

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2808792

### ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СКВАЖИННЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Бельский Алексей Анатольевич (RU), Замятин Алексей Игоревич (RU)*

Заявка № 2023101892

Приоритет изобретения 30 января 2023 г.

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 05 декабря 2023 г.

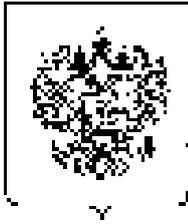
Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 30 января 2043 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F04D 13/10 (2023.02); H02P 4/00 (2023.02); H02K 29/00 (2023.02)

(21)(22) Заявка: 2023101892, 30.01.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
30.01.2023Дата регистрации:  
05.12.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.01.2023

(45) Опубликовано: 05.12.2023 Бюл. № 34

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,  
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный  
университет императрицы Екатерины II",  
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Бельский Алексей Анатольевич (RU),  
Замятин Алексей Игоревич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет императрицы Екатерины II"  
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

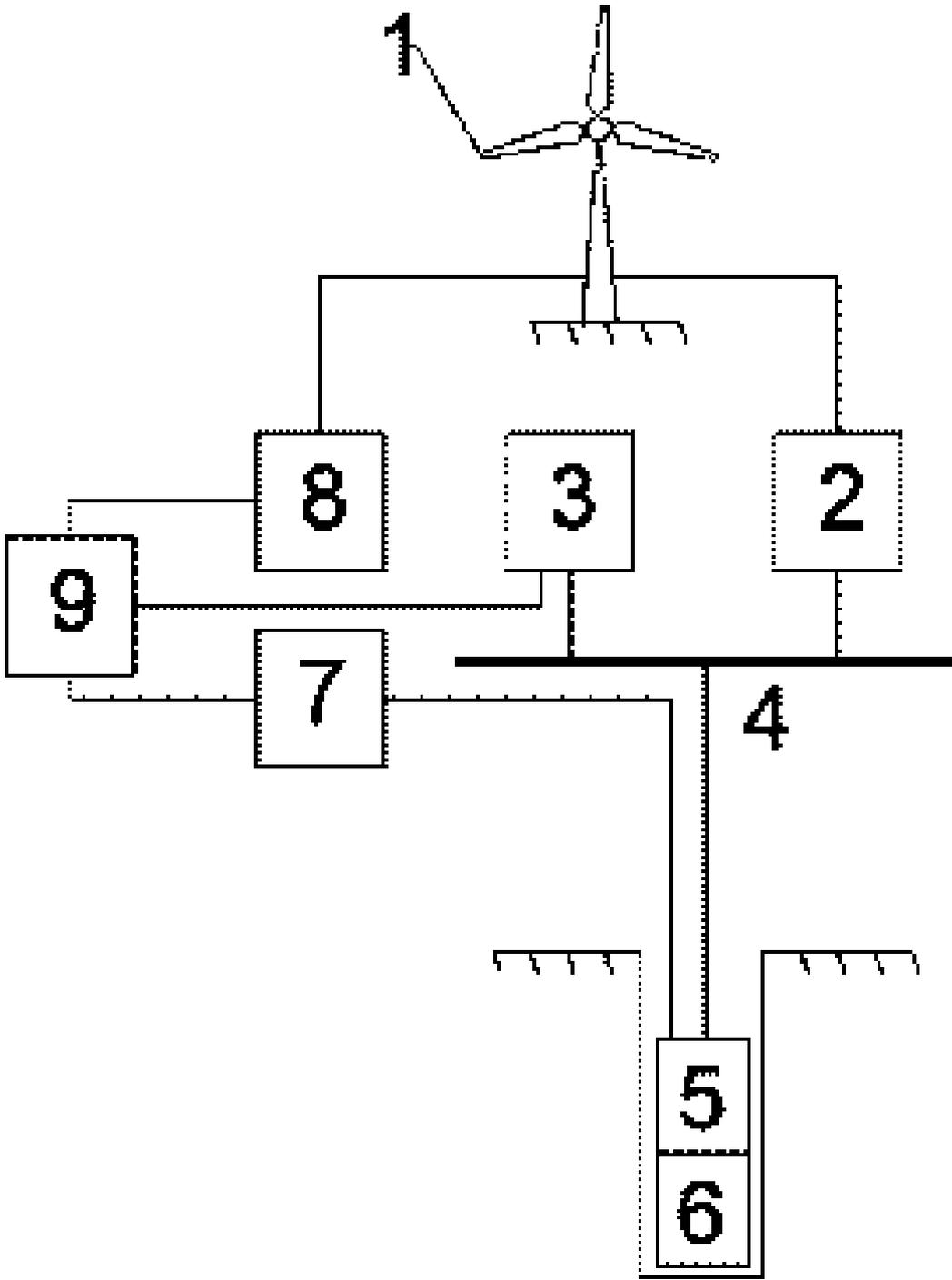
о поиске: CN 201667545 U, 08.12.2010. CN  
113431533 A, 24.09.2021. RU 2629565 C2,  
30.08.2017. RU 2715416 C2, 28.02.2020. CN  
110971178 A, 07.04.2020. RU 2430273 C1,  
27.09.2011. EP 3241753 A1, 08.11.2017. CN  
204646555 U, 16.09.2015.

