



МЕХАНИЗИРОВАННАЯ  
ДОБЫЧА

ДАНИЛА МАРТЮШЕВ  
Заместитель главного конструктора  
ЗАО «Новоамет-Пермь»

# КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ



Комплексный подход к энергосбережению включает три основные составляющие: энергоэффективное оборудование, обладающее повышенным КПД, правильный подбор оборудования — по критерию максимального КПД установки при добыче, и обеспечение работы установки на максимуме КПД в процессе эксплуатации средствами интеллектуальной СУ в течение всего срока службы оборудования.

Применение комплексного подхода позволяет достичь экономии энергопотребления УЭЦН по сравнению с установкой, на которой этого не делается, в 41%.

качественными характеристиками. На сегодняшний день разработан полный ряд оборудования в 5А габарите. Это насосы от 100 до 500 кубов с новыми качественными энергетическими характеристиками.

Если посмотреть на КПД существующих ступеней 5А габарита всех ведущих производителей оборудования (см. «КПД существующих ступеней...») то видно, что общий уровень КПД наших новых насосов (синие треугольники на графике) составляет примерно 70% и соответствует лучшим мировым образцам, а в ряде случаев — в частности, КПД ступеней 5А-100 и 5А-320 — даже превосходит мировой уровень.

Естественно, мы разрабатываем энергоэффективные ступени и в других габаритах (см. «Энергоэффективные ступени»). Для

**М**ы провели анализ и выяснили, сколько электроэнергии теряется в каждом из узлов УЭЦН (см. «Распределение потерь...»). При этом толь-

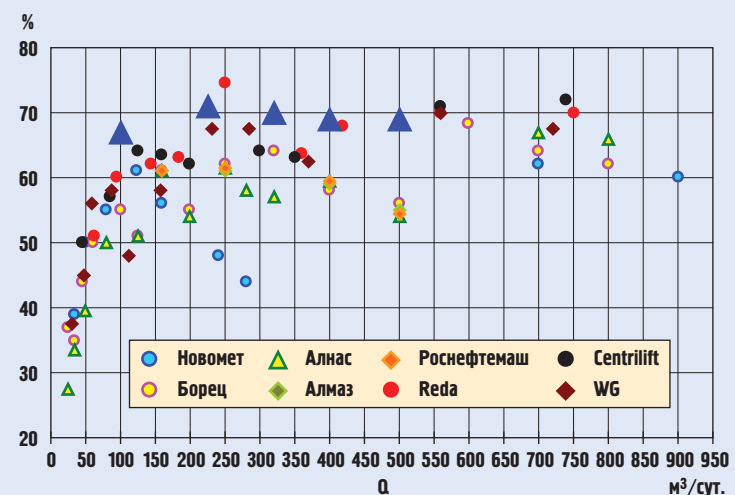
## Только 39% энергии, потребляемой из сети, передается жидкости для ее подъема на поверхность

ко 39% энергии, потребляемой из сети, передается жидкости для ее подъема на поверхность. Все остальное тратится на нагрев, вибрацию, износ, то есть, выбрасывается впустую. Естественно, такая ситуация не может устраивать.

### Новые ступени

Мы взяли за разработку новых насосов и двигателей с новыми ка-

КПД существующих ступеней 5А габарита (серия 406)



Энергоэффективные ступени										
Габарит	Поддача, м³/сут / КПД, %									
2А	30/48	50/61	80							
3	20	40/52	80/63	125/62						
4	20	125								
5	15	30/44	50/56	80	125/66	210/62	250	320/67	400	
5А	80	100/67	160/66	225/71	320/72	400/69	500/69	900		
6	800	1000								
7А	300/67	500/70	650/69	750/76	1000/72					
8	750	1000	1600/76	2000/75	2500/74					

- серийно изготавливаемые ступени

- ступени, планируемые к изготовлению в 2011 г.

- ступени, готовые к испытанию в секции

## ВОПРОСЫ ИЗ ЗАЛА

**Эдуард ТИМАШЕВ, начальник отдела ООО «СамараНИПИнефть»:**  
*Раскройте секрет — за счет чего энергоэффективен ЭЦН?*

**Д.М.:** Мы в этом отношении не первооткрыватели — есть импортные аналоги. Секрет, в основном, сводится к тому, что мы минимизируем гидравлические потери в самой ступени. Делается это математическими методами. Моделируется работа ступени, мы видим зоны завихрения на лопатках и работаем с этими зонами.

