

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2485353

ПОДВОДНЫЙ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИЙ АГРЕГАТ ДЛЯ МНОГОНИТОЧНОГО ТРУБОПРОВОДА

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный университет" (RU)*

Автор(ы): *с.м. на обороте*

Заявка № 2012100910

Приоритет изобретения 11 января 2012 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20 июня 2013 г.

Срок действия патента истекает 11 января 2032 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов





(51) МПК
F04D 13/08 (2006.01)
F04D 25/06 (2006.01)
F02C 6/06 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012100910/06, 11.01.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 11.01.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.01.2012

(45) Опубликовано: 20.06.2013 Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: RU 2329405 C2, 20.07.2008. RU 2403416 C1,
 10.11.2010. RU 96194 U1, 20.07.2010. US
 2005100462 A1, 12.05.2005. US 6398484 B1,
 04.06.2002.

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
 ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский
 государственный горный университет", отдел
 интеллектуальной собственности и
 трансфера технологий (отдел ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

**Козярук Анатолий Евтихиевич (RU),
 Васильев Богдан Юрьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования "Санкт-
 Петербургский государственный горный
 университет" (RU)**

**(54) ПОДВОДНЫЙ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИЙ АГРЕГАТ ДЛЯ МНОГОНИТОЧНОГО
 ТРУБОПРОВОДА**

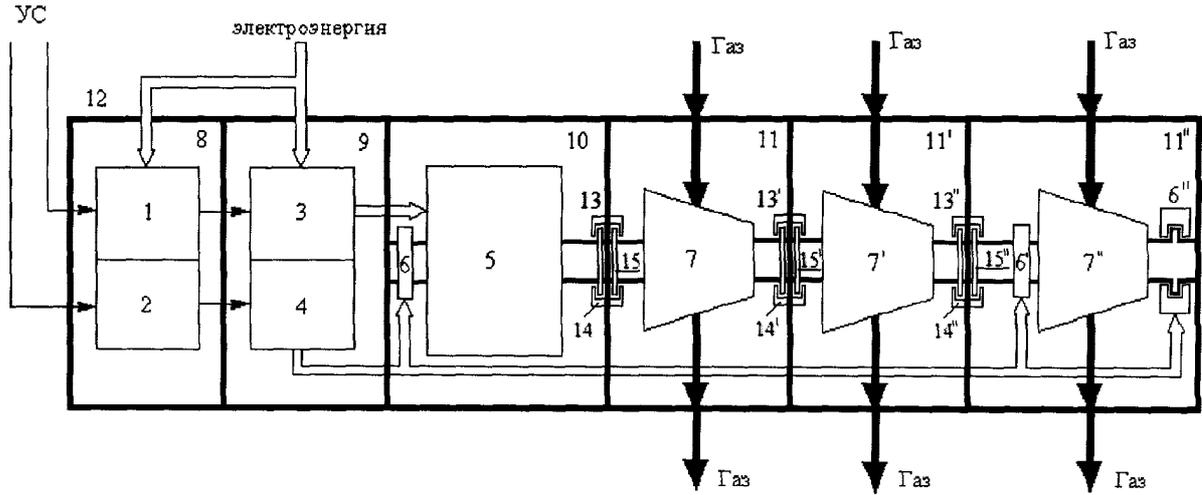
(57) Реферат:

Изобретение относится к транспортировке углеводородного сырья по проложенным по морскому дну трубопроводам большой протяженности. Газоперекачивающий агрегат имеет охранный кожух, разделенный уплотнениями на отсеки, в которых помещены по отдельности электродвигатель и компрессор, приводным образом соединенные одним валом, который опирается на магнитные подшипники. Агрегат дополнительно снабжен компрессорами в количестве не менее двух, имеющими единый с электродвигателем вал, преобразователем частоты, системой управления электродвигателем. Магнитные подшипники снабжены силовыми элементами и системой управления магнитными подшипниками, а охранный кожух разделен на отсеки не менее трех. В первом отсеке расположены система управления электродвигателем и система

управления магнитными подшипниками, во втором отсеке - преобразователь частоты и силовые элементы магнитных подшипников, в третьем - электродвигатель. В последующих отсеках расположены компрессоры, причем отсеки компрессоров изолированы друг от друга с помощью уплотнений. Охранный кожух ориентирован горизонтально. На валу установлены два радиальных и один осевой магнитные подшипники. Силовые элементы выполнены на полностью управляемых полупроводниковых ключах IGBT, собранных по мостовой схеме. Система управления магнитными подшипниками выполнена по дифференциальной схеме регулирования положения вала агрегата по всем направлениям. Уплотнения выполнены в виде уплотнительной пары, одна из частей которой вращающаяся и закреплена на валу, а другая неподвижная и закреплена на охранный кожухе, при этом на рабочей поверхности

вращающейся части нанесены динамические пазы. Техническим результатом является повышение надежности работы газоперекачивающего агрегата в подводном

положении на несколько подводных магистральных газопроводов при эксплуатации одного электропривода. 5 з.п. ф-лы, 1 ил.