## (54) ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СКВАЖИННЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ

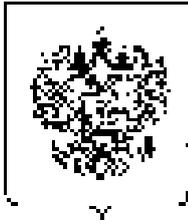
(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике, а именно к нефтегазовой промышленности и может быть использовано для электроснабжения изолированных нефтепромысловых участков. Технический результат заключается в повышении энергоэффективности электротехнического комплекса для автономного электроснабжения скважинных насосных установок для добычи нефти за счет уменьшения потерь электроэнергии при её преобразовании и передаче. Электротехнический комплекс для автономного электроснабжения скважинных насосных установок для добычи нефти включает ветроэлектрическую установку, выпрямительную установку, блок аккумуляторных батарей, шину постоянного тока и блок управления электротехническим комплексом. Выход шины постоянного тока наземного исполнения через силовой электрический кабель постоянного тока

соединен со входом блока управления двигателя, а именно силовыми контактами IGBT-транзисторов, который находится непосредственно у погружного вентиляционного электродвигателя в скважине. Выходы блока управления электротехническим комплексом соединены со входами микропроцессорного устройства шкафа управления ВЭУ, шкафа управления двигателем и входом блока аккумуляторных батарей, которые выполнены в наземном исполнении. Выход контактов микропроцессорного устройства шкафа управления двигателя наземного исполнения соединен со входом погружного блока управления двигателя, а именно с управляющими контактами IGBT-транзисторов. Выход контактов микропроцессорного устройства шкафа управления ВЭУ соединен с входом ВЭУ. 1 ил.



дiаг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

*F04D 13/10* (2006.01)*H02P 4/00* (2006.01)*H02K 29/00* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*F04D 13/10 (2023.02); H02P 4/00 (2023.02); H02K 29/00 (2023.02)*(21)(22) Application: **2023101892, 30.01.2023**(24) Effective date for property rights:  
**30.01.2023**Registration date:  
**05.12.2023**

Priority:

(22) Date of filing: **30.01.2023**(45) Date of publication: **05.12.2023** Bull. № 34

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU  
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet  
imperatritsy Ekateriny II", Patentno-litsenziornyj  
otdel**

(72) Inventor(s):

**Belskij Aleksej Anatolevich (RU),  
Zamyatin Aleksej Igorevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet imperatritsy Ekateriny II" (RU)**

**(54) ELECTRICAL COMPLEX FOR AUTONOMOUS POWER SUPPLY OF WELL PUMPING UNITS FOR OIL PRODUCTION**

(57) Abstract:

