



БЕСТРАНСМИССИОННЫЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ПРИВОД РЕДУКТОРА СТАНКА-КАЧАЛКИ

Полная версия презентации размещена на сайтах
Экспертного Совета по механизированной добыче
и «Нефтегазовой Вертикали»



О. УСАЧЁВ (ДОКЛАДЧИК)

М. ГИНЗБУРГ,

А. ЕГНУС, к.т.н.,

В. ПАВЛЕНКО, к.т.н.,
ООО «РИТЭК-ИТЦ»

Несмотря на многообразие конструктивных решений приводов штанговых скважинных насосных установок (с речечным, винтовым, гидропнев-

Созданный специалистами ООО «РИТЭК-ИТЦ» бестрансмиссионный привод редуктора станка-качалки обеспечивает снижение энергопотребления, трудоемкости обслуживания и повышение эффективности управления процессом добычи нефти УШГН.

Создание такого привода — это первая реализация в нефтяном машиностроении России актуальной сегодня мировой тенденции перехода на прямой привод, создаваемый на базе синхронных электродвигателей с постоянными магнитами.

Мы выражаем благодарность руководству и коллективу ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», которые поддерживали эту разработку в течение ряда лет. В разработке и испытаниях привода участвовали ОАО «НИПТИЭМ» (г. Владимир) и ООО «Темп-Электро» (г. Пермь).

матическим и др. приводами), основным типом уже многие десятилетия остается балансирный привод с механической трансмиссией. За последние годы никаких существенных конструктивных усовершенствований этого привода не было.

Основным направлением повышения эффективности эксплуатации установок скважинных штанговых насосных (УШГН) является их оснащение регулируемым приводом с алгоритмами управления, обеспечивающими

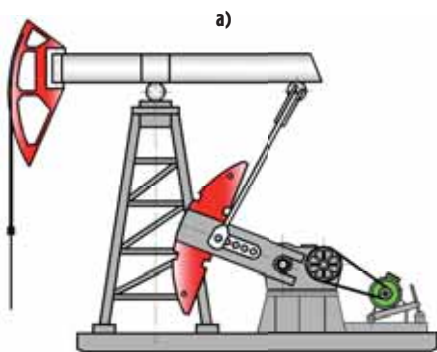
оптимизацию режима отбора скважинной продукции.

Рынок представлен широким набором решений, обеспечивающих управление приводом УШГН. Только российские разработчики и производители сегодня предлагают более десяти моделей станций управления, отличающихся по способам обработки данных, алгоритмам откачки, отображению параметров работы и другим критериям.

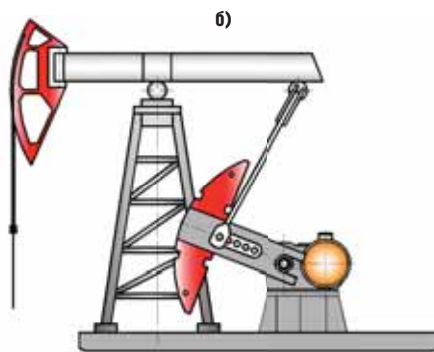
Однако следует отметить, что алгоритмы интеллектуального управления асинхронным приводом станка-качалки (СК) не могут быть реализованы в полном объеме и с максимальным эффектом, так как асинхронный электродвигатель (АД) не относится к типу электрических машин, имеющих широкие регулировочные возможности. Кроме того, КПД серийного АД существенно снижается при режиме недогрузки, характерном для УШГН.

Более эффективное использование — по энергопотреблению и управлению приводами различного оборудования — обеспечивают вентильные электродвигатели с постоянными магнитами в роторе, которые представляют

РИС.1 СТАНОК-КАЧАЛКА



С традиционной клиноременной передачей



С соосно установленным электродвигателем

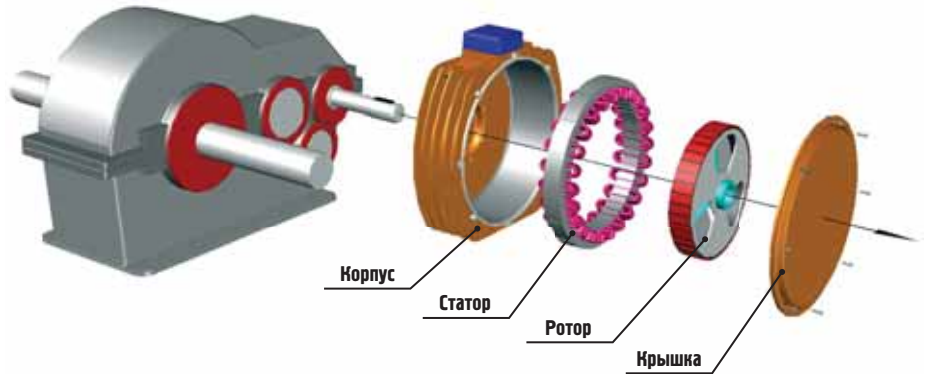
собой интегрированную систему регулируемого электропривода, одновременно осуществляющую и преобразование энергии, и управление преобразователем энергии.