RU 2 4 8 5 3 5 3 C 1

RU 2 4 8 5 3 5 3 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F04D 13/08 (2006.01)
F04D 25/06 (2006.01)
F02C 6/06 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012100910/06, 11.01.2012

(24) Effective date for property rights:
11.01.2012

Priority:

(22) Date of filing: 11.01.2012

(45) Date of publication: 20.06.2013 Bull. 17

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 linija, 2,
FGBOU VPO "Sankt-Peterburgskij
gosudarstvennyj gornyj universitet", otdel
intellektual'noj sobstvennosti i transfera
tehnologij (otdel IS i TT)

(72) Inventor(s):

**Kozjaruk Anatolij Evtikhievich (RU),
Vasil'ev Bogdan Jur'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Sankt-
Peterburgskij gosudarstvennyj gornyj
universitet" (RU)**

(54) **SUBMERSIBLE GAS PUMPING UNIT FOR MULTILINE PIPELINE**

(57) Abstract:

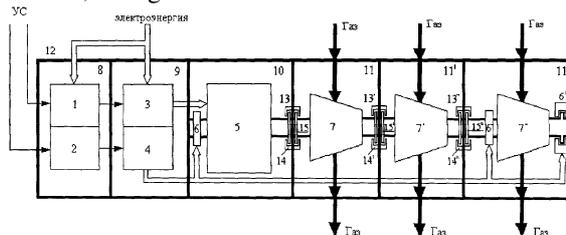
FIELD: machine building.

SUBSTANCE: gas pumping unit has a protective housing separated with seals into compartments, in which there separately placed is an electric motor and a compressor, which are connected through a drive to one shaft that is supported from magnetic bearings. In addition, the above unit is equipped with compressors in the quantity of not less than two, which have a shaft that is common for the electric motor; a frequency converter and an electric motor control system. Magnetic bearings are equipped with load-bearing elements and a control system of magnetic bearings, and protective housing is divided into at least three compartments. The electric motor control system and magnetic bearing control system are located in the first compartment, frequency converter and force-bearing elements of magnetic bearings are located in the second compartment and electric motor is located in the third compartment. Compressors are located in the next compartments; at that, compartments of compressors are isolated from each other by means of seals. Protective housing is oriented horizontally.

Two radial bearings and one axial magnetic bearing is installed on the shaft. Load-bearing elements are made on completely controlled semiconductor IGBT switches assembled as per a bridge circuit. Magnetic bearing control system is made as per a differential position control scheme of the unit shaft in all directions. Seals are made in the form of a sealing pair, one of the parts of which is of rotating type and fixed on the shaft, and the other one is stationary and fixed on the protective housing; at that, dynamic slots are applied onto the working surface of the rotating part.

EFFECT: improving operating reliability of the gas pumping unit in submerged condition of the unit for several submerged main gas lines at operation of one electric drive.

6 cl, 1 dwg



RU 2 485 353 C1

RU 2 485 353 C1

Изобретение относится к транспортировке углеводородного сырья по проложенным по морскому дну трубопроводам большой протяженности.

Известен газоперекачивающий агрегат (патент RU №2403416, опубл. 10.11.2010), который содержит газотурбинный двигатель и механизм сжатия газа, включающий ротор, установленный в подшипниках и снабженный уплотнениями, воздухоочистительное устройство, выхлопную систему с выхлопным трактом для удаления продуктов сгорания и шумоглушители.

Известна компрессорная станция магистральных газопроводов с электроприводными газоперекачивающими агрегатами (патент RU №2272938, опубл. 27.03.2006), которая содержит газоперекачивающие агрегаты с приводом от синхронных электродвигателей, внешнюю высоковольтную электрическую сеть, трансформаторы, шинопроводы, электрические выключатели, при этом компрессорная станция снабжена дополнительными энергетическими газотурбинными установками, содержащими воздушные компрессоры, камеры сгорания, силовые газовые турбины, электрогенераторы; силовые газовые турбины дополнительных энергетических газотурбинных установок соединены общим валом с электрогенераторами; камеры сгорания дополнительных энергетических газотурбинных установок соединены дополнительными трубопроводами топливного газа с магистральным газопроводом, которые подключены к нему по ходу газа перед газоперекачивающими агрегатами; компрессорная станция также снабжена дополнительными шинопроводами и электрическими выключателями, связывающими электрогенераторы дополнительных энергетических газотурбинных установок с электродвигателями газоперекачивающих агрегатов и трансформаторами.

