

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ УСТАНОВОК



ДАНИЛА МАРТЮШЕВ

Зам главного конструктора ДИР, ЗАО «Новомет-Пермь»

АЛЕКСЕЙ ДОЛГИХ

Ведущий специалист по маркетингу бюро рекламы ДИР, ЗАО «Новомет-Пермь»

В данной статье рассказывается об успешном опыте внедрения комплексного подхода к повышению энергоэффективности погружной установки для добычи нефти. Реализация данного подхода позволяет сократить затраты электроэнергии в среднем на 30%, а в ряде случаев и более чем на 50%. Новое оборудование обеспечивает более высокую надежность, в том числе на малодобитном фонде, наиболее подверженном солеотложениям.

Концепция энергоэффективности

Тема энергоэффективности при добыче нефти является сегодня очень актуальной. Множество разных компаний предлагают свои решения и разработки, но все их объединяет узость или «точечность» подходов. Чтобы получить долговременный эффект на месторождении, к вопросу энергоэффективности надо подходить комплексно и всесторонне.

Предлагаемый подход включает в себя три основных аспекта:

1. Надежное оборудование, работающее на повышенных оборотах (до 6000 об/мин.);
2. Правильный подбор комплектации к скважинным условиям;
3. Контроль и управление работой погружной установки

для поддержания оптимальных рабочих параметров.

Изучение потерь в погружной установке (УЭЦН) выявило, что основные из них приходятся на насос, двигатель и погружной кабель. Проведенный для установок 5-125-2000 и 5А-500-2000 анализ показал, что общий КПД не превышает 40%.

Аналогичная картина наблюдается по всему парку отечественного оборудования. Вся остальная энергия, т.е. 60% от общей потребленной из сети, тратится на нагрев, вибрацию, износ и прочие разрушительные процессы. Данный факт приводит к двум основным негативным последствиям: избыточное потребление электроэнергии и снижение надежности оборудования.

Для решения обозначенных проблем разработана и освоена в производстве линейка энергоэф-

фективных насосов, а также двигателей с постоянными магнитами, обладающих повышенным КПД по отношению к асинхронным.

Энергоэффективные насосы освоены в габаритах от 2А до 8-го с подачами от 20 до 3000 м³/сут. (рис. 1). Вентильные двигатели серийно выпускаются в габаритах 81, 117, 130 и 185 мм. Готовится к серийному производству двигатель в габарите 103 мм. Для всех указанных габаритов двигателей готовится к внедрению конструкция секционного двигателя (табл. 1).

Расчетами показано, что совместное применение в погружной установке энергоэффективного насоса и вентильного двигателя позволяет снизить потребление электроэнергии на 20–25%. Для подтверждения заявленных цифр были проведены стендовые испытания установок 5А-500, 5А-400, 5-125.

Рисунок 1. Типоразмеры энергоэффективных установок «Новомет»

Габарит 2А				Габарит 5А			
30	40	50	60	125	140	160	200
70	80	100	125	225	250	280	320
160	180	200		360	400	500	600
Габарит 3				700	800		
40	50	60	70	Габарит 7А			
80	100	125	160	320	360	400	600
180	200	250	280	700	800	900	1000
Габарит 5				1250	1600	1800	2000
20	25	30	35	2200	2400		
50	60	80	100	Габарит 8			
140	160	180	200	1600	1800	2000	2200
210	220	250	320	2500	3000		

Испытания проходили на стендах-скважинах ОКБ БН «Коннас», испытательная среда — вода. Во время испытаний установки были выведены в одинаковый режим по подаче и напору для исключения возможных неточностей по параметрам работы, которые проявляются в реальных скважинах. Для установки 5-125 получено снижение потребления электроэнергии на 23%, для установок 5А-400 и 5А-500 получено снижение на 24%.

