



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*G01M 13/04 (2020.02)*

(21)(22) Заявка: 2019140317, 06.12.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
06.12.2019

Дата регистрации:  
21.08.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.12.2019

(45) Опубликовано: 21.08.2020 Бюл. № 24

Адрес для переписки:

630501, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, р.п. Краснообск, а/я 463, подразделение СибИМЭ

(72) Автор(ы):

Вахрушев Владимир Владимирович (RU),  
Немцев Анатолий Егорович (RU),  
Коптева Ирина Васильевна (RU),  
Вахрушев Владимир Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(СФНЦА РАН) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2110054 C1 27.04.1998. RU  
2110054 C1 27.04.1998. RU 133300 U1 10.10.2013.  
RU 2635824 C2 16.11.2017.

## (54) СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА

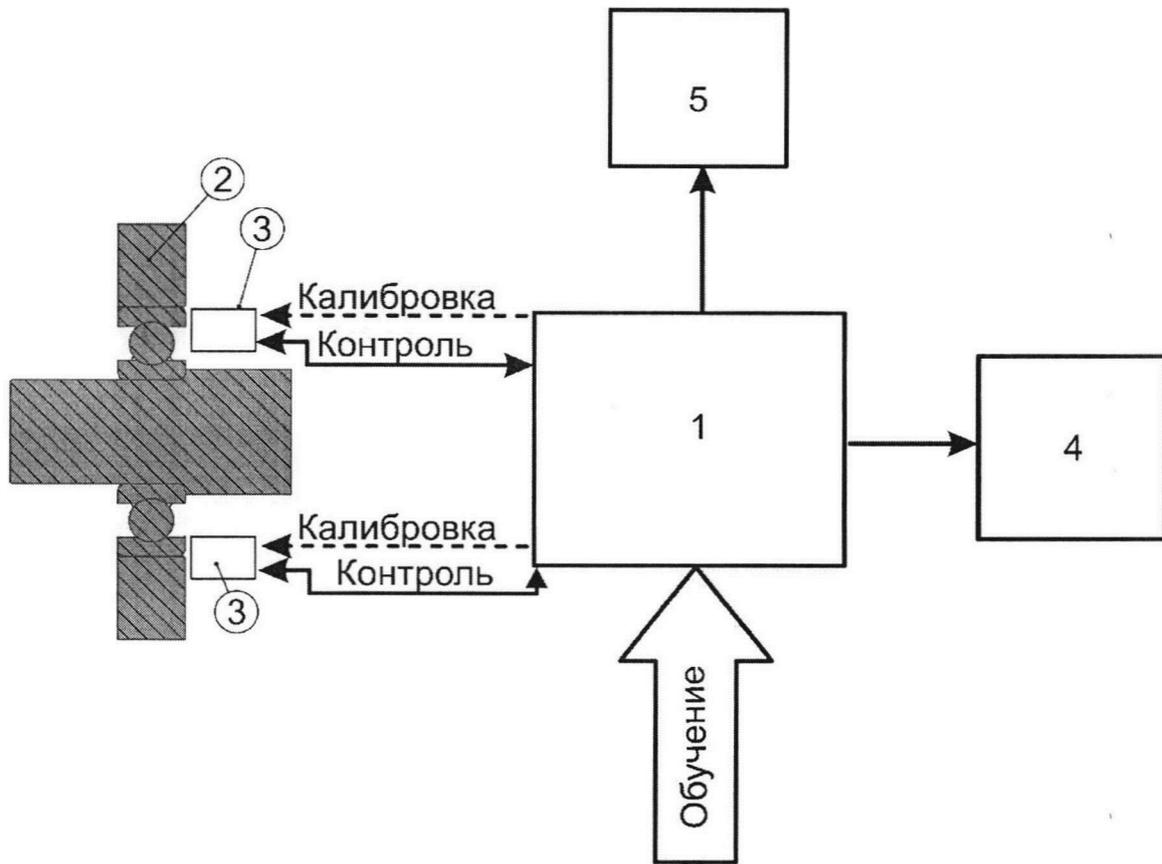
(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике, к техническому диагностированию состояния коробок передач мобильных энергетических средств, преимущественно к диагностированию подшипниковых узлов качения в режиме реального времени в непрерывном режиме эксплуатации. По предлагаемому способу в режиме «Обучение» в микроЭВМ вносят начальные, допускаемые, предельные значения параметров, характеризующих техническое состояние подшипникового узла, в соответствии с его серий и условиями работы. В режиме «Калибровка»

