



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) (22) Заявка **2005132209/03**, **18.10.2005**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.10.2005(45) Опубликовано:**27.05.2007**, Бюл № 15(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске **RU 2140523 C1**, **27.10.1999**. **SU 1262026 A1**, **07.10.1986**. **SU 1643794 A1**, **23.04.1991**. **SU 1740634 A1**, **15.06.1992**. **RU 2016252 C1**, **15.07.1994**. **RU 2057907 C1**, **10.04.1996**. **US 4588161 A**, **08.04.1986**. **GB 2151047 A**, **10.07.1985**

Адрес для переписки:
628616, Тюменская обл., г. Нижневартовск,
ОПС 16, а/я 1178

(72) Автор(ы):
Федотов Василий Иванович (RU);
Леонов Василий Александрович (RU);(73) Патентообладатель(и):
Федотов Василий Иванович (RU);
ООО НИИ "СибГеоТех" (RU)

(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМОМ РАБОТЫ СКВАЖИНЫ С ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКОЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области нефтедобычи и может быть использовано для управления режимом работы скважины с электроприводным насосом. Техническим результатом изобретения является упрощение его технической реализации и расширение области применения за счет исключения помех, создаваемых промышленной сетью при работе различных потребителей электроэнергии. Способ включает в себя регулирование оборотов электродвигателя путем изменения частоты питающей сети, измерение и регистрацию технологических параметров скважины, установку заданного режима ее работы. В соответствии с предлагаемым способом

питающую сеть погружного электродвигателя формируют путем создания автономной трехфазной системы с полной гальванической развязкой с помощью генератора переменного тока. Автономную трехфазную систему создают по схемам: двигатель постоянного тока - генератор, двигатель переменного тока - генератор, двигатель внутреннего сгорания - генератор, турбина - генератор. При установке заданного режима регулируют электрические характеристики автономной трехфазной системы с учетом изменения технологических параметров скважины и после вывода ее на режим поддерживают его заданное значение. 17 з.п. ф-лы, 1 ил

Изобретение относится к области нефтедобычи и может быть использовано для управления режимом работы скважины с электроприводной насосной установкой непосредственно на месторождении или в дистанционном режиме с использованием канала связи системы телемеханики.

5 Известен способ автоматического регулирования работы скважины, оборудованной погружным центробежным электронасосом, включающий измерение давлений на приеме насоса и на выкидной линии на устье скважины, регулирование числа оборотов погружного привода электродвигателя насоса путем изменения частоты питающей сети и регулирования давления на устье скважины с помощью регулируемого штуцера, поддерживая давления на приеме насоса и на устье скважины в заданных пределах при максимально возможной
10 производительности насосной установки, при котором задают и измеряют температуру внутри корпуса погружного приводного электродвигателя насоса, дополнительно поддерживая температуру внутри корпуса погружного приводного электродвигателя насоса в заданных пределах [1].

15 Недостатками известного способа является сложность его технической реализации, а также ограниченная область применения. В частности, измерение и регулирование температуры внутри корпуса погружного электроприводного насоса влечет за собой применение дополнительного канала связи в затрубном пространстве скважины между корпусом приводного электродвигателя и станцией управления, а регулирование давления на устье скважины сложно реализуется в дистанционном режиме.

Известен способ управления работой насосной установки в скважине, включающий измерение активной мощности и рабочего тока, фактически потребляемые установкой при работе в скважине, давления на устье скважины и на приеме насоса, поддержание заданных значений давлений на приеме центробежного насоса и на устье путем изменения
25 местного сопротивления в нагнетательной линии на устье скважины и регулирования частоты вращения привода насоса с учетом перепада давления, развиваемого насосом, и значения энергетического коэффициента до установления подачи насоса на максимальном уровне [2].

Недостатками данного способа является сложность его технической реализации в условиях изменения притока жидкости в скважину из-за изменения пластового давления и продуктивности скважины.

Целью предлагаемого способа является упрощение технической реализации управления электроприводом насосной установки и расширение области его применения.

Известно, что при снижении напряжения потребляемый электродвигателем ток возрастает, что вызывает перегрев изоляции и уменьшение срока службы электродвигателя. Несинусоидальность питающего напряжения также приводит к ускоренному старению изоляции и дополнительным потерям мощности.

Технический результат от применения изобретения заключается в стабильной и надежной работе погружного электродвигателя насосной установки, обеспечивающей оптимальный режим скважины.
40

Положительный эффект от применения изобретения выражается в увеличении срока службы насосной установки и скважины, увеличении добычи нефти.

