

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2727386

УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

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

Авторы: *Королёв Николай Александрович (RU), Васильев Богдан Юрьевич (RU), Жуковский Юрий Леонидович (RU), Желтиков Николай Олегович (RU)*

Заявка № 2019134080

Приоритет изобретения 23 октября 2019 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 21 июля 2020 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 23 октября 2039 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01R 31/34 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019134080, 23.10.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.10.2019

Дата регистрации:
21.07.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.10.2019

(45) Опубликовано: 21.07.2020 Бюл. № 21

Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Королёв Николай Александрович (RU),
Васильев Богдан Юрьевич (RU),
Жуковский Юрий Леонидович (RU),
Желтиков Николай Олегович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2578044 C1, 20.03.2016. RU 193341
U1, 24.10.2019. RU 111684 U1, 20.12.2011. RU
2626231 C1, 24.07.2017. US 6297742 B1,
02.10.2001.

(54) УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области диагностики электрооборудования и позволяет производить оценку технического состояния и остаточного ресурса электродвигателя и сопряженного с ним механического оборудования путем регистрации мгновенных значений вибраций, шума, температуры посредством датчиков с последующей диагностикой и прогнозированием технического состояния и оценкой остаточного ресурса электродвигателя, реализованной программно с беспроводной передачей диагностических данных на сервер, при этом с установкой устройства на корпус электродвигателя и обеспечением автономности его питания. Устройство диагностирования и оценки остаточного ресурса электродвигателей включает блок функциональной диагностики, блок расчета остаточного ресурса, датчики температуры и датчики вибрации, выходы которых подключены к блоку функциональной

диагностики. Устройство дополнительно содержит не менее двух датчиков шума, выходы которых соединены со входами блока функциональной диагностики и блока прогнозирования, выходы которых подключены к входу блоку расчета остаточного ресурса, выход которого соединен со входом передатчика, который соединен по беспроводному каналу связи с сервером и через него с мобильным устройством. Техническим результатом является повышение технологической совместимости системы диагностики за счет возможности производить диагностику электромеханических систем и обеспечение сбора информации о фактическом состоянии электродвигателя и сопряженного с ним механического оборудования, хранения и обработки статистической информации на сервере при минимальной элементной базе и отсутствии силовых и коммуникационных проводов. 1 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01R 31/34 (2020.02)

(21)(22) Application: **2019134080, 23.10.2019**

(24) Effective date for property rights:
23.10.2019

Registration date:
21.07.2020

Priority:

(22) Date of filing: **23.10.2019**

(45) Date of publication: **21.07.2020** Bull. № 21

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet", Patentno-litsenziornyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Korolev Nikolaj Aleksandrovich (RU),
Vasilev Bogdan Yurevich (RU),
Zhukovskij Yuriy Leonidovich (RU),
Zheltikov Nikolaj Olegovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **DEVICE FOR DIAGNOSTICS AND EVALUATION OF RESIDUAL LIFE OF ELECTRIC MOTORS**

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: invention relates to diagnostics of electrical equipment and enables to estimate technical state and residual life of electric motor and associated mechanical equipment by recording instantaneous values of vibrations, noise, temperature by means of sensors with subsequent diagnostics and forecasting of technical state and evaluation of residual resource of electric motor, implemented program with wireless transmission of diagnostic data to server, at that, with installation of the device on the motor housing and self-contained power supply. Device for diagnosing and evaluating residual life of electric motors includes functional diagnostics unit, residual life calculation unit, temperature sensors and vibration sensors, outputs of which are connected to functional diagnostics unit. Device additionally comprises at least two noise

sensors, outputs of which are connected to inputs of functional diagnostics unit and prediction unit, which outputs are connected to input unit of residual resource calculation, output of which is connected to input of transmitter, which is connected via wireless communication channel with server and through it to mobile device.

EFFECT: high diagnostic compatibility of the diagnostic system owing to the possibility of diagnosing electromechanical systems and collecting information on the actual state of the electric motor and the associated mechanical equipment, storage and processing of statistical information on a server with minimum element base and absence of power and communication wires.

