

# ЧТО НА ЧТО МЕНЯТЬ?



Экономия электроэнергии является составной частью единой стратегии снижения затрат на подъем жидкости по механизированному фонду скважин в ТНК-ВР. Реализация проектов по повышению энергоэффективности механизированной добычи нефти началась в компании в конце 2009 года. Еще несколько лет назад энергоэффективностью в стране толком никто не занимался. Причина понятна — низкие тарифы на электроэнергию. Как следствие, инвестиции в проекты внедрения энергосберегающих технологий были крайне неэффективны. Чаще всего такие проекты не окупались. Отсутствие инвестиций, в свою очередь, приводило к отсутствию рынка соответствующих технологий. Заводы не занимались разработкой энергоэффективного оборудования, институты тоже ничего в этом направлении не делали. Поэтому возник информационный вакуум. На момент начала проекта не было понимания, что внедрять и в каком направлении двигаться. Поэтому первой главной задачей стало проведение оценки и начало внедрения самых простых и понятных энергосберегающих технологий.

рекомендации, в каких случаях что на что менять. По всем ЦДО были сделаны расчеты, и для каждого из них сформирована таблица с рекомендациями по замене кабеля.

Многие специалисты не согласны с оценкой эффекта от увеличения диаметра НКТ. Мы увеличиваем диаметр НКТ только на высокодебитных скважинах. Здесь может быть два подхода (см. «Основные подходы...»). Существующий метод заключается в том, что при увеличении диаметра НКТ напор насоса не снижается. При этом потребляемая мощность почти не меняется, дебит жидкости незначительно увеличивается, удельная потребляемая мощность снижается.

Например, если у вас имеется ЭЦН-500 и НКТ 73 мм, то спустив НКТ «тройку» (все расчеты делаются с помощью программы SubPump), вы сразу увеличите дебит. При этом у вас несколько вырастет абсолютная потребляемая мощность, но удельный расход электроэнергии все равно упадет.

Другой метод, который мы предлагаем, состоит в следующем. При увеличении диаметра НКТ уменьшается напор насоса. Дебит жидкости остается тем же,

**Д**ля того чтобы внедрять даже самые простые технологии повышения энергоэффективности, нужно сначала сделать экономическую оценку. Выполнив экономические расчеты, мы получили следующее. Переход с НКТ диаметром 73 мм на НКТ 89 мм экономически целесообразен при дебите 450 м<sup>3</sup> в сутки. Эконо-

мическая целесообразность перехода с меньшего сечения кабеля на большее зависит от его диаметра и рабочего тока УЭЦН.

На основании расчетов мы разработали таблицу, в которой отражена целесообразность замены кабеля. Понятно, что формулы никому на промысле не нужны. Технологию нужны четкие

## Основные подходы при увеличении диаметра НКТ с 73 до 89 мм

Существующий метод						
Сж, м <sup>3</sup> /сут.	Сж, м <sup>3</sup> /сут.		Потребляемая мощность, кВт*ч		Удельный расход электроэнергии, кВт/м <sup>3</sup>	
	73 мм	89 мм	73 мм	89 мм	73 мм	89 мм
500		519	215,9	218,8	10,4	10,1
570		587	201,3	203,6	8,5	8,3
700		735	301,1	304,9	10,3	10,0
800		841	320,7	323,5	9,6	9,2
1 000		1 071	442,1	447,9	10,6	10,0
Предлагаемый метод						
Сж, м <sup>3</sup> /сут.	Необходимый напор ЭЦН		Потребляемая мощность, кВт*ч		Удельный расход электроэнергии, кВт/м <sup>3</sup>	
	73 мм	89 мм	73 мм	89 мм	73 мм	89 мм
500	1 644	1 566	215,9	206,4	10,4	9,9
570	1 682	1 579	210,3	185,9	8,5	7,8
700	1 752	1 599	301,1	261,9	10,3	9,0
800	1 820	1 622	320,7	288,1	9,6	8,6
1 000	1 982	1 683	447,9	378,8	10,7	9,1

## ВОПРОСЫ ИЗ ЗАЛА

**Юрий МЕРКУШЕВ, председатель Правления ООО «Ижнефтепласт»:**

Опять звучит, что ЭЦН должны выбираться по максимальному КПД. Наши исследования говорят о том, что разные насосы при разных условиях эксплуатации имеют разную степень деградации КПД. То есть, при изначально высоком каталожном КПД его деградация у насоса в течение времени может быть более интенсивной, что даст большие затраты электроэнергии.

**С.Я.:** Я понимаю, что деградация. Но еще раз говорю, что у нас основной фонд скважин работает в Западной Сибири, где вынос кварцевого песка на уровне 100–200 мг. Применение пластмассовых колес в этих условиях мы считаем неэффективным. Там будет не деградация, а деформация колес.

**Вопрос:** На практике может получиться так, что программа предлагает одно, но по факту на складе есть совсем другое, и в скважину спускается то, что есть. У вас склады перегружены и вы действительно самые энергоэффективные технологии можете применять? Насколько соответствует оборудование, спускаемое в скважину, той энергоэффективной технологии, которую предлагает программа?

