

Направление 3
ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА, ЭЛЕКТРОПРИВОД
И АВТОМАТИКА
ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВОК

УДК 622.276

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОБЫЧИ НЕФТИ
ИЗ НИЗКОДЕБИТНЫХ СКВАЖИН

Е. М. ОГАРКОВ, П. Н. ЦЫЛЕВ,
А. Д. КОРОТАЕВ, А. М. БУРМАКИН

Пермский государственный технический университет

Обосновывается необходимость и целесообразность применения дугостаторного электропривода для штанговых насосов станков-качалок низкодебитных скважин.

Парк низкодебитных скважин с притоком жидкости менее 5 тонн в сутки непрерывно возрастает. Причинами этого являются геологические условия на данном участке месторождения и истощение нефтеносных пластов.

Приток жидкости в скважину во многом определяется разностью пластового давления и давления внутри скважины, зависящего от динамического уровня жидкости. Если динамический уровень максимален, то внутрискважинное давление уравнивает пластовое и приток жидкости в скважину прекращается. При снижении динамического уровня давление в забое скважины уменьшается, а приток жидкости возрастает. В случае, когда динамический уровень находится у приема глубинного насоса, давление в забое скважины минимально, а приток жидкости максимален.

Добыча жидкости из низкодебитных скважин, как правило, производится штанговыми глубинными насосами. Возвратно-поступательное движение колонны насосных штанг и соединенного с ними плунжера насоса обеспечивается станком-качалкой, в состав оборудования которого входят: 3-х фазный асинхронный короткозамкнутый электродвигатель с комплектом сменных шкивов

различного диаметра, клиноременная передача, редуктор, кривошипно-шатунный механизм, коромысло с балансиром и тросовая подвеска.

В таблице 1 приведены данные по числу качаний коромысла станка-качалки СК-8 при различных диаметрах шкива на валу электродвигателя. В этой таблице приняты следующие обозначения:

- d_1 – диаметр шкива на валу асинхронного электродвигателя;
- d_2 – диаметр шкива на входном валу редуктора;
- i_1 – передаточное число клиноременной передачи;
- i_2 – передаточное число редуктора;
- i_3 – общее передаточное отношение редуктора и клиноременной передачи;
- M_1 – момент нагрузки на валу электродвигателя;
- M_2 – расчетный момент нагрузки на входном валу редуктора;
- n_1 и k_1 – число качаний коромысла в минуту и коэффициент использования мощности двигателя при установке на станке-качалке электродвигателя мощностью 30 кВт с номинальной частотой вращения 960 об/мин.;
- n_2 и k_2 – число качаний коромысла в минуту и коэффициент использования мощности двигателя при установке на станке-качалке электродвигателя мощностью 22 кВт с номинальной частотой вращения 720 об/мин.

Таблица 1

**Зависимость частоты качаний коромысла
от диаметра шкива на валу электродвигателя**

d_1	мм	200	224	250	280	315
d_2	мм	900				
i_1	о. е.	4,5	4	3,6	3,2	2,86
i_2	о. е.	40				
i_3	о. е.	180	160	144	128	114
M_1	Нм	160	180	200	225	252
M_2	Нм	720				
n_1	кач/мин.	5,3	6	6,7	7,5	8,4
k_1	о. е.	0,53	0,6	0,67	0,75	0,84
n_2	кач/мин.	4	4,5	5	5,6	6,3
k_2	о. е.	0,55	0,61	0,68	0,77	0,86

Анализ табличных данных показывает, что существующая система электропривода станка-качалки позволяет получить 4÷8,4 качания коромысла в минуту, что требуется для обеспечения непрерывного режима работы скважины при дебите, превышающем 10 тонн в сутки. Использование данной системы электропривода на станках-качалках, установленных на низкодебитных скважинах, приводит к необходимости перехода к циклическому режиму экс-

платации, который можно характеризовать продолжительностью включения скважины:

$$\hat{I} \hat{A} \% = \frac{t_p}{t_p + t_0} \cdot 100 \% ,$$

где t_p , t_0 – время работы и время отключения.

Перевод скважин в циклический режим работы связан с рядом недостатков, основными из которых являются: уменьшение добычи нефти, увеличение установленной мощности асинхронного электродвигателя, рост динамических нагрузок на кинематические звенья станка-качалки, необходимость использования оперативного персонала для управления режимом работы скважин.