1 cl, 1 dwg

Изобретение относится к области диагностики электрооборудования и позволяет производить оценку технического состояния и остаточного ресурса электродвигателя и сопряженного с ним механического оборудования, путем регистрации мгновенных значений вибраций, шума, температуры посредством датчиков с последующей
5 диагностикой и прогнозированием технического состояния и оценкой остаточного ресурса электродвигателя реализованной программно с беспроводной передачей диагностических данных на сервер при этом с установкой устройства на корпус электродвигателя и обеспечением автономности его питания.

Известно устройство диагностики технического состояния силового
10 электрооборудования (патент РФ №2532762 опубл. 10.11.2014), состоящее из датчиков тока и напряжения, с помощью которых производится запись зависимостей от времени напряжения и тока, потребляемых электродвигателем, так же включающее обработку сигналов с использованием фильтра низких частот и с последующей программной обработкой полученных сигналов для диагностики технического состояния и оценки
15 остаточного ресурса.

Недостатком данного устройства является сложность и отсутствие автономности схемы подключения и питания датчиков и аналогово-цифрового преобразователя.

Известно устройство диагностики электродвигателей переменного тока (патент РФ №2339049 опубл. 20.11.2008.), состоящее из датчиков тока и напряжения, имеющих
20 линейную амплитудно-частотную характеристику с допустимым отклонением от линейности не более ± 3 дБ, с помощью которых производят в трех фазах запись зависимостей от времени напряжения и тока, потребляемых электродвигателем; аналого-цифрового преобразователя, с помощью которого полученные сигналы преобразуют из аналоговой в цифровую форму, и формируют с помощью вычислительных средств
25 спектры модуля вектора Парка тока и модуля вектора Парка напряжения.

Недостатками указанного устройства является то, что он не учитывает переменный характер нагрузки электродвигателя, оказывающий влияние на амплитуду обобщенного вектора тока, полигармонический состав питающего напряжения, наблюдаемый при
30 питании электродвигателя от статического силового преобразователя. Также данный способ практически не применим для регулируемого электропривода, так как не учитывает изменение режимов при регулировании выходной координаты (положения, скорости, момента) электропривода.

Известно устройство диагностики механизмов и систем с электрическим приводом (патент РФ №2431152 опубл. 10.10.2011.), включающее запись значений фазных токов
35 и напряжений электродвигателя в течение заданного интервала времени и с заданной периодичностью, измерение амплитуды и фазы гармонических составляющих, фильтрацию гармонических составляющих, преобразование полученного сигнала из аналоговой в цифровую форму, идентификацию технического состояния и прогнозирования ресурса безаварийной работы диагностируемого объекта по
40 совокупности параметров гармонических составляющих фазных токов и напряжений, генерируемых электродвигателем, и динамики их изменения.

Недостатками устройства является то, что при определении остаточного ресурса анализируются только гармонические составляющие напряжения, генерируемые только
45 двигателем электропривода, а составляющие, генерируемые сетью питающего напряжения, отфильтровываются и не рассматриваются. Однако значительные искажения питающего напряжения, которые имеют нерегулярный характер, обусловленный изменением режима работы двигателя, непостоянством нагрузки, наличием статических преобразователей, а также характеристиками питающей сети,

негативно сказываются на изоляции диагностируемого оборудования, вызывая ее преждевременное старение, что, в свою очередь, может привести к пробое изоляции и выходу из строя оборудования.

5 Известно устройство диагностики электродвигателей переменного тока и связанного с ними механического оборудования (патент РФ №90199 опубл. 27.12.2009), состоящее из корпуса с внешними разъемами для датчиков измерения вибрации, излучаемой электродвигателем по трем осям, и размещенными внутри корпуса измерительным блоком с аналого-цифровым преобразователем (АЦП) и персональным компьютером, причем корпус устройства выполнен герметичным, а аналого-цифровой преобразователь
10 соединен с выходами датчиков через мультиплексор.

Недостатками устройства является ограниченное количество измеряемых параметров, что снижает точность процесса диагностирования.