Как считает специалист по электроприводам д.т.н., профессор Петер Ф.Брош (факультет электротехники и информационных технологий Высшей школы прикладных наук и искусств, г. Ганновер), «асинхронный двигатель до сих пор остается «рабочей лошадкой» приводостроения. Однако в области приводов с изменяемым числом оборотов все большую конкуренцию ему составляет синхронный двигатель с постоянными магнитами. Такой двигатель имеет большой КПД, а также дает выигрыш по потреблению энергии, так как при использовании постоянного магнита отпадает необходимость в намагничивающем токе. В перспективе асинхронные двигатели будут заменены синхронными двигателями с постоянными магнитами с электронной коммутацией во всех областях применения, где скорость вращения регулируется частотным преобразователем».

Высокие энергетические и регулировочные характеристики вентильных приводов позволили специалистам ООО «РИТЭК-ИТЦ» в рамках корпоративного проекта ОАО «ЛУКОЙЛ» создать на их основе приводы установок погружных центробежных и винтовых насосов, которые признаны мировым нефтяным сообществом в качестве эффективного нефтяного оборудования.

Замена в УШГН асинхронных электродвигателей на вентильные позволяет более эффективно реализовать современные алгоритмы управления процессом добычи нефти этим оборудованием. Однако эффективность управления, даже при использовании в составе привода СК вентильного электродвигателя, не может быть реализована в полной мере при сохранении в качестве элемента привода клиноременной передачи (см. рис. 1а), которая не только снижает его КПД, но и из-за возможного проскальзывания нарушает синхронизацию системы управления и исполнительного

РИС.2 ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДВИГАТЕЛЯ И СХЕМА ЕГО УСТАНОВКИ НА РЕДУКТОРЕ



механизма. Сохраняются также затраты, обусловленные простоями во время ремонтов и обслуживания клиноременной передачи.

Таким образом, проблемы, обусловленные сохранением в составе приводов СК стандартного АД и клиноременной передачи, следует отнести к недостаткам предлагаемых сегодня технических решений в области совершенствования их функциональных, ресурсных и энергетических характеристик.

Специалисты ООО «РИТЭК-ИТЦ» не согласились с пессимистической оценкой «перспектив конструктивных улучшений» приводов СК, получив патенты на полезную модель «Привод станка-качалки», «отличающийся тем, что ротор приводного электродвигателя установлен соосно и механически соединен с входным ва-

лом механического редуктора, а статор и корпус приводного электродвигателя механически соединены с корпусом механического редуктора», при этом «приводной

В перспективе асинхронные двигатели будут заменены синхронными двигателями с постоянными магнитами с электронной коммутацией во всех областях применения, где скорость вращения регулируется частотным преобразователем

электродвигатель выполнен в виде вентильной электрической машины с возбуждением от постоянных магнитов» (см. рис.1б).

Возможность обеспечения больших моментов при малых

ТАБЛ.1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЯ ВДПМ-СК-22В

№	Показатель	Величина
1 Номинальные значения при частоте вращения 450 об./мин		
1.1	Мощность, кВт	22
1.2	Момент, Нм	470
1.3	Напряжение, В	296
1.4	Ток, А	48,5
1.5	КПД, %	91
2 Диапазон регулирования частоты вращения, об./мин		86–450
3 Габариты		
3.1	Диаметр, мм	770
3.2	Длина, мм	300
4 Масса, кг		295

Условное обозначение двигателя:

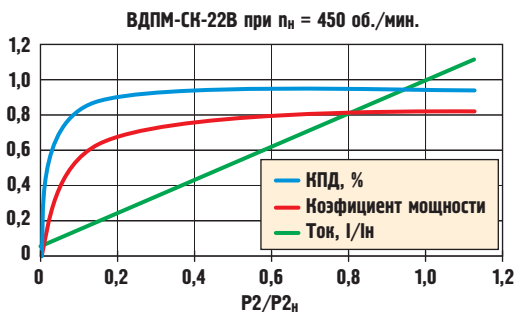
ВДПМ — вентильный двигатель с постоянными магнитами;

СК — станок-качалка;

22 — мощность, кВт (при частоте вращения 450 об./мин);

В — встроенный

РИС.3 РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЯ



скоростях вращения и высокая удельная мощность позволили создать двигатель в виде цилиндра с малой высотой, который размещен в пространстве между корпусом редуктора и вращающимися кривошипными, и устано-

РИТЭК-ИТЦ: в рамках проекта ОАО «ЛУКОЙЛ» созданы вентильные приводы установок погружных центробежных и винтовых насосов, которые признаны мировым нефтяным сообществом в качестве эффективного оборудования

вить его непосредственно на входной вал редуктора станка-качалки (см. рис.2).

При проектировании двигателя учитывались следующие ограничения:

- (1) Двигатель должен быть установлен на посадочное место крышки подшипника входного вала редуктора, и его длина должна вписываться в пространство между редуктором и кривошипом СК;
- (2) Двигатель должен представлять собой закрытую машину с есте-



ственным охлаждением без наружного вентилятора. Способ охлаждения 1С0041 по ГОСТ 20459-87 «Машины электрические вращающиеся. Методы охлаждения. Обозначения».