На сегодня только 45% всех установок работают в рабочем диапазоне. Для обеспечения работы установки в точке максимума КПД в программе подбора NovometSel-Pro реализован блок подбора энергоэффективной установки. Основной алгоритм работы этого блока сводится к тому, что искусственно сужается рабочий диапазон ступени и мы подбираем насос не по привычному диапазону +/-25% от номинала по подаче, а в диапазоне +/- 5%. Естественно, в таком случае усложняется подбор, т.к. не весь диапазон подач перекрывается существующим рядом ступеней. Этот вопрос решается при помощи подбора необходимой частоты вращения вала установки.

Понятно, что как бы качественно мы ни подбирали установку, при реальной эксплуатации по разным причинам происходит смещение рабочей точки относительно оптимума по КПД. Если при эксплуатации не поддерживать постоянно режим работы на максимуме КПД, то эффект от внедрения энергоэффективных установок может значительно снизиться. Данный вопрос решается применением интеллектуальной станции управления (ИСУ) и наличием в составе установки погружного расходомера. В настоящий момент такое оборудование проходит ОПИ.

Таблица 1. Типоразмеры погружных вентильных двигателей

	Диапазон частот вращения, об/мин	Максимальная мощность, кВт
ПВЭДН-81-6,0	1000 — 6000	90
ПВЭДН-103-3,0	1500 — 4200	140
ПВЭДН-103-6,0	4000 — 6000	280
ПВЭДН-117-0,5	100 — 500	40
ПВЭДН-117-1,0	500 — 1500	80
ПВЭДН-117-3,0	1500 — 4200	225
ПВЭДН-117-6,0	4000 — 6000	400
ПВЭДН-130-3,0	1500 — 4200	300
ПВЭДН-130-6,0	4000 — 6000	600
ПВЭДН-185-3,0	1500 — 4200	800
ПВЭДН-185-6,0	4000 — 6000	1 200

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПРОЕКТА ДЛЯ НЕФТЯНОЙ КОМПАНИИ

Определяющим фактором принятия решения о начале любого проекта в области нефтедобычи является экономическая целесообразность данного проекта. Расчет экономического эффекта от внедрения ЭЭ УЭЦН для нефтяной компании произведен на примере фонда в 200 скважин, находящихся в Западной Сибири. Номенклатура установок: 5 и 5А габарит с подачами от 30 до 400 м³/сут.

Показатели экономической эффективности проекта

Срок расчета проекта	3 года
Объем инвестиций (разница в стоимости ЭЭ и серийных УЭЦН)	80 млн руб.
DPBP — дисконтированный срок окупаемости проекта	18 мес.
NPV — чистый дисконтированный доход	88 млн руб.
PI — индекс рентабельности проекта для заказчика	2,10

Таким образом, комплексный подход к энергосбережению сводится к трем основополагающим моментам:

1. Энергоэффективное оборудование, работающее на повышенной частоте вращения вала;
2. Подбор оборудования по критерию максимального КПД при добыче;
3. Обеспечение работы установки на максимуме КПД средствами ИСУ.

Эффективность

Промысловое внедрение этой инновационной разработки началось в начале 2011 года с поставок первых установок в ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз». Вслед за первыми спусками последовали опытно-промышленные испытания и прямые поставки в нефтяные компании Российской Федерации, Казахстана, Азербайджана, Колумбии, Египта и других стран.

На текущий момент отгружено заказчикам уже более 800 установок, из которых половина запущены в работу и 300 продолжают успешно добывать нефть.

Наиболее массовое внедрение проходило на фонде, обслуживаемом ОП «Новомет-Ноябрьск». С 2011 года здесь было запущено в работу 268 энергоэффективных установок, позволивших сэкономить 21 568 000 кВт*ч электроэнергии.

Уровень снижения удельного расхода электроэнергии на разных месторождениях очень сильно различался и в среднем составил 30% (рис.2).