Для обеспечения непрерывного режима работы низкодебитных скважин необходимо с помощью электропривода получить 1÷4 качания коромысла в минуту. Практически этого можно достичь включением асинхронного электродвигателя через преобразователь частоты /1/ или же заменой асинхронного электродвигателя двигателем постоянного тока с управляемым выпрямителем /2/.

Указанные пути перевода низкодебитных скважин в непрерывный режим работы позволяют за счет плавного изменения числа качаний коромысла достичь оптимального режима отбора жидкости из скважины. Особенно эффективно использование этих средств в условиях скважин с быстро изменяющимся во времени дебитом, когда простота и малые затраты времени на переход к новому режиму становятся определяющими.

Следует, однако, отметить, что на практике регулируемые электроприводы переменного и постоянного тока широкого применения не получили. Объясняется это высокой стоимостью преобразователей частоты и управляемых выпрямителей, их негативным влиянием на питающую сеть трехфазного переменного напряжения, возрастающим по мере уменьшения числа качаний коромысла, существенным увеличением эксплуатационных затрат и снижением надежности электропривода.

Учеными кафедры электротехники и электромеханики (ЭТиЭМ) Пермского государственного технического университета (ПГТУ) для привода станков-качалок низкодебитных скважин предложен тихоходный высокомоментный дугостаторный асинхронный электродвигатель /3/. Его отличие от асинхронных электродвигателей, ныне эксплуатируемых на станках-качалках, заключается в конструктивном выполнении статора, который имеет форму дуги с центральным углом α .

Выполненные расчеты показывают, что применение дугостаторных асинхронных электродвигателей с элементами кинематической цепи станка-качалки (табл. 1) делает возможным получение от 4-х до 1-го и ниже качаний

коромысла в минуту, что и требуется для осуществления непрерывного режима добычи жидкости из низкодебитных скважин.

Опытный образец дугостаторного асинхронного двигателя ($P_{\text{ном}} = 2,3$ кВт, $n_{\text{ном}} = 68$ об/мин.) изготовлен на кафедре ЭТ и ЭМ ПГТУ и установлен на скважине № 292 Кокуйского месторождения нефти ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» взамен асинхронного электродвигателя типа 4AP200L6У3 ($P_{\text{ном}}=30$ кВт, $n_{\text{ном}}=960$ об/мин.)

Замена приводного электродвигателя станка-качалки позволила перейти от циклического режима работы скважины № 292 (ПВ=20 %) к непрерывному (ПВ=100 %). Обработка результатов работы скважины, полученных в ходе промысловых испытаний с 22.12.2004 г. по 20.10.2005 г., показывает, что добыча нефти увеличилась с 5,6 тонн до 17 тонн в месяц, т. е. в три раза. Одновременно достигнуто снижение установленной мощности приводного электродвигателя в 13 раз, что привело к увеличению степени его загрузки, росту коэффициента полезного действия, снижению потерь.

Положительные результаты промысловых испытаний дугостаторного асинхронного электропривода станка-качалки делают необходимым проведение дальнейших всесторонних исследований в данном направлении. По заказу ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» Холдинговая компания «Привод» (г. Лысьва Пермской области) совместно с учеными кафедры ЭТ и ЭМ ПГТУ приступила к разработке и изготовлению опытной партии дугостаторных электродвигателей мощностью 3÷5 кВт с номинальной частотой вращения ротора 150÷200 об/мин.

Литература

1. В. Н. Ивановский, В. И. Дарищев, А. А. Сабиров. Скважинные насосные установки для добычи нефти. – М., ГУП: Изд-во «Нефть и газ», РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2002. – с. 824
2. В. П. Казанцев, А. М. Костыгов, А. Д. Коротаев, П. Н. Цылев. Регулируемый электропривод станков-качалок малодебитных нефтяных скважин. Электрические машины и электромагнитные системы // Межвузовский сборник научных трудов. Пермь, ПГТУ. 1995, с. 191.
3. Привод станка-качалки для добычи нефти из малодебитных скважин. Патент на полезную модель № 47990 от 10.09.2005 г., /А. Д. Коротаев, Е. М. Огарков, П. Н. Цылев и др.