С учетом отсутствия принудительного охлаждения нагревостойкость изоляции обмотки была повышена с класса «F», применяемой в асинхронных электродвигателях для станков-качалок, на класс «H» (180°C). Требования по условиям эксплуатации аналогичны требованиям к асинхронным электродвигателям для станков-качалок.

Технические характеристики разработанного низкооборотного вентильного электродвигателя ВДПМ-СК-22В представлены в табл.1.

Испытания электродвигателя проводились на специальном стенде по «Программе и методике испытаний опытного образца электродвигателя с постоянными магнитами для станка-качалки», разработанной в соответствии с требованиями ГОСТ 11828-86

«Машины электрические вращающиеся. Общие методы испытаний» и ГОСТ 7217-87 «Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные. Методы испытаний».

Нагрузочное устройство стенда, включающее в себя асинхронный генератор, управляемый преобразователем, обеспечивает рекуперацию энергии в сеть, а также различные режимы нагрузки испытываемого двигателя, в том числе циклические (с заданным законом изменения момента), характерные для привода СК.

Измерительная часть стенда обеспечивает контроль параметров испытаний, их визуализацию, протоколирование и хранение полученных результатов в памяти компьютера, осциллографирование напряжения, токов и моментов, а также математическую обработку измеряемых величин. Измерение электрических параметров проводится с точностью не ниже 0,5%.

Тепловые испытания - измерение температуры обмотки, ротора

ТАБЛ.2 КОМПЛЕКТАЦИЯ СТАНДАРТНОГО И ИСПЫТУЕМОГО ПРИВодОВ

Объект испытаний	
Станок-качалка СКДР8-3-Ш с редуктором ЦЗНШ-450-40 (90)	
Комплектация до испытаний	Комплектация с новым типом привода
Электродвигатель	
Двигатель асинхронный АИР 180S4 (N = 22 кВт, n = 1460 об./мин.)	Вентильный электродвигатель ВДПМ-СК-22В
Трансмиссия от двигателя к редуктору станка-качалки	
защитное ограждение, сменные шкивы, клиноременная передача	нет
Аппаратура управления	
Блок управления БУС-4	Станции управления SALT-ВД (ООО «Темп-Электро», г. Пермь)

ТАБЛ.3 СНИЖЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ЗАМЕНЕ В СК АСИНХРОННОГО ПРИВОДА НА ВЕНТИЛЬНЫЙ ВДПМ — СК-22В

Показатель	Комплектация УШГН	
	Стандартный асинхронный привод	Привод на основе электродвигателя ВДПМ — СК-22В
Частота качаний, 1/мин.	5,4	5,4
Подача, м ³ /сут.	11,4	11,1
Энергопотребление, кВт*час/сут.	157,8	127,9
Снижение удельного энергопотребления		
кВт*час/м ³	-	2,3
%	-	16,7

и корпуса — проводились при двух режимах работы: S1 и циклическом S8 при номинальных моментах и минимальной и максимальной частоте вращения.

Максимальный перегрев обмотки статора относительно температуры окружающей среды составил 60°C в режиме циклической нагрузки на нижней границе скоростного диапазона. Учитывая, что температурный класс обмотки соответствует 180°C, массогабаритные характеристики двигателя могут быть оптимизированы.

На рис.3 приведены рабочие характеристики двигателя ВДПМ — СК-22В.

Промысловые испытания привода проводились на скважине №318 Ярино-Каменноложского месторождения ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» в марте 2014 года.

Комплектация стандартного и испытуемого приводов представлена в табл.2.

Программа испытаний предусматривала два этапа:

На первом этапе проводились:

1. Сбор и систематизация данных измерений, характеризующих работу СК с приводом серийной комплектации для создания базы для сравнения;
2. Проверка конструктивных параметров и технологичности монтажных операций. Фактическое время монтажа (со всеми подготовительными операциями) составило 55 мин.;
3. Проверка энергетических и функциональных характеристик нового привода, снятие динамограмм, измерение суточного дебита и энергопотребления, обеспечение режимов запуска, регулирование частоты качания в

ручном и автоматическом режимах, проверка влияния внутрицикловое изменение частоты вращения на пиковые значения усилий в механических узлах СК.

Эффективность управления, даже при использовании в составе привода СК вентильного электродвигателя, не может быть реализована в полной мере при сохранении в качестве элемента привода клиноременной передачи

Снижение удельного энергопотребления при замене в СК асинхронного привода на вентильный составляет 16,7% (см. табл.3).

РИТЭК-ИТЦ получил патенты на полезную модель «Привод станка-качалки», где применен бестрансмиссионный привод редуктора СК

Проведенные испытания подтвердили работоспособность заложенных в системе управления интеллектуальных алгоритмов, автоматически оптимизирующих параметры отбора скважинной продукции и снижающих пиковые значения усилий в механических

Такое инновационное решение обеспечивает снижение энергопотребления, трудоемкости обслуживания и повышение эффективности управления процессом добычи нефти УШГН — испытания продолжаются...

узлах СК. Отработка таких режимов запланирована на второй этап испытаний, который будет завершен до конца 2014 года. 