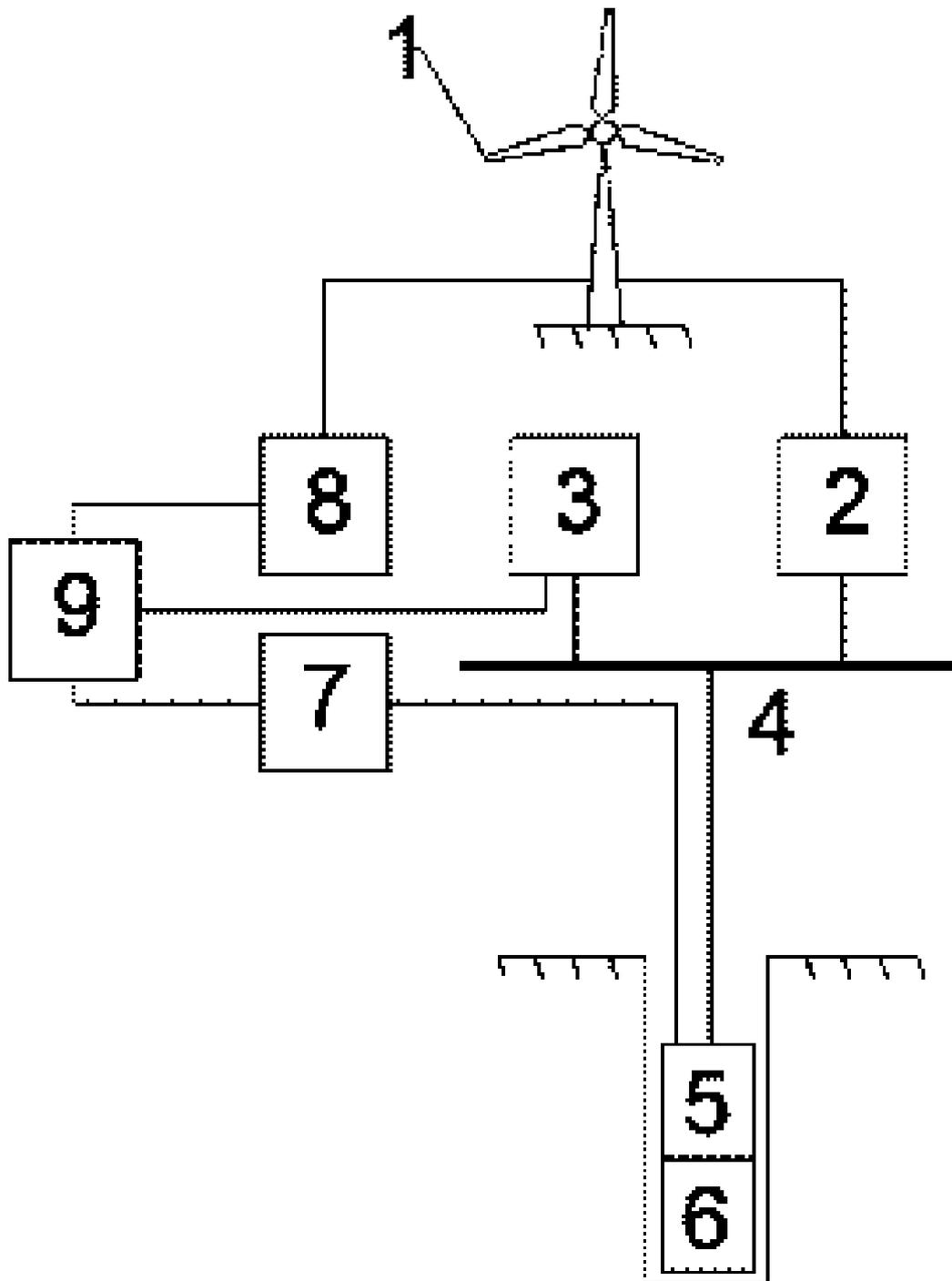
FIELD: electrical engineering; oil and gas.

SUBSTANCE: electrical complex for autonomous power supply of downhole pumping units for oil production includes a wind-electric installation, a rectifier unit, a battery pack, a DC bus, and a control unit for the electrical complex. The output of the ground DC bus is connected via a DC power electric cable to the input of the motor control unit, namely the power contacts of IGBT transistors, which is located directly at the submersible brushless DC motor in the well. The outputs of the electrical complex control unit are connected to the inputs of the microprocessor device of the wind turbine control cabinet, the engine control

cabinet and the input of the battery pack, which are designed for installation on the surface. The output of the contacts of the microprocessor device of the surface motor control cabinet is connected to the input of the submersible motor control unit, namely to the control contacts of the IGBT transistors. The contact output of the microprocessor device of the wind turbine control cabinet is connected to the wind turbine input.

EFFECT: improved energy efficiency of the electrical complex for autonomous power supply of downhole pumping units for oil production by reducing electricity losses during its conversion and transmission.

1 cl, 1 dwg



дiаг. 1

Изобретение относится к нефтегазовой промышленности и может быть использовано для электроснабжения изолированных нефтепромысловых участков. Изобретение направлено на увеличение энергетической эффективности нефтедобывающего комплекса за счет уменьшения потерь электроэнергии при её преобразовании и передачи.