Недостаток таких газоперекачивающих агрегатов заключается в том, что они не могут быть применены для транспорта углеводородного сырья по магистральному газопроводу по морскому дну от места морской добычи газа на континент из-за невозможности их работы и обслуживания в подводном положении в условиях полной изоляции от атмосферного воздуха и большого давления окружающей среды - морской воды.

Известна атомная подводная газоперекачивающая станция (патент RU №2154231, опубл. 10.08.2000). Станция содержит легкий и прочный корпус, разделенный прочными переборками на герметичные отсеки. В среднем отсеке размещен водяной атомный реактор, соединенный паропроводами с газовыми турбонагнетателями, которые расположены на агрегатных рампах в смежных с реакторным отсеком, а приемные и напорные ветви газопроводов турбонагнетателей проходят по межтрубному пространству и соединены с выгородками стыковочных узлов, с помощью которых станция подключается к магистральному газопроводу.

Недостатком станции является наличие ядерного реактора, что существенно усложняет структуру и снижает ее безопасность и экологичность. Сложная структура приводит к снижению ее надежности, что в условия подводной эксплуатации является наиболее актуальной проблемой.

Известен подводный модуль компрессора (патент RU №2329405, опубл. 20.07.2008), принятый за прототип. Модуль имеет охранный кожух, содержащий электродвигатель и компрессор, приводным образом соединенные, по меньшей мере, одним валом, причем компрессор и электродвигатель изолированы друг от друга по меньшей мере одним уплотнением, в результате чего охранный кожух разделен на первый и второй отсеки, в которых расположены компрессор и электродвигатель соответственно.

Недостаток этого изобретения заключается в том, что используется только один

газовый компрессор, что снижает эффективность.

Технический результат изобретения - повышение надежности работы газоперекачивающего агрегата в подводном положении на несколько подводных магистральных газопроводов при эксплуатации одного электропривода.

5 Технический результат достигается тем, что подводный газоперекачивающий агрегат для многониточного трубопровода, имеющий охранный кожух, разделенный уплотнениями на отсеки, в которых размещены по отдельности электродвигатель и компрессоры, приводным образом соединенные одним валом, который опирается на магнитные подшипники, дополнительно снабжен компрессорами в количестве не менее двух, имеющими единый с электродвигателем вал, преобразователем частоты, системой управления электродвигателем, при этом магнитные подшипники снабжены силовыми элементами и системой управления магнитными подшипниками, а охранный кожух разделен на отсеки не менее трех, при этом в первом отсеке 10 расположены система управления электродвигателем и система управления магнитными подшипниками, во втором отсеке - преобразователь частоты и силовые элементы магнитных подшипников, в третьем - электродвигатель, в последующих отсеках - компрессоры, причем отсеки компрессоров изолированы друг от друга с помощью уплотнений. Охранный кожух может быть ориентирован горизонтально.

В нем могут быть установлены два радиальных и один осевой магнитные подшипники.

Силовые элементы магнитных подшипников могут быть выполнены на полностью управляемых полупроводниковых ключах IGBT, собранных по мостовой схеме.

25 Система управления магнитными подшипниками может быть выполнена по дифференциальной схеме регулирования положения вала агрегата по всем направлениям.

Уплотнения могут быть выполнены в виде уплотнительной пары, одна из частей которой вращающаяся и закреплена на валу, а другая неподвижная и закреплена на охранный кожухе, при этом на рабочей поверхности вращающейся части нанесены динамические пазы.

На чертеже представлена структура подводного газоперекачивающего агрегата для многониточного трубопровода с тремя компрессорами для трех ниток 35 трубопровода. Управляющие сигналы и электроэнергию подводный газоперекачивающий агрегат получает с контролирующего объекта (не показано), например, расположенной вблизи плавучей платформы или береговой компрессорной станции, которая принимает углеводородное сырье от агрегата. На дне подводный газоперекачивающий агрегат расположен горизонтально. Охранный кожух 40 содержит шесть изолированных друг от друга с помощью уплотнений отсеков. В первом отсеке 8 расположены система управления электродвигателем 1 и система управления магнитными подшипниками 2. Через входы первого отсека 8 поступают управляющие сигналы с контролирующего объекта и электроэнергия. Выходы 45 системы управления электродвигателем 1 и системы управления магнитными подшипниками 2 соединены с преобразователем частоты 3 и силовыми элементами магнитных подшипников 4 соответственно. Установлены уплотнения 13 (13' 13''), выполненные в виде уплотнительной пары, одна из частей которой вращающаяся 15 (15' 15'') и закреплена на валу, а другая неподвижная 14 (14' 14'') и закреплена на охранный кожухе 12, при этом на рабочей поверхности вращающейся части нанесены динамические пазы.

