемов закупок используются нор-

Таблица 1

| Сведения о максимальных текущих наработках по 50 скважинам, эксплуатируемым УЭЦН с ВД и в НГДО ОАО «ЛУКОЙЛ» (по состоянию на 31.12.2011) |                      |        |              |              |            |                        |
|--|----------------------|--------|--------------|--------------|------------|------------------------|
| №  | Месторождение        | № скв. | Дата запуска | Насос        | Двигатель  | Текущая наработка, сут |
| ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» (УЭЦН с ВД)   |                      |        |              |              |            |                        |
| 1  | Шершневное           | 417    | 30.07.05     | ЭЦН5-60-1700 | ВД32-117В5 | 2346                   |
| 10   | Шершневное           | 407    | 02.04.07     | ЭЦН5-30-1750 | ВД32-117В5 | 1735                   |
| 20   | Юрчукское            | 867    | 10.11.07     | ЭЦН5-40-1950 | ВД40-117В5 | 1513                   |
| 30   | Ярино-Камено-Логское | 921    | 22.04.08     | ЭЦН5-45-2000 | ВД32-117В5 | 1349                   |
| 40   | Этышское             | 454    | 12.12.08     | ЭЦН5-30-1400 | ВД32-117В5 | 1115                   |
| 50   | Красноярское         | 1508   | 30.08.09     | ЭЦН5-35-1450 | ВД32-117В5 | 854                    |
| ООО «ЛУКОЙЛ — Западная Сибирь» (УЭЦН с ВД)   |                      |        |              |              |            |                        |
| 1  | Даниловское          | 2393   | 07.11.05     | ЭЦН5-50-1800 | ВД32-117В5 | 2261                   |
| 10   | Ватьеганское         | 4257   | 11.04.08     | ЭЦН5-60-1700 | ВД32-117В5 | 1375                   |
| 20   | Дружное              | 8024   | 20.03.09     | ЭЦН5-30-1850 | ВД32-117В5 | 1032                   |
| 30   | Покачевское          | 265    | 29.05.09     | ЭЦН5-25-1650 | ВД32-117В5 | 962                    |
| 40   | Убинское             | 3538   | 02.09.09     | ЭЦН5-40-1700 | ВД32-117В5 | 866                    |
| 50   | Ловинское            | 9417   | 28.10.09     | ЭЦН5-50-1600 | ВД32-117В5 | 810                    |

Таблица 2

| Сведения о наработках УЭЦН с ВД в малодобитных скважинах ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» |               |              |                  |
|---|---------------|--------------|------------------|
| Скважина  | Месторождение | Тип насоса   | Нарработка, сут. |
| Скважины в работе   |               |              |                  |
| № 60  | Мысыньское    | ЭЦН5-18-1550 | 1737             |
| № 426   | Озерное       | ЭЦН5-20-1950 | 1728             |
| № 177   | Рассветное    | ЭЦН5-20-1350 | 1406             |
| № 502   | Шумовское     | ЭЦН5-18-1350 | 1269             |
| № 624   | Москудьинское | ЭЦН5-20-1550 | 1217             |
| Остановленные на ремонт скважины  |               |              |                  |
| № 506   | Сибирское     | ЭЦН5-18-1700 | 2236             |
| № 1258  | Змеевское     | ЭЦН5-18-1700 | 1483             |
| № 42  | Осинское      | ЭЦН5-18-1350 | 1472             |
| № 57  | Шершневное    | ЭЦН5-18-2000 | 1207             |
| № 59  | Андреевское   | ЭЦН5-18-1350 | 1098             |

мативный коэффициент ремонтно-оборотного фонда, который устанавливается нефтедобывающим предприятием, и срок службы оборудования. Среднее значение коэффициента ремонтно-оборотного фонда, используемого в расчетах потребности в оборудовании, составляет 1,3. В табл. 4 приведены сведения об использовании парка вентильных электродвигателей в ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» с начала их внедрения в 2002 году.

Значения  $K_{po} < 1$  не имеют физического смысла, они лишь свидетельствуют о том, что с 2009 года суммарная наработка части работающих в скважинах вентильных двигателей превысила 5 лет.

Для обеспечения нормативного коэффициента ремонтно-оборотного фонда  $K_{po} = 1,3$  и срока амортизации 5 лет необходимо было за 2009–2011 годы дополнительно приобрести 140 двигателей.

#### ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Увеличение добычи при замене УЭЦН базовой комплектации (станция управления без ПЧ) на УЭЦН с вентильным приводом при расчетах индекса рентабельности инвестором, как правило, не учитывается, хотя вентильный привод обеспечивает оптимизацию отбора продукции путем регулирования частоты

вращения, автоматического поддержания заданного динамического уровня, работы по различным программам автоадаптации и за счет других технологий.

В 2004 году в ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» была проведена оценка экономической эффективности замены ПЭД на ВД. При этом было подтверждено не только снижение энергопотребления, но и дополнительная добыча нефти. Так, по скважинам № 505, 507 и 588 с 2002 по июнь 2005 года было дополнительно добыто 7168 тонн нефти.

### РАЗНИЦА В ЦЕНАХ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Разница в ценах альтернативного оборудования определяется ценой привода, относительно которого ведутся расчеты экономической эффективности замены в УЭЦН ПЭД на ВД. Нефтяные компании, как правило, сравнивают цены вентильных приводов с асинхронными базовой комплектации (СУ без ПЧ). Такое сравнение предполагает использование в расчетах эффективности всех преимуществ вентильных приводов.

Если за базу для сравнения берется асинхронный привод с ПЧ, то ценовое соотношение стоимости альтернативных приводов существенно меняется.

Эта разница в ценах имеет тенденцию к сокращению, так как по новым требованиям нефтяников все поставляемые станции управления с преобразователями частоты должны иметь в своем составе

| Сведения о максимальных текущих наработках УЭВН с низкооборотными вентильными электродвигателями ВВД по 50 скважинам Усинского месторождения ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» (по состоянию на 31.12. 2011) |          |               |               |                        |
|--|----------|---------------|---------------|------------------------|
| №  | Скважина | Тип насоса    | Тип двигателя | Текущая наработка, сут |
| 1  | 3137     | ЭВН5-25-1500  | ВВД22-117В5   | 1019                   |
| 10   | 7052     | ЭВН5-25-1500  | ВВД22-117В5   | 721                    |
| 20   | 542      | ЭВН5-12-1500  | ВВД22-117В5   | 522                    |
| 30   | 1118     | ЭВН5-20-1200С | ВВД30-117В5   | 473                    |
| 40   | 7053     | ЭВН5-25-1500  | ВВД22-117В5   | 425                    |
| 50   | 2952     | ЭВН5-25-1500  | ВВД22-117В5   | 393                    |

выходные фильтры, что удорожает их примерно на 20–25%. При этом снижается КПД станций за счет дополнительных потерь в фильтре, что повышает сравнительную энергоэффективность вентильных приводов.

Как показала практика эксплуатации вентильных приводов мощностью до 64 кВт, установка выходных

| Сведения об использовании парка вентильных электродвигателей в ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» за период 2002–2011 гг. |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 2002 г.   | 2003 г. | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. |
| <b>А Фонд скважин, эксплуатируемый УЭЦН с ВД, ед.</b>   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 4   | 5       | 38      | 74      | 99      | 115     | 139     | 149     | 143     | 142     |
| <b>Б Парк ВД с учетом фактического поступления и расчетного списания при сроке амортизации 5 лет, ед.</b> |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 8   | 19      | 49      | 101     | 143     | 202     | 177     | 132     | 100     | 45      |
| <b>В = А – Б Количество ВД в работе с суммарной наработкой более 5 лет</b>                                |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Нет   | нет     | нет     | нет     | нет     | нет     | нет     | 17      | 43      | 97      |
| <b>Г = Б : А Коэффициент ремонтно-оборотного фонда, <math>K_{po}</math>, фактический</b>                  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 2   | 3,8     | 1,3     | 1,4     | 1,4     | 1,8     | 1,3     | 0,9     | 0,7     | 0,3     |
| <b>Д = 1,3 x А Нормативное количество ВД при <math>K_{po} = 1,3</math></b>                                |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 5   | 7       | 49      | 96      | 129     | 150     | 181     | 194     | 186     | 185     |
| <b>Е = Б – Д Превышение (+), недостача (–) парка ВД</b>   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| +3  | +12     | -       | +5      | +14     | +52     | -4      | -62     | -86     | -140    |

**ВЫДЕРЖКИ ИЗ ОБСУЖДЕНИЯ**

**Вопрос:** *Матвей Яковлевич, в своем докладе Вы выразили сожаление о том, что сведения о фонде скважин, эксплуатируемых погружными насосными установками с вентильными приводами других производителей, не публикуются. Это неверно: в одном из номеров журнала «Инженерная практика» была опубликована моя статья с информацией о состоянии и результатах внедрения вентильных приводов производства компании «Борец».*

**Матвей Гинзбург:** В Вашей статье приведена динамика и прогноз объемов производства вентильных приводов, выпускаемых компанией. Объем производства не характеризует успешность проекта. Успех проекта характеризуют фонд скважин, в которых эксплуатируется ваше оборудование, и статистически значимые показатели их работ. Мы такую информацию публикуем регулярно.

