



РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНЫХ И АСИНХРОННЫХ ПЭД

ЛУНЕВ Никита Вячеславович
Руководитель группы по внедрению
оборудования по Нижневартовскому
региону ООО «ПК «Борец»

АМЕЛЬЧЕНКО Вадим Григорьевич
Заместитель директора ОП ООО «ПК «Борец»
в г. Нижневартовске по инженерной поддержке
внедрения нефтепромыслового оборудования



Сравнительные испытания асинхронного и вентильного ПЭД, показали возможность снижения удельного энергопотребления на подъем жидкости при эксплуатации ВЭД на 11–13% по сравнению с асинхронным ПЭД. Удельное энергопотребление при управлении ВЭД с помощью СУ «Борец ВД-80» выше на 2,7%, чем при управлении ВЭД станцией «Борец ВД-105». Эксплуатация ВЭД в комплекте со станцией «Борец ВД-105» в сравнении асинхронным ПЭД в комплекте с СУ с ЧПС на частотах 45 и 55 Гц эффективнее в среднем на 15%.

Замеры параметров работы ВЭД и ПЭД, проведенные в 2010 году на заводе «Лысьваннефтемаш» показали что, средняя экономия электроэнергии при переходе на использование вентильного двигателя составляет почти 11%. В случае снижения скорости вращения двигателя и загрузки можно достичь экономии в 15%. Полученные результаты соответствуют теоретическим расчетам и стендовым испытаниям.

ЦЕЛИ ИСПЫТАНИЙ И ПОДБОР СКВАЖИН-КАНДИДАТОВ

В соответствии с протоколом практической конференции ТНК-ВР в июне 2011 года были организованы сравнительные испытания по оценке потребления электроэнергии в реальных условиях эксплуатации. В испытаниях приняли участие специалисты мехдобычи компании ТНК-ВР и Производственной компании «Борец». В ходе испытаний применялись СУ, как старого, так и нового образца.

Программа испытаний была направлена на решение двух задач: определение энергоэффективности ВЭД производства «ПК «Борец» по сравнению с асин-

хронными ПЭД и подтверждение результатов стендовых испытаний вентильных приводов.

Выбор скважины-кандидата для проведения опытно-промышленной эксплуатации (ОПЭ) осуществлялся в соответствии со следующими критериями:

- работающее оборудование должно эксплуатироваться в условиях близких к оптимальным, в рабочей зоне характеристики ЭЦН, без технологических отклонений, влияющих на износ ЭЦН, отсутствие негерметичности НКТ и др.;
- скважина не должна быть подвержена выносу механических примесей в объеме, превышающем допустимые значения для ЭЦН, что обеспечит использование оборудования без засорения как с асинхронным ПЭД, так и с ВЭД;
- скважина должна обладать потенциалом, обеспечивающим возможность работы насоса на различных частотах вращения;
- скважина должна иметь низкий дебит по нефти для минимизации потерь в добыче на время проведения сравнительных испытаний.

Для проведения испытаний с учетом перечисленных критериев была выбрана скв. №33 куста 5 Гунь-Еганского месторождения ОАО «ТНК-Нижневартовск». На начало испытаний скважина имела следующие пластово-скважинные параметры: $Q_{ж} = 50 \text{ м}^3/\text{сут}$; $H_{дин} = 1620 \text{ м}$; обводненность — 96%, текущая нарботка насосного оборудования составляла 120 сут.

В соответствии с совместно утвержденной программой ОПИ были выполнены девять этапов работ (см. «Этапы испытаний вентильных и асинхронных ПЭД»).

В ходе ОПИ использовались серийные установки электроцентробежных насосов (табл. 1).