Поставленная цель достигается тем, что питающую сеть погружного электродвигателя создают путем преобразования переменного трехфазного напряжения электрической промышленной сети в автономную трехфазную систему с полной гальванической развязкой от других источников и потребителей электроэнергии по постоянному и переменному току с помощью электромашинного преобразователя с генератором переменного тока, а установку заданного режима осуществляют путем регулирования электрических характеристик автономной трехфазной системы с учетом изменения технологических параметров скважины и после вывода ее на режим поддерживают его заданное значение.
50

В зависимости от условий и характера эксплуатации скважины и насосной установки для достижения цели изобретения могут быть дополнительно выполнены следующие решения: электромашинный преобразователь выполнен по схеме "двигатель постоянного тока -

генератор переменного тока", при этом трехфазное напряжение электрической промышленной сети предварительно выпрямляют, преобразуют в постоянное напряжение и регулирование электрических характеристик системы производят по постоянному току, путем изменения которого устанавливают заданный режим. При этом частоту автономной трехфазной системы плавно изменяют, например, путем регулирования тока в цепи возбуждения двигателя постоянного тока.

При выводе скважины на режим измеряют уровень акустических шумов в затрубном пространстве и вибраций насосной установки, а регулирование частоты автономной трехфазной системы производят до получения минимального значения уровня шумов и вибраций.

При выводе скважины на заданный режим производят контроль спектральных составляющих фазовых токов автономной трехфазной системы, а частоту регулируют до получения минимального уровня спектральных составляющих.

Электромашинный преобразователь выполнен по схеме "двигатель переменного тока - генератор переменного тока", а регулирование электрических характеристик системы производят по цепи возбуждения генератора переменного тока.

Электромашинный преобразователь, выполнен по схеме "двигатель внутреннего сгорания - генератор переменного тока".

Электромашинный преобразователь выполнен по схеме "турбина - генератор переменного тока", причем для вращения турбины используют энергию среды высокого давления или энергию сжигаемого газа.

Частоту автономной трехфазной системы плавно изменяют путем регулирования тока в цепи возбуждения генератора переменного тока.

При выводе скважины на заданный режим спектральные составляющие каждой фазы преобразуют в цифровые сигналы, которые передают по каналам связи на диспетчерский пункт и регистрируют, а по их изменениям в процессе эксплуатации насосной установки оценивают степень ее износа и отклонение технологических параметров скважины от заданных значений.

При выводе скважины на заданный режим измеряют и регистрируют значение тока в нулевом проводе, с учетом которого определяют асимметрию фазных токов и наличие спектральных составляющих, вызванных износом оборудования.

В процессе измерения и регистрации электрических характеристик автономной трехфазной системы производят подавление основной гармоники путем ее режекции.

При стендовых испытаниях насосную установку подключают к автономной трехфазной системе и выводят на номинальный режим, а в процессе ее вывода измеряют и регистрируют электрические характеристики автономной трехфазной системы, которые используют для диагностики технического состояния насосной установки и определения технологических параметров скважины при ее эксплуатации.

Автономную трехфазную систему применяют для каждого из электроприводных насосов, установленных в одной скважине.

Автономную трехфазную систему выполняют в передвижном варианте и последовательно используют для отдельных скважин в процессе вывода на режим и исследования пластов.

Для группы скважин, расположенных на одном кусте, используют стационарную автономную трехфазную систему для последовательного запуска скважин и исследования пластов.

Автономную трехфазную систему используют для устройств телеметрии насосной установки для повышения их технических характеристик.

Автономную трехфазную систему используют для управления насосной установкой с вентильным электродвигателем для улучшения пусковых и регулировочных характеристик насоса

Техническая сущность заявляемых решений может быть пояснена следующим образом.

При использовании электромашинного преобразователя по схеме "двигатель

постоянного тока - генератор переменного тока" или по схеме "двигатель переменного тока - генератор переменного тока" (трехфазное напряжение электрической промышленной сети подают непосредственно на двигатель) приводной двигатель устанавливают на общем валу с генератором переменного тока с образованием спаренного агрегата.