15 Известно устройство диагностирования и оценки технического состояния мехатронных приводов (патент РФ №2578044 опубл. 20.03.2016.) принятое за прототип, которое содержит мехатронный модуль, включающий в себя узел точной механики с подключенными к нему электрическим двигателем и блоком управления. При этом устройство дополнительно содержит датчики сопротивления и силы тока, входы которых подключены к обмоткам электрического двигателя, а также датчики вибрации и температуры, установленные в корпусе мехатронного модуля. Выход датчика
20 сопротивления подключен к блоку тестовой диагностики, а выходы датчиков силы тока, вибрации и температуры подключены к блоку расчета тренда и блоку функциональной диагностики. Выходы упомянутых блоков подключены к блоку расчета остаточного ресурса, выход которого подключен к блоку индикации. Блок расчета остаточного ресурса может быть выполнен на основе микропроцессорной системы, а
25 блок индикации - на основе матричного LCD-индикатора.

Недостатками данного устройства является отсутствие средств записи и хранения статистических данных по результатам диагностики, что снижает точность прогноза относительно срока службы диагностируемого объекта.

30 Техническим результатом является повышение технологической совместимости системы диагностики за счет возможности производить диагностику электромеханических систем и обеспечение сбора информации о фактическом состоянии электродвигателя и сопряженного с ним механического оборудования, хранения и обработки статистической информации на сервере при минимальной элементной базе и отсутствия силовых и коммуникационных проводов.

35 Технический результат достигается тем, что блок обработки информации состоит из блока функциональной диагностики, блока прогнозирования, блока расчета остаточного ресурса и не менее двух дополнительных датчиков шума выходы которых соединены с входами блока функциональной диагностики и блока прогнозирования, выходы которых подключены к входу блоку расчета остаточного ресурса, выход
40 которого соединен со входом передатчика, что соединен по беспроводному каналу связи с сервером и через него с мобильным устройством, блока системы связи, который включает в себя сервер и мобильное устройство, при этом блок обработки информации подключен к блоку системы подачи электроэнергии, через соединительный разъем под кабель питания от аккумуляторной батареи или блока автономного питания, блок
45 обработки информации, блок системы подачи электроэнергии и блок системы связи установлены в корпусе выполненном в форме прямоугольника, который закреплен на электродвигателе при помощи элементов крепления.

Устройство диагностики электродвигателей и передаточных устройств поясняется

следующей фигурой: фиг. 1 - общая схема устройства, где:

- 1 - датчики температуры;
- 2 - датчики шума;
- 3 - датчики вибрации;
- 5 4 - блок прогнозирования;
- 5 - блок функциональной диагностики;
- 6 - блок расчета остаточного ресурса;
- 7 - блок обработки информации;
- 8 - аккумуляторная батарея;
- 10 9 - соединительный разъем под кабель питания;
- 10 - блок автономного питания;
- 11 - блок системы подачи электроэнергии;
- 12 - передатчик;
- 13 - сервер;
- 15 14 - мобильное устройство;
- 15 - блок система связи;
- 16 - корпус;
- 17 - элемент крепления.

Устройство диагностики и оценки остаточного ресурса электродвигателей и передаточных устройств (фиг. 1) содержит блок обработки информации 7, состоящий не менее чем двух датчиков температуры 1, датчиков шума 2 и датчиков вибрации 3, подключенных параллельно к блоку функциональной диагностики 5 и блоку прогнозирования 4, а соответственно выходы блоков прогнозирования 4 и функциональной диагностики 5 подключены к блоку расчета остаточного ресурса 6. Блок системы связи 15 включающий передатчик 12, вход которого соединен с выходом блока расчета остаточного ресурса 6, передатчик 12 подключен по беспроводному каналу к серверу 13 и через него с мобильным устройством 14. Блок обработки информации 7 подключен к блоку системы подачи электроэнергии 11, через соединительный разъем под кабель питания 9 от аккумуляторной батареи 8 или блока автономного питания 10.

Блок обработки информации 7, блок системы подачи электроэнергии 11 и блок системы связи 15 установлены в корпусе 16, который выполнен в форме прямоугольника. Корпус 16 закреплен на электродвигателе при помощи элементов крепления 17.