Таблица 1

Комплектация УЭЦН с ВЭД и ПЭД		
Оборудование, параметры	Установка с ПЭД	Установка с ВЭД
Насос	Насос ЭЦН5-50-2100, 386 ступеней (ремонтный)	
Электродвигатель	ПЭДЯТ36-117	1ВЭДБТК36-117
Газосепаратор	МНГСЛ5-250 (ремонтный)	
Гидрозащита	ПА92	1ПБ92
Кабель	3х16, П-16 КППБПТ-120	3х16 ,КПвПпБП-130
Станция управления	СУ с ЧПС	Борец ВД-105 (Борец ВД-80)
Глубина спуска, м	2280	2272



КАВЕРИН Михаил Николаевич
Начальник отдела механизированной
добычи ЦЭПИТР ОАО «ТНК-ВР»



КОСИЛОВ Дмитрий Александрович
Начальник ПО ОАО «ТНК-Нижневартовск»

Таблица 2

Результаты сравнительных испытаний асинхронного и вентильного двигателей

Рабочая частота ПЭД	45 Гц			50 Гц			55 Гц		
	2700 об/мин			2850 об/мин			3100 об/мин		
Тип станции управления	$Q_{ж}$, м ³ /сут	Активная мощность, кВт	Удельное э/потребл. кВт/м ³ .сут	$Q_{ж}$, м ³ /сут	Активная мощность, кВт	Удельное э/потребл. кВт/м ³ .сут	$Q_{ж}$, м ³ /сут	Активная мощность, кВт	Удельное э/потребл. кВт/м ³ .сут
СУ ШГС 5805				50	35.3	16.9			
СУ с ЧПС	47	31	15.8				57.6	48.9	20.4
СУ Борец ВД-105	46.2	25.5	13.2	49	30	14.7	55.9	40.5	17.4
СУ Борец ВД-80	46.5	29	15.0	49	30.8	15.1			

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Основные параметры и результаты сравнительных испытаний асинхронного и вентильного двигателей приведены в таблицах 2 и 3.

Анализ результатов сравнительных испытаний показал:

1. Удельное энергопотребление на подъем 1 м³ жидкости при эксплуатации ВЭД в комплекте с СУ «Борец ВД-105» снизилось на 13,3%, а в комплекте с СУ «Борец ВД-80» — на 11% по сравнению с асинхронным двигателем в комплекте с СУ ШГС 5805.

2. Удельное энергопотребление при управлении ВЭД с помощью СУ «Борец ВД-80» выше на 2,7%, чем при управлении ВЭД станцией «Борец ВД-105».



Таблица 3

Анализ изменения удельного энергопотребления при использовании различных станций управления на разных режимах

Тип СУ	Рабочая частота ПЭД	45 Гц	50 Гц	55 Гц
	Кол-во оборотов ВЭД	2700 об/мин	2850 об/мин	3100 об/мин
	Показатели	Изменение удельного энергопотребления, %		
СУ Борец ВД-105	Разница в сравнении с ШГС5805		-13,3	
	Разница в сравнении с СУ ЧПС	-16,3		-14,7
СУ Борец ВД-80	Разница в сравнении с ШГС5805		-11,0	
	Разница в сравнении с СУ ЧПС	-5,4		
	Разница в сравнении с Борец ВД105	12,0	2,7	

ВЫДЕРЖКИ ИЗ ОБСУЖДЕНИЯ

Вопрос: Никита Вячеславович, какие ВЭД — одно- или двухсекционные присутствуют у вас в линейке и какова максимальная мощность этих двигателей?

Никита Лунев: В настоящее время в линейке «Борец» присутствуют только двигатели в односекционном исполнении. Над созданием двухсекционного двигателя работа ведется.

На высокодебитных скважинах применяются ВЭД мощностью 250 кВт. Теоретически этот показатель можно увеличить, но вряд ли это будет востребовано.

Вопрос: «Борец» выпускает только энергоэффективные двигатели или энергоэффективные насосные установки тоже?

Н.Л.: Конечно, наше предприятие производит установки энергоэффективного дизайна, уже создана достаточно широкая линейка этого оборудования. Надо сказать, что сам по себе ВЭД нельзя рассматривать как средство для решения проблемы энергоэффективности, для этого необходимо принимать во внимание эффективность работы всех узлов насосной установки.