5 При использовании отдельного генератора переменного тока, выполненного по схеме - "двигатель внутреннего сгорания - генератор переменного тока", целесообразно применять дизельный двигатель, прежде всего для мест, удаленных от линий электропередач

При использовании отдельного генератора переменного тока, выполненного по схеме - "турбина - генератор переменного тока", для вращения турбины используют энергию:

- 10 - перепада давления жидкости или газа, добываемых из пласта;
- сжигаемого природного или попутного добываемого газа.

15 Электромашинный преобразователь с газотурбинным двигателем могут быть размещены на полуприцепах-фургонах или железнодорожных платформах и использованы в местах новых разрабатываемых месторождений полезных ископаемых, особенно в районах месторождений нефти, где они могут работать на попутном газе.

Регулировку напряжения и частоты для преобразователя с двигателем постоянного тока осуществляют по цепи возбуждения двигателя. В других случаях регулировку напряжения и частоты осуществляют по цепи возбуждения генератора переменного тока.

20 Такое решение позволяет исключить из состава оборудования повышающие трансформаторы для питания погружных электродвигателей, тиристорные преобразователи, а также устранить влияние других потребителей электроэнергии на работу скважинной установки, в частности помехи и электромагнитные наводки от высоковольтного оборудования на низковольтное электронное оборудование станций управления скважинами.

25 В процессе вывода скважины на рабочий режим измеряют и регистрируют спектральные составляющие автономной трехфазной системы по каждой их трех фаз и полученные значения передают по каналу связи на диспетчерский пункт.

30 Вывод скважины на заданный режим производят с учетом уровня спектральных составляющих фазных токов автономной трехфазной системы, причем оптимальный режим работы скважины устанавливают по минимальному значению этого уровня.

Контроль уровня спектральных составляющих фазных токов автономной трехфазной системы производят в процессе дальнейшей работы установки и по изменению уровня анализируют и оценивают степень износа оборудования.

Пример реализации способа приведен на фиг.1, где условно обозначены:

35 1 - устройство согласования с контроллером, 2 - скважинный контроллер, 3 - регулятор тока возбуждения, 4 - выпрямитель, 5 - двигатель постоянного тока, 6 - генератор переменного тока, 7 - трансформатор тока, 8 - погружной электродвигатель, 9 - частотомер, 10 - фазометр.

40 Устройство согласования 1, регулятор тока возбуждения 3, частотомер 9 и фазометр 10 устанавливают в станции управления скважиной, в состав которой входят три трансформатора тока 7 (на фиг.1 условно показан один трансформатор тока) и скважинный контроллер 2.

45 Выпрямитель 4, двигатель постоянного тока 5 и генератор переменного тока 6 конструктивно выполнены в одном корпусе, который устанавливают на эстакаде вместо повышающего трансформатора, предусмотренного для питания погружного электродвигателя.

50 Двигатель постоянного тока 5 и генератор переменного тока 6 соединены общим валом и представляют собой электромашинный преобразователь в виде спаренного агрегата для выработки автономной трехфазной системы с полной гальванической развязкой по постоянному и переменному току.

Электромашинный преобразователь позволяет заменить повышающий трансформатор и тиристорный преобразователь частоты при существенном расширении диапазона

плавного регулирования частоты и питающих напряжений.

Устройство работает следующим образом. К выпрямителю 4 подключают трехфазное переменное напряжение промышленной сети, например 380 В. Выпрямитель 4, собранный, например, по шестиполупериодной схеме Ларионова, производит выпрямление
5 трехфазного переменного напряжения и преобразует его в постоянное с фиксированным уровнем пульсаций.

Постоянное напряжение с выхода выпрямителя 4 поступает на вход двигателя постоянного тока 5, а также на вход регулятора тока возбуждения 3.

При запуске установки питание погружного электродвигателя 8 предварительно отключают. Запуск генератора переменного тока 6 производят в режиме холостого хода с помощью регулятора тока возбуждения 3, которым устанавливают номинальные значения фазных напряжений и частоты. Фазные напряжения контролируют по вольтметру, входящему в оборудование станции управления, а частоту измеряют по частотомеру 9.
10

После выхода генератора переменного тока 6 на номинальный режим включают питание погружного электродвигателя и устанавливают ориентировочные значения фазных токов, напряжений и частоты с помощью регулятора тока возбуждения 3.
15

Далее измеряют фазовый сдвиг между током и напряжением с помощью фазометра 10. При номинальном режиме работы погружного электродвигателя фазовый сдвиг минимален и составляет, например, 15 градусов. При недогрузке или перегрузке погружного электродвигателя фазовый сдвиг увеличивается. С помощью регулятора тока возбуждения 3 корректируют фазовый сдвиг.
20