Устройство работает следующим образом. При помощи датчиков температуры 1, датчиков шума 2 и датчиков вибрации 3 измеряются температура и вибрации на корпусе и шумовой эффект работы электродвигателя. На основе данных, полученных от датчиков температуры 1, датчиков шума 2 и датчиков вибрации 3 блок функциональной диагностики 5 определяет фактическое техническое состояние объекта, а блок прогнозирования 4 рассчитывает ожидаемое изменение измеряемых параметров, а затем блок расчета остаточного ресурса 6 производит на основании данных поступивших из блока прогнозирования 4 и блока функциональной диагностики 5 расчет ожидаемого срока службы объекта диагностирования. Блок обработки информации 7, который передает по средствам блока системы связи 15 данные на сервер 13, а через него на мобильное устройство 14 при помощи передатчика 12. Электропитание осуществляется от блока системы подачи электроэнергии 11, через разъем под кабель питания 9, который передает электроэнергию от аккумуляторной батареи 8 или от блока автономного питания 10.

Таким образом обеспечивается повышение технологической совместимости системы

диагностики за счет возможности производить диагностику, как электродвигателя, так и механических систем, а также за счет универсальности блока питания устройства и передатчика исключить коммуникационные и силовые кабели, что позволит сбор информации о фактическом состоянии электродвигателя и сопряженного с ним механического оборудования, хранение и обработку статистической информации на сервере при минимальном элементной базе, но при этом обеспечить высокую точность диагностики и оценки остаточного ресурса.

(57) Формула изобретения

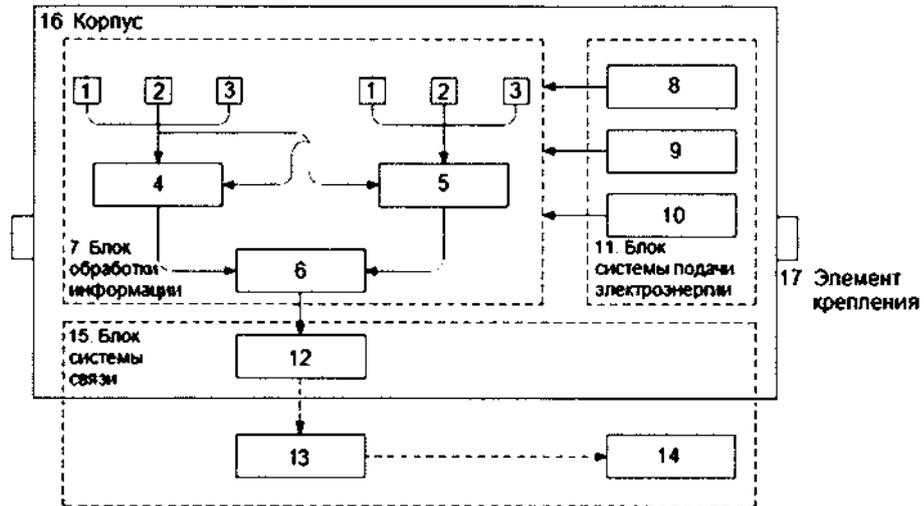
Устройство диагностирования и оценки остаточного ресурса электродвигателей и передаточных устройств, включающее блок функциональной диагностики, блок расчета остаточного ресурса, датчики температуры и датчики вибрации, выходы которых подключены к блоку функциональной диагностики, отличающееся тем, что блок обработки информации состоит из блока функциональной диагностики, блока прогнозирования, блока расчета остаточного ресурса и не менее двух дополнительных датчиков шума, выходы которых соединены с входами блока функциональной диагностики и блока прогнозирования, выходы которых подключены к входу блока расчета остаточного ресурса, выход которого соединен со входом передатчика, который соединен по беспроводному каналу связи с сервером и через него с мобильным устройством, блока системы связи, который включает в себя сервер и мобильное устройство, при этом блок обработки информации подключен к блоку системы подачи электроэнергии через соединительный разъем под кабель питания от аккумуляторной батареи или блока автономного питания, блок обработки информации, блок системы подачи электроэнергии и блок системы связи установлены в корпусе, выполненном в форме прямоугольника, который закреплен на электродвигателе при помощи элементов крепления.

30

35

40

45



Фиг. 1