5 Известна система автономного электротехнического комплекса на основе ветро-, дизельного генератора для электроснабжения отдаленных изолированных потребителей (патент RU 2 588 613 C1, опубл. 10.07.2016 г.), включающий в себя, по меньшей мере, один ветрогенератор, один дизель-генератор, два выпрямительно-зарядных устройства, аккумуляторную батарею и инвертор, при этом все выходы генераторов системы  
10 подключены ко входам выпрямительно-зарядных устройств, образующие шину постоянного тока. Система распределения электроэнергии и сами потребители же подключены к шине переменного тока, которая связана с шиной постоянного тока через инвертор.

Недостатком данного комплекса является необходимость в установке  
15 дополнительного оборудования в виде частотного преобразователя для потребителя, где необходима регулировка частоты сети, что ведет к дополнительным потерям энергии на преобразовательных устройствах, а также установка устройств для компенсации реактивной мощности у потребителя.

Известна скважинная насосная установка для добычи нефти (патент RU 2103557 C1, опубл. 27.01.1998), состоящая из погружного центробежного насоса с электродвигателем, электрического кабеля питания, трансформатора, преобразователя частоты и колонны подъемных труб, отличающаяся тем, что для питания электродвигателя используется  
20 однопроводный электрический кабель, а питающее рабочее напряжение подается по нему к погружной части установки в виде постоянного тока, для чего инвертор  
25 конструктивно выведен из схемы преобразователя частоты и расположен в скважине в зоне подвески электродвигателя, а трансформатор, обеспечивающий необходимое для работы двигателя напряжение, установлен на входе в преобразователь.

Недостатком данного комплекса является электрохимическая коррозия колонны подъемных труб из-за их использования в качестве проводника для питания  
30 электродвигателя, что приводит к разрушению самих труб и значительному уменьшению межремонтного периода эксплуатации скважины.

Известно электрооборудование для подъема пластовой жидкости на кусте скважин и способ управления им (патент RU 2554692 C1, опубл. 27.06.2015), состоящее из  
установки погружных электронасосов по числу скважин, связанные через кабель, и  
35 повышающий трансформатор с соответствующей наземной станцией управления прямого пуска, подключенной к питающей сети. Электрооборудование дополнительно снабжено управляющим контроллером, по меньшей мере, одной станцией управления с преобразователем частоты, подключенной через дополнительный повышающий трансформатор к питающей сети, и блоком управляемых контакторов.

40 Электродвигатели насосов выполнены синхронными с постоянными магнитами на роторе.

Недостатком данного комплекса является установка дополнительного повышающего трансформатора после станции управления с преобразователем частоты, а также использование трехфазного силового кабеля для электроснабжения электродвигателей,  
45 что ведет к дополнительным потерям электроэнергии.

Известен электротехнический комплекс (патент RU 2688143 C1, опубл. 20.05.2019), состоящий из входного трансформатора с соединенной треугольником первичной обмоткой и с расщепленной вторичной обмоткой, получающего электрическое питание

от источника питания трёхфазного переменного напряжения по линии электропередачи, выходы вторичных обмоток входного трансформатора присоединены к входам двух полупроводниковых выпрямителей, собранных по схеме Ларионова, к выходам которых подключено распределительное устройство постоянного тока. К шинам постоянного тока подключен по меньшей мере один автономный инвертор напряжения, подающий переменное напряжение на подключенного к нему потребителя, система автоматического управления измеряет напряжение и ток на входе и выходе инвертора и управляет периодом и скважностью импульсов напряжения, генерируемых автономным инвертором напряжения. Автономный инвертор напряжения имеет по меньшей мере один индивидуальный конденсатор, который параллельно подключен к автономному инвертору напряжения и к шинам постоянного тока распределительного устройства постоянного тока.

Недостатком данного комплекса является установка дополнительного оборудования в виде выпрямителя и инвертора перед трансформатором с расщепленной обмоткой для возможности использования комплекса в автономной системе с возобновляемыми источниками энергии, что ведет к дополнительным потерям электроэнергии.

Известен прототип устройство электропитания с использованием солнечной энергии и энергии ветра в качестве приводной энергии насосной установки (патент CN 201667545 U, опубл. 08.12.2010), включающее в себя установку для выработки солнечной энергии и энергии ветра, шину постоянного тока, преобразователь частоты, двигатель, насосную установку и контроллер, где все части соединены проводами и управляются контроллером для подачи энергии.