**Э.Т.:** То есть, дело только в геометрии?

**Д.М.:** Да, по сути это только изменение геометрии лопаток рабочих ступеней, колес и аппаратов. Мы работаем только с гидравлическими потерями, при этом никак не влияем на механические потери. То есть, не применяем никакие специальные подшипники или какие-то другие хитрости.

**Николай КУЗЬМИЧЕВ, директор ООО «Нефть XXI век»:**

*Вопрос по поводу обеспечения работы установки в максимуме КПД с помощью интеллектуальной станции управления. При расчетах необходимо учитывать характеристику при работе не на воде, а на реальной жидкости. Алгоритмы приведения характеристик насоса для работы на реальной жидкости заложены в станцию управления — в контроллер?*

**Д.М.:** Да.

**Н.К.:** У вас хватает вычислительных мощностей?

**Д.М.:** Да, у нас там промышленный компьютер, который обладает необходимыми мощностями для таких вычислений.

**Ильгизар ДАВЛЕТШИН, ведущий инженер-технолог производственного отдела по надежности и качеству электрогрузных установок ЦБПО ЭПУ ОАО «Сургутнефтегаз»:**

*В «Сургутнефтегазе» основной парк УЭЦН — это «пятидесятки», «тридцатки», «тридцатипятки». Будут ли такие энергоэффективные ступени?*

**Д.М.:** В пятом габарите «пятидесятка» уже освоена. Ее КПД составляет 56%. Можно говорить о ОПИ.

**И.Д.:** А какая там экономия электроэнергии?

**Д.М.:** Думаю, что 30–40% экономии мы получим при применении новой ступени, вентильного электродвигателя и алгоритмов оптимизации при работе скважине.

**Сергей ПЕТРЕНКО, начальник отдела добычи ООО «НК «Роснефть»-НТЦ»:**

*Вы сказали, что у вас создан вентильный двигатель на 6000 оборотов. На какой стадии находится его разработка?*

**Д.М.:** 81 габарит — это серийный двигатель, выпущено уже более 50 штук. 117 габарит — тоже серийный двигатель. 130 габарит — двигатель проходит промысловые испытания.

**С.П.:** Какие у них наработки?

**Д.М.:** На сегодняшний день наработки составляют более 600 суток.

**С.П.:** Они управляются интеллектуальными станциями управления?

**Д.М.:** В настоящий момент — обычными станциями для вентильных двигателей. В дальнейшем будут разработаны соответствующие ИСУ.

**С.П.:** Вы сказали, что алгоритм ИСУ основан на работе датчика погружной телеметрии. Что происходит в случае отказа датчика?

**Д.М.:** Работа без оптимизации, как в случае обычной установки.

тех ступеней, которые уже разработаны, в таблице через дробь от подачи указан фактически достигнутый уровень КПД.

### Вентильные двигатели

Второй элемент, который мы подвергаем модернизации, — это

электродвигатели. Как известно, основное преимущество вентильных электродвигателей по отношению к асинхронным — повышенный КПД. Мы уже серийно выпускаем вентильные двигатели габаритов 81 на 6000 оборотов, 117 на 3000 и 6000 оборотов и 130 габарита на 6000 оборотов.

### Распределение потерь мощности по узлам УЭЦН



### Энергетические потери УЭЦН 5А-500-2000



### Общее потребление из сети



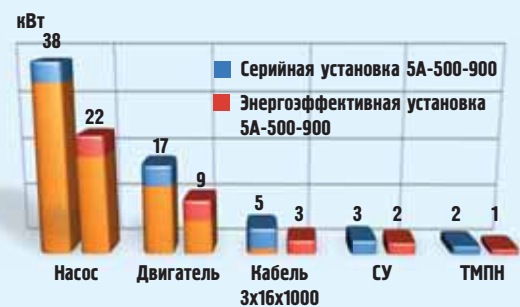
### Общие потери электроэнергии



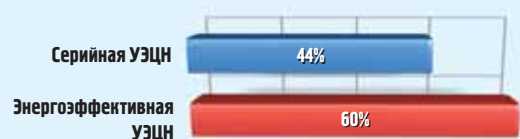
Нужно отметить, что применение с вентильными двигателями станций управления с векторным управлением и синусным фильтром на выходе позволяет поднять КПД двигателя еще на 1–2 пункта.