осуществляется программная настройка нулевой точки и калибровка чувствительности диагностических датчиков. В режиме «Контроль» осуществляется контроль состояния подшипникового узла без его демонтажа из КП. При наличии отказа подшипникового узла микроЭВМ выдает предупреждение о прекращении эксплуатации подшипникового узла. Технический результат заключается в обеспечении достоверной оценки и оперативности контроля состояния подшипникового узла качения без демонтажа из коробки передач в непрерывном режиме эксплуатации. 1 ил.

RU 2 730 401 C1

RU 2 730 401 C1





FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01M 13/04 (2020.02)*

(21)(22) Application: **2019140317, 06.12.2019**

(24) Effective date for property rights:  
**06.12.2019**

Registration date:  
**21.08.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **06.12.2019**

(45) Date of publication: **21.08.2020** Bull. № 24

Mail address:

**630501, Novosibirskaya obl., Novosibirskij r-n, r.p.  
Krasnoobsk, a/ya 463, podrazdelenie SibIME**

(72) Inventor(s):

**Vakhrushev Vladimir Vladimirovich (RU),  
Nemtsev Anatolij Egorovich (RU),  
Kopteva Irina Vasilevna (RU),  
Vakhrushev Vladimir Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**FEDERALNOE GOSUDARSTVENNOE  
BYUDZHETNOE UCHREZHDENIE NAUKI  
SIBIRSKIJ FEDERALNYJ NAUCHNYJ  
TSENTR AGROBIOTEKHNOLOGIJ  
ROSSIJSKOJ AKADEMII NAUK (SFNTSA  
RAN) (RU)**

(54) **BEARING ASSEMBLY CONDITION DIAGNOSING METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: measuring equipment.

SUBSTANCE: invention relates to measurement equipment, to technical diagnostics of condition of gearboxes of mobile power equipment, mainly to diagnostics of bearing assemblies of rolling in real time mode in continuous mode of operation. According to the proposed method, in the "Training" mode in the microcomputer the initial tolerable limit values of the parameters characterizing the technical condition of the bearing assembly are introduced in accordance with its series and operating conditions. In the "Calibration"