Недостатком данного комплекса является установка дополнительного оборудования в виде компенсирующего устройства перед двигателем для обеспечения надлежащего качества электроэнергии и уменьшения потребления реактивной мощности.

Техническим результатом является повышение энергоэффективности автономной системы электроснабжения кустовых скважин.

Технический результат достигается тем, что выход шины постоянного тока наземного исполнения через силовой электрический кабель постоянного тока соединен со входом блока управления двигателя, а именно силовыми контактами IGBT-транзисторов, который находится непосредственно у погружного вентильного электродвигателя в скважине. Выходы блока управления электротехническим комплексом соединены со входами микропроцессорного устройства шкафа управления ВЭУ, шкафа управления двигателем и входом блока аккумуляторных батарей, которые выполнены в наземном исполнении. Выход контактов микропроцессорного устройства шкафа управления двигателя наземного исполнения соединен со входом погружного блока управления двигателя, а именно с управляющими контактами IGBT-транзисторов, а выход контактов микропроцессорного устройства шкафа управления ВЭУ соединен с входом ВЭУ.

Электротехнический комплекс для автономного электроснабжения скважинных насосных установок для добычи нефти поясняется следующими фигурами:

фиг. 1. – общая схема электротехнического комплекса для автономного электроснабжения скважинных насосных установок для добычи нефти, где:

- 1 – ветроэлектрическая установка (ВЭУ);
- 2 – выпрямительное устройство;
- 3 – блок аккумуляторных батарей;
- 4 – шина постоянного тока;
- 5 – блок управления двигателем;

- 6 – погружной вентильный электродвигатель;
- 7 – шкаф управления двигателем;
- 8 – шкаф управления ВЭУ;
- 9 – блок управления электротехническим комплексом.

5 Комплекс для автономного электроснабжения скважинных насосных установок для добычи нефти состоит из ветроэлектрической установки (ВЭУ) 1, выход которой соединен с входом выпрямительного устройства 2 через силовой кабель переменного тока. Выпрямительное устройство 2 выполнено по схеме Ларионова. Выходы блока аккумуляторных батарей 3, выпрямительного устройства 2 соединены с шиной

10 постоянного тока 4 с помощью зажимов кабелей на шину. Один конец двухжильного кабеля постоянного тока соединен с шиной постоянного тока 4, а второй конец через клеммную колодку соединен с блоком управления двигателя 5, который выполнен на управляемых IGBT-транзисторах. Выход блока управления двигателя 5 соединен с входом погружного вентильного электродвигателя 6. Вход блока управления двигателя

15 5 соединен электрическим кабелем с выходом шкафа управления двигателя 7 наземного исполнения. Вход ВЭУ 1 через электрический кабель соединен с выходом шкафа управления ВЭУ 8 наземного исполнения. Входы блока аккумуляторных батарей 3, шкафа управления ВЭУ 8 и шкафа управления двигателя 7 соединены с выходом блока управления электротехническим комплексом 9.

20 Электротехнический комплекс работает следующим образом. При достаточных ветровых условиях ВЭУ 1 начинает вырабатывать переменный ток. Выпрямительное устройство 2, подключенное к ВЭУ, преобразует переменный ток в постоянный и передает его на шину постоянного тока 4, куда также поступает постоянный ток от блока аккумуляторных батарей 3. Блок аккумуляторных батарей 3 используется для

25 стабилизации напряжения и резервирования электроснабжения комплекса.

С шины постоянного тока 4 общая мощность посредством силового двухжильного кабеля постоянного тока попадает на блок управления двигателя 5. Блок управления двигателя 5 преобразует постоянный ток в импульсные сигналы необходимой частоты и уровня напряжения для работы погружного вентильного электродвигателя 6.

30 К блоку управления двигателя 5 на устье скважины подключен шкаф управления двигателя 7, выполненный в наземном исполнении, и позволяющий настраивать и управлять режимами работы электродвигателя. Таким образом, появляется возможность эксплуатации малодобитной нефтяной скважины в периодическом режиме.

Шкаф управления ВЭУ 8 позволяет настроить и управлять режимами работы ВЭУ.

35 Для контроля исправной работы комплекса, перераспределения генерируемой электроэнергии между ВЭУ 1 и блоком аккумуляторных батарей 3 и согласованием режима работы погружного вентильного электродвигателя с режимом работы ВЭУ 1 используется блок управления электротехническим комплексом 9.