Если в установке заменить асинхронный двигатель и обычный насос на вентильный двига-

## Энергетические потери по составляющим УЭЦН 5А-500-900



КПД установки



Полезная мощность



Замер мощности, кВт

УЭЦН	Полезная мощность	Погружная часть: ПЭД+ЭЦН	Кабель	Наземная часть: СУ+Фильтр+ТМПН
Серийная	51	106	111	116
Э/эффективная	51	82	85	88

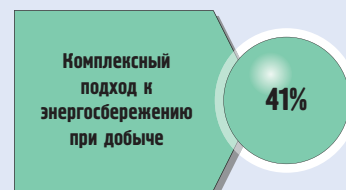
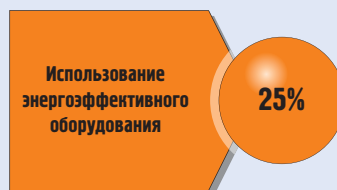
тель и новый насос с повышенным КПД (см. «Энергетические потери УЭЦН...»), то потери в на-

**«Новомет» уже серийно выпускает вентильные двигатели габаритов 81 на 6000 оборотов, 117 на 3000 и 6000 оборотов и 130 габарита на 6000 оборотов**

сосе сокращаются на четверть, поскольку КПД насоса изменится с 60% до 70%. При этом потери

## Оценка эффективности комплексного подхода

	Подача, м³/сут.	КПД насоса, %	КПД установки, %	Мощность установки, кВт	Удельное энергопотребление, кВт·ч/м³
ЭЦН5А-500Э-2000	500	70	56	211	9,75
ЭЦН5А-500-2000	500	59	40	283	13,55
ЭЦН5А-500-2000	350	44	32	244	16,73



двигателя уменьшаются больше чем наполовину.

Связано это с тем, что на двигателе мы имеем уже комплексную экономию от снижения потребления насоса и от снижения потерь в двигателе. Другие элементы установки мы не меняем. Но благодаря уменьшению силы тока, потребляемого двигателем, также уменьшаются потери и в кабеле, и в станции управления, и в трансформаторе.

Вышеприведенные цифры — теоретические, и, естественно, требуют подтверждения. Летом прошлого года был проведен ряд испытаний, в том числе и демонстрационных — с присутствием заказчика, для которых мы изготовили две установки УЭЦН 5А-500 с напором 900 метров: обычную и энергоэффективную. При проведении испытаний они были выведены на одинаковый режим (одинаковые подача и напор). При этом были сделаны прямые замеры потребления из сети и прямые замеры потерь поэлементно в каждой установке.

По итогам измерений экономия, которую мы получили в энергоэффективной установке относительно серийной, составила 24% (см. «Энергетические потери по составляющим...»). Тем самым мы подтвердили расчетные параметры.

## Экономия при эксплуатации

Довольно большое поле для экономии открывается и при эксплуатации УЭЦН. Сегодня только порядка 45% всех установок эксплуатируются в рабочем диапазоне. Взяв установку, работающую на левой границе, мы получили ее КПД — 32%. Взяв новую установку, работающую в оптимальном, получаем КПД — 56%. Цифры очень сильно отличаются.

Для того чтобы при эксплуатации оборудование работало именно в оптимальном КПД, обеспечивая тем самым минимальные энергозатраты, мы предлагаем, прежде всего, воспользоваться блоком подбора энергоэффективных установок в нашей программе для подбора оборудования Novomet-Sel-Pro. С помощью программы уже при подборе установки можно оценить, насколько она будет эффективна с точки зрения потребления электроэнергии.