**С.Я.:** У нас расчетами с использованием программы SubPump занимается технолог цеха добычи. Дальше этот дизайн проверяет специальный инженер, который отвечает за энергоэффективность. В случае необходимости он звонит технологу и вносит корректировки. Они выбирают оптимальное оборудование из имеющегося на складе.

но потребляемая мощность при этом снижается больше. Мы уменьшаем число ступеней в насосе и тем самым уменьшаем его стоимость, а также, если это возможно, уменьшаем типоразмер двигателя. При этом будет еще больший эффект снижения удельного потребления электроэнергии.

### Энергоэффективный дизайн

Идея энергоэффективного дизайна, почерпнутая из статей SPE и достаточно давно применяемая в США, Канаде и других странах, проста. Энергоэффективный дизайн УЭЦН — это расчет и после-

дующая комплектация оборудования с достижением минимальных затрат на подъем жидкости без уменьшения дебита. В ходе расчета с использованием программ SubPump или «Автотехнолог» достигается максимально возможное снижение потерь мощности по каждому узлу УЭЦН.

### Переход с НКТ диаметром 73 мм на НКТ 89 мм экономически целесообразен при дебите 450 м<sup>3</sup>/сут.

В техническом плане снижение потерь достигается выбором оптимальной рабочей точки насоса, выбором ЭЦН с максимальным КПД, выбором ПЭД с минимальным рабочим током и максимальным КПД, увеличением загрузки ПЭД до определенного уровня,

### Учитывая высокую обводненность продукции высокодебитных скважин СНГ (факт — 97%) предлагается увеличить диаметр НКТ и снизить напор ЭЦН для достижения наилучших показателей по энергоэффективности

выбором оптимального сечения кабеля с учетом рабочего тока, выбором оптимального диаметра

#### Результаты работ по технологии энергосберегающего дизайна в 2010 г. и планы на 2011 г.

2010			
Предприятие	Количество скважин	Среднее снижение удельного энергопотребления	Среднее снижение удельного энергопотребления
	шт	кВт/м <sup>3</sup>	%
СНГ	724	2,0	20,5
ТНК-Ниж	71	1,8	16,2
<b>Итого:</b>	<b>795</b>	<b>2,0</b>	<b>20,3</b>
На 12.04 2011 года			
Предприятие	Количество скважин	Среднее снижение удельного энергопотребления	Среднее снижение удельного энергопотребления
	шт	кВт/м <sup>3</sup>	%
СНГ	198	2,4	23,5
ТНК-Ниж	88	2,0	17,0
ВНГ	54	3,1	22,0
ТНК-Нягань	122	5,0	25,8
Оренбургнефть	32	4,0	24,5
Сорочинскнефть	39	4,2	20,7
Бугурусланнефть	18	3,4	21,8
ТНК-Уват	8	3,0	14,6
<b>Итого:</b>	<b>559</b>	<b>3,0</b>	<b>22,0</b>

НКТ, отказом в ряде случаев от применения газосепараторов, снижением в ряде случаев глубины спуска УЭЦН.

**В 2010 году мы сделали энергосберегающий дизайн УЭЦН на 795 скважинах и достигли среднего снижения удельного энергопотребления на 2 кВт/м<sup>3</sup>, или 20,3%**

В 2010 году мы сделали энергосберегающий дизайн УЭЦН на 795 скважинах и достигли среднего снижения удельного энергопотребления на 2 кВт/м<sup>3</sup>, или 20,3% (см. «Результаты работ...»). Всего мы реализовали данную технологию уже на 1500 скважинах (10% фонда).

**Когда мы провели более тщательные промышленные эксперименты, преимущества вентильных двигателей не подтвердились**

Самая главная наша задача на сегодняшний день — дальнейшее расширение ее применения. Поэтому основное направление, которым мы сейчас занимаемся, — это обучение технологов, чтобы каждый технолог на своем рабочем месте внедрял данную технологию. На Западе это является обычной практикой.

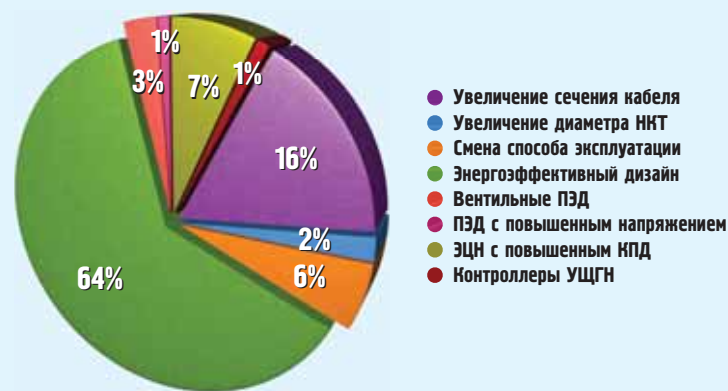
**Вентильные двигатели**

До сих пор ни у кого, в том числе, и у ТНК-ВР, нет хорошего анализа эффективности вентильных двигателей. ТНК-ВР, как и другие компании, занимается закупкой

**Преимуществом двигателей с повышенным напряжением является значительное снижение величины тока — на 40%, и, как следствие, снижение потерь в кабеле — на 30–40%!**

вентильных двигателей. Мы провели статистическую оценку их энергоэффективности — замерили прибором Fluke 59 скважин с ВПЭД и 224 скважины с ПЭД с одинаковыми параметрами дебита и урочня.