В процессе регулирования режима работы насосной установки дополнительно измеряют и регистрируют спектральные составляющие фазных токов путем подключения к трансформатору тока 7 устройства согласования 1, выход которого подключен к входу скважинного контроллера 2. Выход скважинного контроллера 2 соединен с каналом телемеханики и дополнительно подключен к входу регулятора тока возбуждения 3, выполненного, например, в виде электронного регулятора тока.
25

По измеренному значению уровня спектральных составляющих фазных токов автономной трехфазной системы окончательно устанавливают оптимальные значения фазных токов и рабочей частоты с помощью регулятора 3.
30

В процессе дальнейшей эксплуатации скважины производят периодический дистанционный контроль спектральных составляющих фазных токов автономной трехфазной системы (частоты и уровня спектральных составляющих) и по их изменению оценивают степень износа оборудования, в том числе и предаварийный режим установки, характеризующийся появлением инфранизкочастотных составляющих с высоким уровнем амплитуд.
35

Для этого производят регистрацию фазных токов в течение заданного интервала времени, например 10 сек в каждой из фаз и одновременно по трем фазам, причем регистрацию осуществляют с подавлением основной гармоники до уровня постоянных шумов, а также регистрируют электрические характеристики тока в нулевом проводе.
40

Такое решение позволяет определить наличие недопустимых отклонений спектральных составляющих фазных токов (оценить асимметрию фазных токов) автономной трехфазной системы, вызванных износом оборудования.

В целом предлагаемое решение позволяет производить плавное регулирование режима работы скважины во всем диапазоне, рекомендованном предприятием-изготовителем электроприводных насосов, повысить точность выбора оптимального режима работы насосной установки оборудования, производить дистанционный контроль и регулирование режима работы, устранить влияние работы силового оборудования на низковольтную аппаратуру станции управления, а также упростить техническую реализацию за счет устранения повышающего трансформатора и тиристорного преобразователя частоты.
45
50

В отдельных случаях автономная трехфазная система переменного тока с гальванической развязкой может быть выполнена в виде передвижного комплекса, используемого в процессе вывода скважины на режим с последующим переключением

электроприводной установки на стационарное питание, имеющееся на месторождениях, что позволяет свести к минимуму экономические затраты.

Высокоточное регулирование и надежный контроль режима работы скважин влечет за собой необходимость применения автономной трехфазной системы, которая может быть использована также для управления насосной установкой с вентильным электродвигателем с питанием обмотки статора по заданному алгоритму.

Высокие технические характеристики автономной трехфазной системы позволяют существенно повысить качество и надежность устройств телеметрии насосной установки за счет исключения помех, создаваемых промышленной сетью при работе различных потребителей электроэнергии, что достигается полной гальванической развязкой по переменному и постоянному току.

Автономная трехфазная система фактически представляет собой образцовый источник переменного тока индивидуального назначения.

Применение такого источника позволяет осуществить плавное регулирование режима работы скважины с электроприводной насосной установкой, определить оптимальный режим установки, поддерживать его в процессе дальнейшей эксплуатации скважины, а также производить высокоточный контроль электрических характеристик системы управления скважиной, в том числе в дистанционном режиме, и регулирование технологических параметров, в том числе по заданному закону.

Для вывода скважины на заданный режим кроме регистрации электрических характеристик автономной трехфазной системы дополнительно можно контролировать (измерять) и другие диагностические параметры насосной установки, в частности:

- уровень вибраций, например, установкой непосредственно на устье скважины на фланец трубной головки трехкомпонентного вибродатчика, позволяющего регистрировать мгновенные значения амплитуд вибраций (виброскорости) в радиальном (цуг продольных волн), тангенциальном (цуг крутильных волн) и вертикальном (цуг изгибных волн) направлениях в диапазоне частот $0 \div 1$ кГц;

- уровень шума в дБ, например с помощью шумомера ВШВ-003 (датчиком пьезокерамического типа ДН-3) в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

Регистрация этих параметров, зависящих от характеристик насосной установки и технологических параметров скважины, также позволяет вывести скважину на оптимальный режим и поддерживать его значение.

Использованные источники

1. Способ автоматического регулирования режима работы скважины, оборудованной погружным центробежным электронасосом. Патент RU №2140523 C1 E21B 43/00, F04D 15/00.