Собственно на этапе эксплуатации мы предлагаем использование интеллектуальных станций управления, при помощи которых можно обеспечить работу установки в точке максимального КПД. ИСУ по датчикам ТМС получает информацию о давлении на приеме и давлении на выкиде и рассчитывает фактический дебит скважины. Используя эти данные

## Результаты промысловых испытаний

## ТНК-ВР

УЭЦН	ПЭД	Дата запуска	Дата отказа	Qж	Потребляемая мощность, кВт	Наработка, сут.	Удельное потребление
УЭЦН5А	ПВЭДН70П-117	10.02.11	-	400	124	67	7,44
ЭЦНДИЭ5А-400-1650	ПЭД-Я-140-117	19.08.10	04.02.11	330	179	169	13,02

Относительная экономия потребляемой электроэнергии на 1 м<sup>3</sup> добытой жидкости составляет 43% (Талинское месторождение куст 537, скв. 1955)

## ТУРГАЙ ПЕТРОЛЕУМ

УЭЦН	ПЭД	Дата запуска	Qж	Потребляемая мощность, кВт	Наработка, сут.	Удельное потребление
УЭЦН5А-500Э-900	ПВЭДН125-117	27.10.10	600	116	170	4,64
QYB-101-500-900	-	-	529	145	-	6,57
TD-4300 (500-900)	-	-	480	156	-	7,8

## Газпром нефть

УЭЦН	ПЭД	Дата запуска	Qж	Потребляемая мощность, кВт	Наработка, сут.	Удельное потребление
УЭЦН5А-280Э-2000	ПВЭДН125-117	11.04.11	280	211	9	18,4
УЭЦН5А-280-2200	ПЭДН220-117	-	275	149	-	12,8

в режиме постоянного мониторинга, она адаптирует работу установки, постоянно поддерживая ее в точке максимального КПД.

Помимо этого, в нашей станции реализованы и другие режимы интеллектуального управления установкой. Это, в частности, вывод на режим с максимальным КПД, щадящий вывод на режим, поддержание оптимальной подачи, поддержание максимального дебита в рабочем диапазоне и др.

## ОПИ

Что же мы можем получить, применяя именно комплексный подход? Применение только энергоэффективного оборудования позволяет нам сэкономить 25% электроэнергии. Если же мы говорим о том, что еще и подбор делаем в точку максимального

КПД и при эксплуатации обязательно поддерживаем оптимальный режим работы насоса, то по отношению к установке, где это не делается, можно достичь разницы в энергопотреблении в 41% (см. «Оценка эффективности комплексного подхода»).

На сегодняшний день нами уже освоен серийный выпуск энергоэффективных установок. Первыми заказчиками стали такие компании, как ТНК-ВР, «Газпром нефть», «Тургай Петролеум». Шесть установок находятся на опытно-промысловых испытаниях. Критерии их успешности прописаны в программах ОПИ. Это безотказная работа в течение 180 суток и безусловное снижение уровня энергопотребления из сети не менее чем на 10%.

Текущая наработка первой установки, запущенной в ТНК-ВР,

составляет 67 суток. Удельная экономия электроэнергии на куб добытой жидкости — 43% (см.


**Если в установке заменить асинхронный двигатель и обычный насос на вентильный двигатель и новый насос с повышенным КПД, то потери в насосе сокращаются на четверть**

«Результаты промысловых испытаний»). Установка в «Тургай Петролеум» поставлена без проведения ОПИ. Там мы мониторим си-

**На этапе эксплуатации мы предлагаем использование ИСУ, при помощи которых можно обеспечить работу установки в точке максимального КПД**

туацию силами нашего сервиса и сравниваем с аналогичными установками, работающими в других скважинах.

**Если делать подбор установки в точку максимального КПД и при эксплуатации поддерживать оптимальный режим работы насоса, то можно достичь разницы в энергопотреблении в 41%**

Экономия электроэнергии на данной установке достигает 20–30% по сравнению с аналогичными установками, работающими с такими же параметрами. Последняя установка была запущена в апреле 2011 года в компании «Газпром нефть». Она находится в работе, и экономия по ней достигает 30%. 

## БСПЛАТНАЯ НОВОСТНАЯ ЛЕНТА С ТЕМАТИЧЕСКОЙ РАЗБИВКОЙ

Ежедневно более 60 отраслевых новостей:

- политика, экономика, управление
- нефтегазовый сервис
- переработка, химия, маркетинг
- цитаты и мнения отраслевых экспертов



[www.ngv.ru](http://www.ngv.ru)