**Вопрос:** *Вы приводите сведения, характеризующие высокую надежность вентильных электродвигателей производства ООО «РИТЭК-ИТЦ». Хотелось бы знать, как вы этого добились.*

**М.Г.:** Ваш вопрос понятен. Проблемы, которые влияют на ресурс вентильных электродвигателей производства компании «Борец», нам известны.

С октября 2005 года мы выпускаем вентильные электродвигатели, в которых были устранены все недостатки, проявившиеся в первые годы эксплуатации.

**Вопрос:** *Как Вы рассматриваете перспективы вентильных электродвигателей большой мощности? Ведь с увеличением мощности асинхронных погружных электродвигателей растет их КПД, что приводит к уменьшению разницы в энергопотреблении асинхронных и вентильных электродвигателей.*

**М.Г.:** Действительно, КПД асинхронных двигателей с увеличением их мощности растет. Но этот рост для погружных электродвигателей в пределах 1–2%, что не определяет сравнительную энергоэффективность вентильных и асинхронных электродвигателей, тем более что при замене ПЭД на ВД достигается большая экономия по каждой единице оборудования.

Однако есть обстоятельство, на которое следует обратить внимание разработчиков и изготовителей вентильных электродвигателей большой мощности. Стремясь максимально снизить значения рабочих токов, некоторые производители начали выпускать двигатели на номинальное напряжение более 3000 вольт. Учитывая специфику условий работы погружных электродвигателей и особенно фактическое состояние кабелей, находящихся в эксплуатации, эти напряжения могут привести к снижению надежности УЭЦН.

фильтров в станциях управления «РИТЭКС» не требуется. За все время эксплуатации вентильных приводов производства ООО «РИТЭК-ИТЦ» не зафиксировано ни одного отказа двигателей, кабелей и трансформаторов по причине коммутационных всплесков напряжений и резонансных явлений в системе СУ — ТМПН — кабель — ВД.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Создание вентильных приводов УЭЦН и УЭВН — пример успешной реализации синергетического эффекта в технике. Поэтому при замене в УЭЦН и УЭВН асинхронных приводов на вентильные снижается не только энергопотребление, но и расходы по другим статьям эксплуатационных затрат.

При принятии решения о внедрении вентильных приводов необходимо руководствоваться следующими положениями:

1. Вентильный привод УЭЦН и УЭВН по своим энергетическим характеристикам превосходит асинхронные нерегулируемые и регулируемые приводы.
2. Вентильный привод обеспечивает не только снижение энергозатрат в нефтедобыче, но и решает многие технологические и ресурсные задачи при эксплуатации УЭЦН и УЭВН.
3. Вентильный привод обеспечивает интегральную эффективность, все составляющие которой должны быть учтены независимо от того, что какая-то ее часть может быть обеспечена с помощью другого типа оборудования.
4. Применение вентильных приводов целесообразно только при достижении экономически оправданной энергоэффективности.

Если проект не обеспечивает заданный индекс рентабельности, то инвестору следует, во-первых, оценить эксплуатационные характеристики скважин, в которых не получен ожидаемый результат. Ведь, несмотря на то что вентильный привод — весьма эффективное оборудование, которое позволяет решать ряд технологических и ресурсных проблем эксплуатации скважин, он не способен решать все без исключения проблемы эксплуатации УЭЦН. А это означает, что есть скважины, в которых использование УЭЦН с ВД по экономическим показателям нецелесообразно. Во-вторых, оценить технический уровень эксплуатации УЭЦН с вентильными приводами. Вентильный привод в любом случае должен обеспечить снижение энергопотребления, а наработка УЭЦН с ВД на отказ всегда должна быть выше наработки УЭЦН с ПЭД в одних и тех же скважинах. Возможно, что персонал технологических и ремонтных служб пока не готов использовать все потенциальные преимущества вентильных приводов. ◆