2. Способ управления работой насосной установки в скважине. Патент RU №2016252 F04D 15/00, F04D 13/10, E21B 43/00.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ управления режимом работы скважины с электроприводной насосной установкой, включающий регулирование оборотов погружного электродвигателя путем изменения частоты питающей сети, измерение и регистрацию технологических параметров скважины и установку заданного режима, отличающийся тем, что питающую сеть погружного электродвигателя создают путем преобразования переменного трехфазного напряжения электрической промышленной сети в автономную трехфазную систему с полной гальванической развязкой от других источников и потребителей электроэнергии по постоянному и переменному току с помощью электромашинного преобразователя с генератором переменного тока, а установку заданного режима осуществляют путем регулирования электрических характеристик автономной трехфазной системы с учетом изменения технологических параметров скважины и после вывода ее на режим поддерживают его заданное значение.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что электромашинный преобразователь выполнен по схеме "двигатель постоянного тока - генератор переменного тока", при этом трехфазное переменное напряжение электрической промышленной сети предварительно выпрямляют, преобразуют в постоянное напряжение и регулирование электрических характеристик системы производят по постоянному току, путем изменения которого устанавливают заданный режим.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что частоту автономной трехфазной системы плавно изменяют путем регулирования тока в цепи возбуждения двигателя постоянного тока.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что при выводе скважины на режим измеряют уровень акустических шумов в затрубном пространстве и вибраций насосной установки, а регулирование частоты автономной трехфазной системы производят до получения минимального значения уровня шумов и вибраций.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что при выводе скважины на заданный режим производят контроль спектральных составляющих фазовых токов автономной трехфазной системы, а частоту регулируют до получения минимального уровня спектральных составляющих.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что электромашинный преобразователь выполнен по схеме "двигатель переменного тока - генератор переменного тока", а регулирование электрических характеристик системы производят по цепи возбуждения генератора переменного тока.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что электромашинный преобразователь выполнен по схеме "двигатель внутреннего сгорания - генератор переменного тока".

8. Способ по п.1, отличающийся тем, что электромашинный преобразователь выполнен по схеме "турбина - генератор переменного тока", причем для вращения турбины используют энергию среды высокого давления или энергию сжигаемого газа.

9. Способ по п.1, отличающийся тем, что частоту автономной трехфазной системы плавно изменяют путем регулирования тока в цепи возбуждения генератора переменного тока.

10. Способ по п.1, отличающийся тем, что при выводе скважины на заданный режим спектральные составляющие каждой фазы преобразуют в цифровые сигналы, которые передают по каналам связи на диспетчерский пункт и регистрируют, а по их изменениям в процессе эксплуатации насосной установки оценивают степень ее износа и отклонение технологических параметров скважины от заданных значений.

11. Способ по п.1, отличающийся тем, что при выводе скважины на заданный режим измеряют и регистрируют электрическое значение тока в нулевом проводе, с учетом которого определяют асимметрию фазных токов и наличие спектральных составляющих, вызванных износом оборудования.

12. Способ по п.1, отличающийся тем, что в процессе измерения и регистрации электрических характеристик автономной трехфазной системы производят подавление основной гармоники путем ее режекции.

13. Способ по п.1, отличающийся тем, что при стендовых испытаниях насосную установку подключают к автономной трехфазной системе и выводят на номинальный режим, а в процессе ее вывода измеряют и регистрируют электрические характеристики автономной трехфазной системы, которые используют для диагностики технического состояния насосной установки и определения технологических параметров скважины при ее эксплуатации.

14. Способ по п.1, отличающийся тем, что автономную трехфазную систему применяют для каждого из электроприводных насосов, установленных в одной скважине.

15. Способ по п.1, отличающийся тем, что автономную трехфазную систему выполняют в передвижном варианте и последовательно используют для отдельных скважин в процессе вывода на режим и исследования пластов.

16. Способ по п.1, отличающийся тем, что для группы скважин, расположенных на одном

кусте, используют стационарную автономную трехфазную систему для последовательного запуска скважин и исследования пластов.

5 17. Способ по п.1, отличающийся тем, что автономную трехфазную систему используют для устройств телеметрии насосной установки для повышения их технических характеристик.

18. Способ по п.1, отличающийся тем, что автономную трехфазную систему используют для управления насосной установкой с вентильным электродвигателем для улучшения пусковых и регулировочных характеристик насоса

10

15

20

25

30

35

40

45

50