

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В
СООТВЕТСТВИИ С ДОГОВОРОМ О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро

(43) Дата международной публикации
10 марта 2022 (10.03.2022)



(10) Номер международной публикации
WO 2022/050863 A1

- (51) Международная патентная классификация:
G01M 15/04 (2006.01) *G01M 15/12* (2006.01)
- (21) Номер международной заявки: РСТ/RU2020/000637
- (22) Дата международной подачи:
27 ноября 2020 (27.11.2020)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (30) Данные о приоритете:
2020128924 01 сентября 2020 (01.09.2020) RU
- (71) Заявители: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "РОС-
СИЙСКИЙ КОНЦЕРН ПО ПРОИЗВОДСТВУ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ
НА АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ" (JOINT STOCK
COMPANY "ROSENERGOATOM") [RU/RU]; ул.
Ферганская, 25 Москва, 109507, Moscow (RU).
ФЕДЕРАЛЬНОЕ, ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТО-
НОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕ-
НИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИ-
ОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕР-
НЫЙ УНИВЕРСИТЕТ "МИФИ" (НИЯУ МИФИ)
(NATIONAL RESEARCH NUCLEAR UNIVERSITY
MERPI (MOSCOW ENGINEERING PHYSICS
INSTITUTE)) [RU/RU]; Каширское шоссе, 31
Москва, 115409, Moscow (RU). ЧАСТНОЕ,

УЧРЕЖДЕНИЕ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ НА-
УЧНОГО РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ОТРАС-
ЛИ "НАУКА И ИННОВАЦИИ" (ЧАСТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "НАУКА И ИННОВАЦИИ")
(SCIENCE AND INNOVATIONS - NUCLEAR
INDUSTRY SCIENTIFIC DEVELOPMENT,
PRIVATE ENTERPRISE) [RU/RU]; ул. Б. Ордынка,
24, этаж 8, кабинет 820 Москва, 119017, Moscow (RU).

(72) Изобретатели: АБИДОВА, Елена Александровна
(ABIDOVA, Elena Aleksandrovna); ул. Дружбы, 10,
кв. 85 г. Волгодонск, 347360, g. Volgodonsk (RU).
ГОРБУНОВ, Игорь Геннадьевич (GORBUNOV, Igor
Gennadevich); ул. Лесная, 10, кв. 2 Ростовская об-
ласть, пос. Солнечный, 347358, Rostovskaya oblast, pos.
Solnechnyi (RU). НИКИФОРОВ, Виктор Николае-
вич (NIKIFOROV, Viktor Nikolaevich); ул. Гагарина,
17а, кв. 1 г. Волгодонск, 347380, g. Volgodonsk (RU).
ПУГАЧЕВА, Ольга Юрьевна (PUGACHEVA, Olga
Yur'evna); ул. Курчатова, 19, кв. 76 г. Волгодонск,
347360, g. Volgodonsk (RU). СОЛОВЬЕВ, Виктор
Иванович (SOLOV'EV, Viktor Ivanovich); ул. Энтузи-
астов, 46а, кв. 44 г. Волгодонск, 347375, g. Volgodonsk
(RU).

(74) Агент: ЧЕРНЫХ, Илья Владимирович
(CHERNYKH, Ilya Vladimirovich); Госкорпорация
"Росатом", Блок по управлению инновациями, Черных

(54) Title: METHOD FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF A DIESEL GENERATOR WHEN IN OPERATION

(54) Название изобретения: СПОСОБ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

(57) Abstract: The invention relates to technical diagnostics. The claimed method consists in measuring vibration acceleration in three mutually orthogonal planes using vibration sensors mounted at monitoring points on a diesel generator. Vibration accelerations are measured at monitoring points on an operational known good diesel generator, and then vibration accelerations are measured at prescribed intervals at said monitoring points on the diesel generator when the latter is in operation. Temperature and the intensity of an ultrasonic signal are also measured at the aforementioned monitoring points, and the root mean square values of the ultrasonic signal intensity, the temperature and the vibration acceleration are determined. On the basis of the vibration acceleration values measured, the root mean square values of vibration velocity and vibratory displacement are calculated, the distances between clusters of preceding measurements are determined and a conclusion is drawn about the operating state of the diesel generator. The technical result consists in allowing the timely detection of operating defects in a diesel generator by carrying out periodic measurements and comparing the calculation results obtained with one another, thus also providing for the safety of technical equipment in plants.