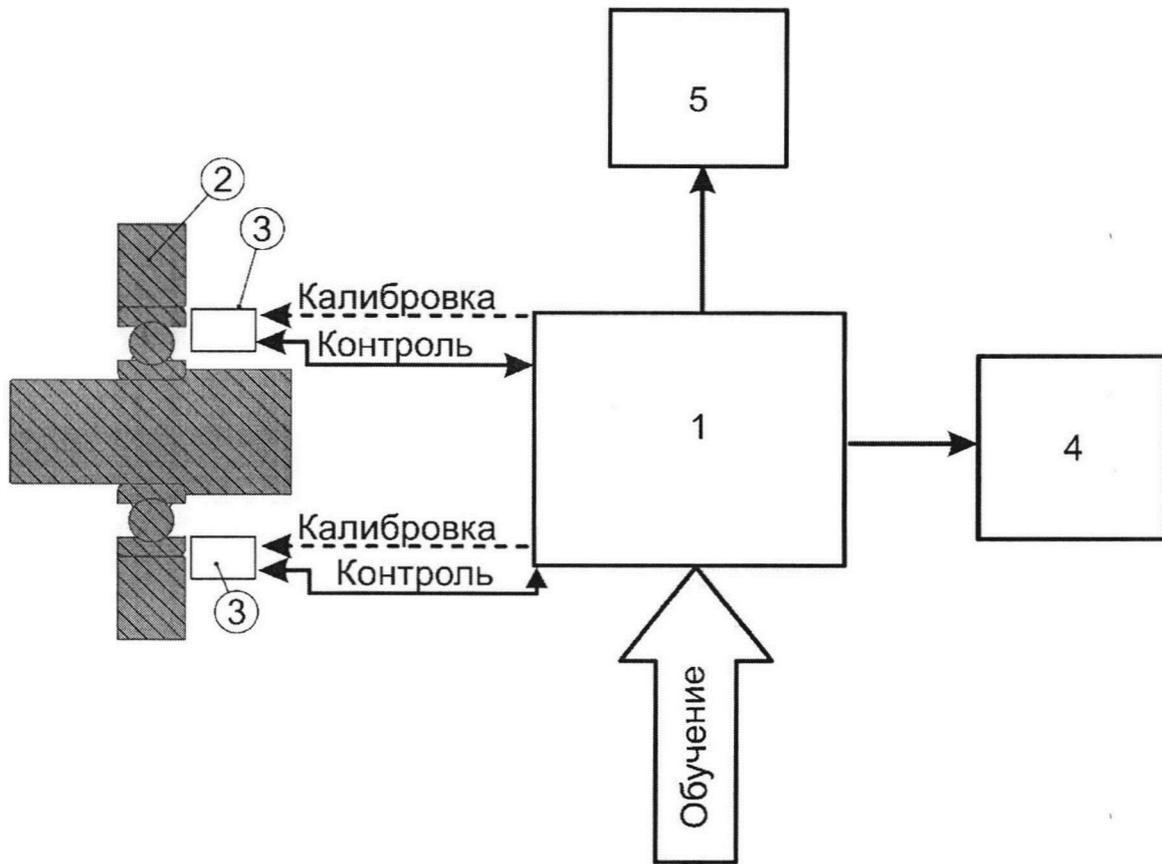
mode, the zero point is programmed and the sensitivity of the diagnostic sensors is calibrated. In the "Control" mode, the condition of the bearing unit is checked without its dismantling from the GB. In case of failure of bearing assembly, microcomputer issues warning on termination of bearing unit operation.

EFFECT: technical result consists in provision of reliable evaluation and efficiency of rolling bearing assembly condition monitoring without dismantling from gearbox in continuous operation mode.

1 cl, 1 dwg

**RU 2 730 401 C1**

**RU 2 730 401 C1**



Изобретение относится к техническому диагностированию состояния коробок передач мобильных энергетических средств, преимущественно к диагностированию подшипниковых узлов качения в режиме реального времени в непрерывном режиме эксплуатации.

5 Близким по технической сущности и принятый в качестве прототипа является способ диагностики трансмиссионных подшипников турбомашин и устройство для его осуществления [1]. По предлагаемому способу в режиме "Обучение" вибродатчик устанавливают на механический колебательный элемент, механический колебательный элемент устанавливают в двигатель и при вращении вала двигателя в диапазоне частот  $f$  от  $f_{\max;a_n}$  до  $f_{\max;a_x}$  с дискретностью изменения частоты  $f$  вращения вала двигателя, 10 меньшей или равной минимальной частоты вращения вала двигателя, определяют диапазон частот вращения вала двигателя от  $f_1$  до  $f_2$ , жесткость и координаты опорных точек механического колебательного элемента, при котором разность любых двух амплитуд  $A_1, A_k$  колебаний вибродатчика  $A$  для эталонного подшипника значительно 15 меньше минимальной амплитуды колебаний вибродатчика для данного "эталонного" подшипника, причем амплитуда колебаний вибродатчика для данного "эталонного" подшипника принимается за предельно допустимую  $A_{п\max}$ , а в режиме диагностики вибродатчик устанавливают на механический колебательный элемент с определенными 20 в режиме "Обучение" жесткостью и координатами опорных точек, механический колебательный элемент устанавливают в двигатель с диагностируемым подшипником, вращают вал двигателя с частотой  $f$ , принадлежащей диапазону частот от  $f_1$  до  $f_2$ , измеряют амплитуду колебаний вибродатчика, причем если последнее меньше предельно допустимой амплитуды колебаний вибродатчика  $A_{п\max}$ , то эксплуатацию подшипника 25 продолжают, а если больше или равна предельно допустимой амплитуде колебаний вибродатчика  $A_{п\max}$ , то диагностируемый подшипник бракуют. Устройство для осуществления способа диагностики подшипников, содержащее последовательно соединенные вибродатчик, усилитель и индикатор, снабжено механическими 30 колебательными элементами в количестве  $n$  ( $n \geq 1$ ), на каждый из которых установлен вибродатчик, первый резистор обратной связи, вторые резисторы обратной связи в количестве  $n$ , дешифратор с количеством выходов  $n$  и с количеством входов  $m$  ( $m \geq 1$ ), вибродатчики снабжены постоянными запоминающими устройствами с количеством выходов  $m$ , которые соединены с входами дешифратора, выходы которого соединены 35 с первыми выводами вторых резисторов обратной связи, вторые выводы которых объединены и соединены с первым выводом первого резистора обратной связи и вторым входом усилителя, выход которого соединен с вторым выводом первого резистора обратной связи.