Структура мероприятий энергосбережения  
Структура ожидаемого эффекта энергосбережения в 2011 г.



Планируемое изменение структуры мероприятий в 2012 г.



Планируемое снижение удельного энергопотребления до 2013 г.



Первые результаты, которые мы получили, были довольно обнадеживающими — в среднем, 10% снижения активной мощности или 7% удельного энергопотребления.

Но когда мы провели более тщательные промышленные эксперименты, преимущества вентильных двигателей почему-то не подтвердились. Поэтому мы еще до конца не выработали свое отношение к ВЭД, считаем, что нужно

проводить дальнейшие исследования, и призываем всех делиться полученными результатами собственных испытаний.

**ПЭД с повышенным напряжением**

Идею следующего проекта — внедрения двигателей с повышенным напряжением — мы также почерпнули из статьи SPE. По заданию ТНК-ВР ООО «Алмаз»

## Рейтинг основных мероприятий энергосбережения в ТНК-ВР

Технология	Экономическая эффективность		Технологическая эффективность (снижение энергопотребления)		
	Оценка	PI	Оценка	Снижение, %	Снижение, кВт·ч
Энергосберегающий дизайн	Очень высокая, инвестиции не требуются		Средняя	8-15	6-10
Высоковольтные ПЭД ОАО «Алмаз»	Очень высокая, инвестиции не требуются		Низкая	5-7	2-7
Энергоэффективная УЭЦН-400Э «Новомет-Пермь», включающая ЭЦН с повышенным КПД, вентиляльный ПЭД и СУ	Высокая	3,3	Высокая	25	25-50
ЭЦН EZLine 45000 компании Schlumberger	Высокая	2,6	Высокая	8-15	15-30
Вентильные ПЭД со станцией управления (проект замены асинхронного ПЭД с СУ с ЧПС)	Средняя	2,3	Средняя	6-8	5-12
Замена силового кабеля на кабель большего сечения	Средняя	2,1	Средняя	3-6	2-10
Увеличение диаметра НКТ на высококавитных скважинах	Средняя	1,9	Средняя	3-10	7-20

разработало двигатели с повышенным напряжением питания. Технически повышение напряжения достигается изменением типа обмотки статора.


Преимуществом является значительное снижение величины тока — на 40%! И, как следствие, снижение потерь в кабеле — на 30–40%! При этом напряжение увеличивается всего-то до 2000 В. Экономия затрат на электроэнергию составляет, в среднем, \$2,5 тыс. на скважину.

У этого оборудования в США было очень много критиков, которые утверждали, что упадет нагрузка на отказ. У американцев этого не произошло, и мы надеемся, что не произойдет и у нас.

Вместе с тем, необходимо практическое подтверждение высокой надежности высоковольтных двигателей и обеспечение их ресурса на уровне низковольтного оборудования.

В 2010–2011 годах основным мероприятием, проводимым в компании с целью повышения энергоэффективности (см. «Рейтинг основных мероприятий энергосбережения»), является энергосберегающий дизайн УЭЦН.

В 2011 году планируется значительное увеличение эффекта от применения энергосберегающего оборудования (см. «Структура мероприятий энергосбережения»). В целом, в период с 2010 по 2013 год планируется

снизить удельное энергопотребление механизированных скважин на 5%. 



Представительство в РФ и СНГ  
Кавотэк СиАйЭс, ООО

  
Inspired Engineering

- Автоматизированные установки слива-налива нефтепродуктов и сжиженного газа, установки тактового налива (On-Spot) — **Cavotec Meyerinck**;
- Комплексные решения по огнезащите технологического оборудования **PROTEGO®**: трубные огнепреградители, дыхательные и вентиляционные клапаны, резервуарное оборудование;
- Системы дистанционного управления **Cavotec Micro-control** во взрывобезопасном исполнении;
- Электрические разъёмы **Cavotec Connectors** для эксплуатации во всех климатических условиях;
- Кабельные и шланговые барабаны, токосъёмники **Cavotec Alfo, Cavotec Specimas**;
- Кабельные цепи **Brevetti Stendalto**;
- Системы автоматической швартовки **Cavotec MoorMaster**.



124703, Московская обл.,  
г. Видное, ул. Школьная, д. 84а, оф.206  
тел.: +7 (495) 663-91-97, +7 (495) 663-91-99, факс: +7 (495) 663 91 98  
e-mail: info.ru@cavotec.com