Вопрос: Вы упомянули о том, что КПД СУ «Борец ВД-80» и «Борец ВД-105» отличаются на 3%. С чем связано это различие?

Н.Л.: В СУ «Борец ВД-105» усовершенствован входной фильтр, позволивший повысить КПД.

Вопрос: Какие типы регистраторов вы применяете для контроля работы СУ?

Н.Л.: С конца 2010 года во все нефтяные компании мы поставляем станции, оборудованные USB-портом, будь то станции с контроллерами старого образца или универсальные СУ.

3. Эксплуатация ВЭД в комплекте со станцией «Борец ВД-105» по сравнению с асинхронным ПЭД в комплекте с СУ с ЧПС на частотах 45 и 55 Гц эффективнее в среднем на 15%.

Данные результаты были подтверждены аналогичными испытаниями вентильного оборудования «Борец», проведенными в штате Техас (США) в сентябре 2011 года. Наземное оборудование было установлено на при-

ЭТАПЫ ИСПЫТАНИЙ ВЕНТИЛЬНЫХ И АСИНХРОННЫХ ПЭД

1. Выбор скважины-кандидата
2. Установка сертифицированного счетчика
3. Проведение суточных замеров подачи жидкости, динамического уровня, энергопотребления на установившемся режиме работы при частоте 50 Гц
4. Замена наземной СУ с ШГС 5805 на СУ с ЧПС
5. Проведение суточных замеров отбора жидкости, динамического уровня, энергопотребления на установившемся режиме работы в двух точках: при уставке частоты вращения ПЭД 45 и 55 Гц
6. Замена подземной и наземной электрической части установки на вентильный привод и СУ «Борец ВД-105»
7. Проведение суточных замеров отбора жидкости, динамического уровня, энергопотребления на установившемся режиме работы в трех точках при частоте вращения ВЭД 2700, 2850 и 3100 об/мин, что соответствовало замерам отбора жидкости, динамического уровня при использовании асинхронного ПЭД на частотах в 45, 50 и 55 Гц с учетом скольжения
8. Замена СУ «Борец ВД-105» на СУ «Борец ВД-80». После выхода скважины на установившийся режим произведен замер отбора жидкости, динамического уровня, энергопотребления при рабочей частоте вращения ВЭД 2850 об/мин, что соответственно равно частоте 50 Гц на асинхронном ПЭД с учетом скольжения
9. Сравнительный анализ полученных данных.

цепе длиной 5,5 метров грузоподъемностью 5,4 т и включало следующие устройства: СУ «Борец-ВД250/300»; выходной повышающий трансформатор 520 кВА; разъединитель 400 А; фильтр гармонических колебаний 250 кВА; отсек для внешнего подключения кабелей; многофункциональные анализаторы сети Shark 200 и Nexus 1500, последний устанавливался на выходе повышающего трансформатора. Полученные в ходе испытаний в США параметры оказались несколько выше аналогичных для скважин «ТНК-Нижневартовска» (табл. 4), что объясняется большей мощностью двигателей. ♦

Таблица 4

Результаты сравнительных испытаний асинхронного и вентильного двигателей (Техас)							
Тип з/дв.	Частота, Гц	Давление на входе, фунт/кв. дюйм (атм)	Нагрузка з/двигателя, %	Температура обмотки з/двигателя, °F (°C)	Расчетный КПД з/двигателя, %	Потребление з/з, кВт·ч	Экономия з/энергии, %
ВЭД	52,7	603 (41)	63	186 (85)	90,8	133,3	17,6
	57,5	545 (37)	78	199 (92)	91,1	177,0	16,2
	60,5	505 (34)	89	210 (98)	90,7	210,9	13,9
ПЭД	55,8	601 (40)	67	182 (83)	80,4	161,8	
	61,6	545 (37)	83	187 (86)	82,9	211,3	
	65,9	505 (34)	97	192 (88)	84,0	245,0	