К недостатку способа диагностирования следует отнести сложность выделения 40 искомым сигналам из ансамбля сигналов работающего изделия, а это в свою очередь предопределяет необходимость в их фильтрации, что усложняет определение фактического состояния подшипника качения. Помимо этого, совокупность сигналов, связанных с увеличением зазоров между кольцами подшипника и посадочными местами на валу и в корпусе, также внесет неопределенность диагностирования состояния 45 подшипника качения, при этом в способе отсутствует возможность фильтрации сигналов подобного рода, что указывает на низкую достоверность определения фактического состояния подшипника качения. При практической реализации способа, возможно ошибочная постановка диагноза состояния подшипника, поскольку измеряемая амплитуда вибрации может быть вызвана влиянием вибрации других деталей механизма,

что указывает на неоднозначную постановку диагноза технического состояния подшипника. Сложность интерпретации состояния подшипника по амплитуде колебаний, поскольку существуют объективные сложности разделения и фильтрации колебаний по признакам дефектов, что отражает низкую информативность способа.

5 При нагреве подшипника, в режиме «Диагностирование» возможно изменение амплитуды колебаний подшипника качения [2], что внесет погрешность в определение его технического состояния.

Способ характеризуется относительно высокой трудоемкостью диагностирования, поскольку необходима тарировка датчика вибрации на «эталонном» подшипнике, и  
10 установка на механизм. Способ реализуется в дискретном режиме эксплуатации в межповерочный интервал, а это может привести к пропуску аварийного состояния подшипника качения.

Цель изобретения - обеспечение достоверной оценки и оперативности контроля состояния подшипникового узла качения без демонтажа из коробки передач в  
15 непрерывном режиме эксплуатации, за счет сбора диагностической информации с диагностических датчиков, установленных в подшипниковом узле и обработку этих данных в микроЭВМ.

Поставленная цель, согласно изобретению, достигается тем, что способ диагностирования состояния подшипникового узла включает три режима, при этом  
20 на каждом режиме по специальному алгоритму микроЭВМ производит определенный перечень операций, направленных на обеспечение достоверного определения технического состояния подшипникового узла.

Техническая суть изобретения поясняется иллюстрацией (фиг.), на которой схематически показан вариант осуществления способа диагностирования состояния  
25 подшипникового узла. На фиг. приняты следующие обозначения: 1 - микроЭВМ, 2 - подшипниковый узел, 3 - диагностические датчики, 4 - дисплей, 5 - удаленный пользователь.

Отличительным признаком от прототипа является, в режиме «Обучение», с помощью специального программного обеспечения, установленного в микроЭВМ 1, начальные,  
30 допускаемые и предельные значения параметров технического состояния подшипникового узла (например: величины радиального, осевого зазоров подшипника качения, зазоры в сопряжениях колец на валу и в корпусе и т.д.), указанные параметры вносятся в микроЭВМ для соответствующей серии подшипника качения, при  
свойственных для этой серии нагрузочно-скоростных режимах, при этом режим  
35 «Обучение» осуществляется при неработающем подшипниковом узле 2, а также в период его монтажа и/или замены.