Полученный эффект от применения энергоэффективного оборудования зависел как от пластовых условий в конкретной скважине, так и от компоновки ранее работавшей в ней УЭЦН. Эффект более 50% получен в тех скважинах, где предшествующая установка работала не в оптимальном режиме. Зачастую это было связано с неправильным расчетом и подбором компоновки. Применение программного комплекса NovometSel-Pro при подборе оборудования позволяет обеспечить работу системы «скважина–установка» в наиболее оптимальных условиях.

В начале эксплуатации энергоэффективных установок нефтяники зачастую высказывали опасения, что эффект от их применения будет нивелироваться в течение времени и спустя два-три месяца установка по своим характеристикам ничем не будет отличаться от серийных. Однако полученные эксплуатационные данные по установкам с наработками более года развеяли эти опасения (рис.3). На протяжении всего срока эксплуатации сохраняется полученный эффект по снижению удельного расхода электроэнергии. Это достигается за счет конструкции насоса и электродвигателя, обеспечивающих высокую надежность.

Таким образом, можно констатировать тот факт, что энергоэф-

Рисунок 2. Распределение эффекта от внедрения энергоэффективных установок

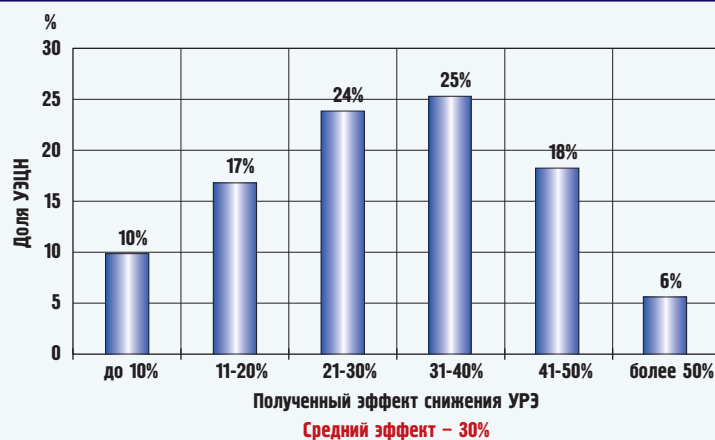
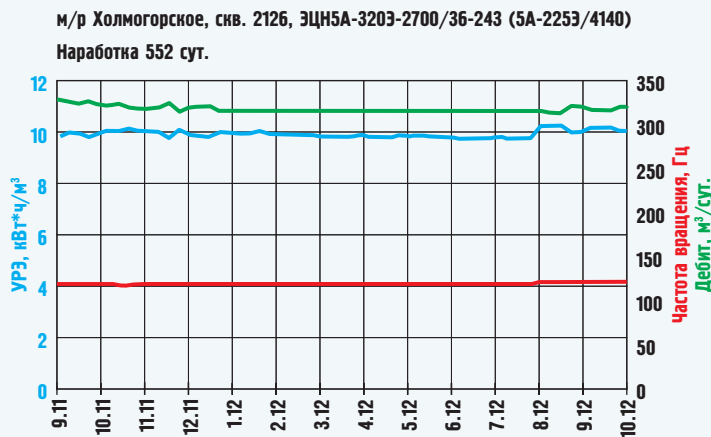


Рисунок 3. Динамика изменения удельного расхода электроэнергии



фективные установки позволяют снизить на 30% затраты на электроэнергию, при этом полученный эффект сохраняется на всем протяжении работы установки.

Надежность

При разработке и последующем внедрении энергоэффективного оборудования одним из важнейших критериев было обеспечение надежности нового оборудования выше существующего среднего уровня.

Несмотря на предварительную отработку технологии и конструктива на стендах, при первых внедрениях данного оборудования были выявлены и устранены некоторые «детские болячки». Проведенные работы позволили повысить надежность энергоэффективного оборудования в 1,4 раза. В 2012 году запущено 23 обновленных энергоэффективных установки, по которым произошел всего 1 отказ по причине засорения и 2 установки остановлены по ГТМ. Текущий МРП составляет 1455 суток.