Преобразователь частоты 3, установленный во втором отсеке 9, электрически

соединен с электродвигателем 5, расположенным в третьем отсеке 10. Вращаясь, электродвигатель 5 приводит во вращательное движение компрессоры 7, 7', 7'', которые расположены в отсеках 11, 11', 11''. Электродвигатель 5 и компрессоры 7, 7', 7'' имеют единый вал, который опирается на два радиальных магнитных подшипника 6, 6' и один осевой магнитный подшипник 6''.

Электроэнергию радиальные магнитные подшипники 6, 6' и осевой магнитный подшипник 6'' получают от силовых элементов магнитных подшипников 4, расположенных в отсеке 9. Регулирование скорости и производительности компрессоров производится путем частотного регулирования скорости электродвигателя 5.

Система управления магнитными подшипниками 2 выполнена по дифференциальной схеме регулирования положения вала агрегата по всем направлениям. Например, из пяти каналов регулирования положения вала агрегата: по два в каждом радиальном магнитном подшипнике и один в осевом.

Устройство работает следующим образом. Пуск агрегата начинается с включения радиальных магнитных подшипников 6, 6' и осевого магнитного подшипника 6''. Система управления магнитными подшипниками 2 подает управляющие сигналы на силовые элементы магнитных подшипников 4, которые уже путем непосредственного электромагнитного воздействия обеспечивают центровку вала агрегата в зазоре радиальных магнитных подшипников 6, 6' и осевом магнитном подшипнике 6''.

После этого начинают разгон электродвигателя 5. Для регулирования скорости электродвигателя 5 используют векторные алгоритмы управления. Регулировку скорости вращения осуществляют частотным способом. Разгон электродвигателя 5 осуществляют изменением частоты напряжения с помощью преобразователя частоты 3. Преобразователь частоты 3 выполнен на полностью управляемых полупроводниковых элементах. Посредством электродвигателя 5 осуществляют вращение всех компрессоров 7, 7', 7'', которые обеспечивают компремирование и транспорт сырья по подводным магистральным газопроводам. Охранный кожух 12 при нахождении агрегата в подводном положении обеспечивает полную герметизацию внутренних частей агрегата, а также исключает утечки транспортируемого сырья наружу.

Уплотнения 13 (13' 13'') обеспечивают герметизацию отсеков друг от друга, таким образом, транспортируемое сырье из отсеков с компрессорами 7, 7', 7'' не может проникнуть и заполнить отсеки с электродвигателем 5, преобразователем частоты 3 и силовыми элементами магнитных подшипников 4 и отсек с системой управления магнитными подшипниками 2 и системой управления электродвигателем 1 и нарушить работу агрегата.

Таким образом, обеспечивается повышение надежности работы газоперекачивающего агрегата в подводном положении на несколько подводных магистральных газопроводов при эксплуатации одного электропривода.

Формула изобретения

1. Подводный газоперекачивающий агрегат для многониточного трубопровода, имеющий охранный кожух, разделенный уплотнениями на отсеки, в которых помещены по отдельности электродвигатель и компрессоры, приводным образом соединенные одним валом, который опирается на магнитные подшипники, отличающийся тем, что он дополнительно снабжен компрессорами в количестве не менее двух, имеющими единый с электродвигателем вал, преобразователем частоты,

системой управления электродвигателем, при этом магнитные подшипники снабжены силовыми элементами и системой управления магнитными подшипниками, а охранный кожух разделен на отсеки не менее трех, при этом в первом отсеке расположены система управления электродвигателем и система управления магнитными подшипниками, во втором отсеке - преобразователь частоты и силовые элементы магнитных подшипников, в третьем - электродвигатель, в последующих отсеках - компрессоры, причем отсеки компрессоров изолированы друг от друга с помощью уплотнений.

2. Агрегат по п.1, отличающийся тем, что охранный кожух ориентирован горизонтально.

3. Агрегат по п.1, отличающийся тем, что в нем установлены два радиальных и один осевой магнитные подшипники.

4. Агрегат по п.1, отличающийся тем, что силовые элементы магнитных подшипников выполнены на полностью управляемых полупроводниковых ключах IGBT, собранных по мостовой схеме.

5. Агрегат по п.1, отличающийся тем, что система управления магнитными подшипниками выполнена по дифференциальной схеме регулирования положения вала агрегата по всем направлениям.

6. Агрегат по п.1, отличающийся тем, что уплотнения выполнены в виде уплотнительной пары, одна из частей которой вращающаяся и закреплена на валу, а другая неподвижная и закреплена на охранный кожухе, при этом на рабочей поверхности вращающейся части нанесены динамические пазы.