В режиме «Калибровка», осуществляется программная настройка нулевой точки диагностических датчиков 3 и калибровка их чувствительности непосредственно на  
подшипниковом узле с записью данных калибровки и чувствительности датчиков в  
40 микроЭВМ 1, при этом режим «Калибровка» осуществляется при неработающем подшипниковом узле 2, а также в период его монтажа и/или замены, при этом режим «Калибровка» в части настройки чувствительности диагностических датчиков 3, осуществляется при каждой остановке подшипникового узла 2.

В режиме «Контроль», осуществляется контроль состояния подшипникового узла  
45 2 без демонтажа из коробки передач в непрерывном режиме эксплуатации, при этом микроЭВМ 1 осуществляет сбор и обработку сигналов с диагностических датчиков 3, сравнение полученных данных с внесенными в режимах «Обучение» и «Калибровка», а также трансляция текущего состояния подшипникового узла в виде адаптированного

графического изображения на дисплей 4 и/или удаленному пользователю 5.

Помимо этого, в режиме «Контроль», при наличии признаков предельного состояния хотя бы одного из параметров работы подшипникового узла 2, фиксируемых диагностическими датчиками 3, микроЭВМ 1, выдает предупреждение о прекращении эксплуатации подшипникового узла на дисплей 4 и/или удаленному пользователю 5.

Помимо этого, микроЭВМ 1 и обладает средствами обратной связи с диагностическими датчиками 3, дисплеем 4 и удаленным пользователем 5.

Реализация способа диагностирования состояния подшипникового узла позволяет определять развитие отказов подшипникового узла на ранней стадии, что предотвратит его внезапные и постепенные отказы, причем диагностирование осуществляется в реальном режиме времени.

Источники информации

1. Патент РФ RU 2110054 C1.

2. Гаврилин А.Н. Диагностика технологических систем: учебное пособие. Часть 2 / А.Н. Гаврилин, Б.Б. Мойзес; [Текст] Томский политехнический университет.- Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014.

#### (57) Формула изобретения

Способ диагностирования состояния подшипникового узла, согласно которому в режиме «Обучение» с помощью программного обеспечения, установленного в микроЭВМ, начальные, допускаемые и предельные значения параметров технического состояния подшипникового узла вносятся в микроЭВМ для соответствующей серии подшипника качения при свойственных для этой серии нагрузочно-скоростных режимах, при этом режим «Обучение» осуществляется при неработающем подшипниковом узле, а также в период его монтажа и/или замены, при этом в режиме «Калибровка» осуществляется программная настройка нулевой точки диагностических датчиков и калибровка их чувствительности непосредственно на подшипниковом узле с записью данных калибровки и чувствительности датчиков в микроЭВМ, при этом режим «Калибровка» осуществляется при неработающем подшипниковом узле, а также в период его монтажа и/или замены, при этом режим «Калибровка» в части настройки чувствительности диагностических датчиков осуществляется при каждой остановке подшипникового узла, при этом в режиме «Контроль» осуществляется контроль состояния подшипникового узла без демонтажа из коробки передач в непрерывном режиме эксплуатации, при этом микроЭВМ осуществляет сбор и обработку сигналов с диагностических датчиков, сравнение полученных данных с внесенными в режимах «Обучение» и «Калибровка», а также трансляцию текущего состояния подшипникового узла в виде адаптированного графического изображения на дисплей и/или удаленному пользователю, помимо этого в режиме «Контроль» при наличии признаков предельного состояния хотя бы одного из параметров работы подшипникового узла, фиксируемых диагностическими датчиками, микроЭВМ выдает предупреждение о прекращении эксплуатации подшипникового узла на дисплей и/или удаленному пользователю, помимо этого микроЭВМ обладает средствами обратной связи с диагностическими датчиками, дисплеем и удаленным пользователем.