40 За счет построения системы электроснабжения комплекса на постоянном токе достигаются сокращение потерь энергии на преобразовательных устройствах, сокращение потерь в кабельных линиях, повышение экономичности комплекса за счет уменьшения металлоемкости распределительных сетей и отсутствия необходимости компенсации реактивной мощности у удаленных потребителей. С помощью управления вентильным двигателем малодобитную нефтяную скважину можно эксплуатировать в

45 периодическом режиме работы, позволяя сохранять нефтепластовое давление на необходимом уровне.

(57) Формула изобретения

Электротехнический комплекс для автономного электроснабжения скважинных насосных установок для добычи нефти, включающий ветроэлектрическую установку, выпрямительную установку, блок аккумуляторных батарей, шину постоянного тока и блок управления электротехническим комплексом, отличающийся тем, что выход  
5 шины постоянного тока наземного исполнения через силовой электрический кабель постоянного тока соединен со входом блока управления двигателя, а именно силовыми контактами IGBT-транзисторов, который находится непосредственно у погружного вентильного электродвигателя в скважине, выходы блока управления электротехническим комплексом соединены со входами микропроцессорного устройства  
10 шкафа управления ВЭУ, шкафа управления двигателем и входом блока аккумуляторных батарей, которые выполнены в наземном исполнении, выход контактов микропроцессорного устройства шкафа управления двигателя наземного исполнения соединен со входом погружного блока управления двигателя, а именно с управляющими контактами IGBT-транзисторов, а выход контактов микропроцессорного устройства  
15 шкафа управления ВЭУ соединен с входом ВЭУ.

20

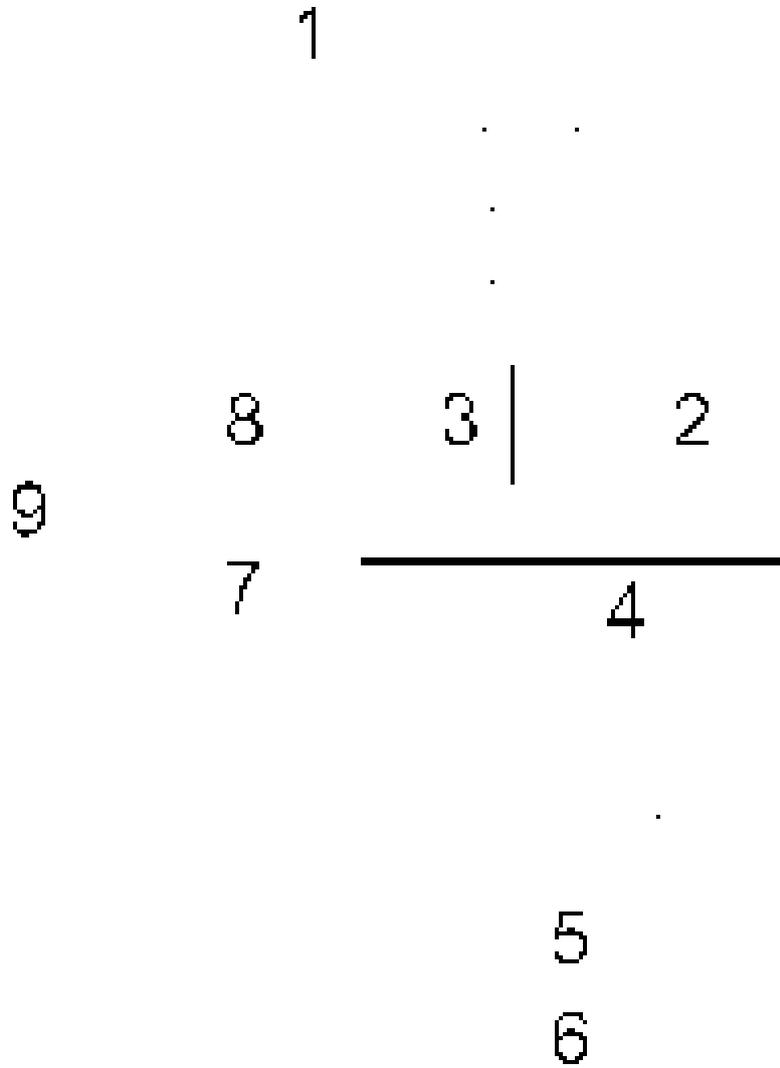
25

30

35

40

45



Фиг. 1