Достигнутая текущая надежность уже превышает надежность серийного оборудования (рис. 4). При этом удалось обеспечить равнонадежность энергоэффективных установок во всем диапазоне частоты вращения до 6 000 об/мин. (рис. 5).

Отдельно хотелось бы отметить тот факт, что наибольшего эффекта по надежности удалось достичь на сервисных проектах, где нами осуществляется полный контроль за соблюдением технологии на всех этапах внедрения и эксплуатации энергоэффективного оборудования.

Высокий уровень КПД энергоэффективных установок приводит к существенному снижению количества энергии, идущей на нагрев установки и перекачиваемой жидкости. Таким образом, в скважине сохраняются термобарические условия, препятствующие отложениям солей на эле-

ментах установки, что, в свою очередь, ведет к повышению наработок, особенно на малодобитном фонде. В зависимости от пластовых условий и динамики отбора жидкости средняя доля отказов серийного оборудования по причине влияния солей достигает 10%. За почти уже два года эксплуатации энергоэффективного оборудования из более чем 400 запущенных установок был зафиксирован всего один отказ по

причине солеотложений (единственный)!


Таким образом, на сегодняшний день энергоэффективные установки являются высоконадежным оборудованием, позволяющим не только снижать затраты на электроэнергию при добыче нефти, но и увеличивать наработку, особенно на малодобитном фонде, наиболее подверженном солеотложениям. 

Рисунок 4. Надежность энергоэффективного оборудования

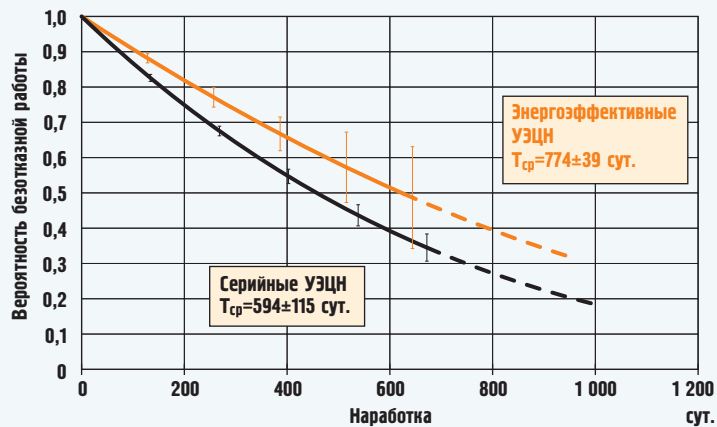
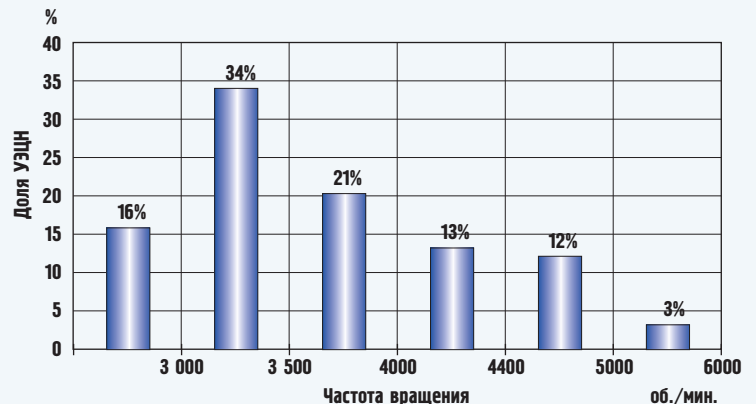


Рисунок 5. Зависимость надежности от частоты вращения вала



Общая Надежность, сут	Частота вращения об./мин.					
	3 000	3 500	4 000	4 400	5 000	6 000
673±146	522	743	872	614	562	2059
МРП, сут	145	162	185	154	153	59
ННО, сут						