(57) Реферат: Изобретение относится к технической диагностике. Способ заключается в проведении измерений значений виброускорения в трех взаимно ортогональных плоскостях с помощью вибродатчиков, установленных в контрольных точках дизель-генератора. Измеряют виброускорения в контрольных точках заведомо исправного работающего дизель-генератора, а затем осуществляют измерение виброускорения в контрольных точках дизель-генератора при его эксплуатации с регламентируемой периодичностью. Дополнительно измеряют температуру и интенсивность ультразвукового сигнала в этих же контрольных точках и определяют среднеквадратичные значения интенсивности ультразвукового сигнала, температуры и виброускорения. Вычисляют по измеренным значениям виброускорения среднеквадратичные значения виброускорения и виброперемещения, определяют расстояния между кластерами предыдущих измерений и делают вывод об исправности дизель-генератора. Технический результат заключается в обеспечении возможности своевременного выявления отклонений в работе дизель-генератора путем проведения периодических измерений и сравнения полученных результатов вычислений между собой, и, как следствие, в обеспечении безопасности технологического оборудования установок.



WO 2022/050863 A1

И.В. ул. Большая Ордынка, 24, Москва, 119017, Moscow (RU).

(81) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована:

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

Способ контроля технического состояния дизель-генератора при эксплуатации

5 Изобретение относится к технической диагностике, в частности к способам определения технического состояния объекта, преимущественно
оборудования возвратно-поступательного действия, в том числе дизель-
генераторов, и может быть использовано для контроля электроприводного
оборудования и дизель-генераторов, перегрузочных машин, приводов систем
10 управления и защиты ядерных энергетических установок, для диагностики,
контроля параметров, обработки и представления результатов контроля,
выдаче рекомендаций и указаний по проведению ремонта дизель-
генераторных установок.

 Известны способы и устройства для использования данных о вибрациях
15 для определения состояния устройства управления технологическим
процессом (патент на изобретение РФ № 2640387). В способе используют
данные о вибрациях для определения состояния устройства управления
технологическим процессом во время калибровки, при этом рассчитывают
эксплуатационный порог устройства управления на основании первых данных
20 о вибрациях, собирают данные об эксплуатации относительно устройства
управления. Данные об эксплуатации указывают на ресурс, связанный с
устройством управления. После этого на основании указанных данных об
эксплуатации производят обновление эксплуатационного порога.
Обновленный эксплуатационный порог указывает на уменьшение
25 оставшегося ресурса, связанного с устройством управления. Затем собирают
вторые данные о вибрациях от первого датчика после калибровки цепи
вибрационного мониторинга и определяют состояние устройства управления
технологическим процессом в том случае, если вторые данные о вибрациях
превышают обновленный эксплуатационный порог. В известном изобретении
30 решена задача управления любым технологическим процессом классической

технологии на основе последовательности действий и методов передачи данных от датчика к приемнику также, как и в описанных аналогах известного способа.

Известный способ не позволяет провести вибродиагностику элементов
5 дизель-генератора при его эксплуатации и оценить необходимость проведения технического обслуживания.

Наиболее близким аналогом к заявляемому техническому решению является способ контроля технического состояния судового дизель-генератора в эксплуатации (патент на изобретение РФ № 2682839), включающий
10 измерение и обработку вибросигнала в вертикальном, осевом и поперечном направлениях, значений виброускорения, виброскорости и виброперемещения с датчиков, установленных на корпусе турбокомпрессора, на элементах газовойпускной и впускной систем двигателя и коленчатого вала двигателя, на лапах двигателя, на корпусе подшипников генератора и на лапах генератора,
15 на опорах и фундаменте дизель-генератора, последующее преобразование измеренного сигнала в узкополосные спектры виброускорения, виброскорости, виброперемещения и определение места превышения параметров вибрации установленных пределов эксплуатационных уровней.

Недостатком ближайшего аналога является отсутствие возможности
20 оценки состояния дизель-генератора путем определения тенденции изменения контролируемых параметров.

Задачей, достигаемой предлагаемым изобретением является определение технического состояния дизель-генератора для анализа
возможности его дальнейшей эксплуатации без прохождения ремонта, а также
25 повышение эффективности обнаружения неисправности дизель-генераторных установок на ранней стадии возникновения за счет совместного анализа диагностических данных разной природы с учетом ранее зарегистрированных данных оборудования данного типа.

Технический результат, достигаемый настоящим изобретением, заключается в обеспечении возможности своевременного выявления отклонений в работе дизель-генератора путем проведения периодических измерений и сравнения полученных результатов вычислений между собой, и, как следствие, в обеспечении промышленной безопасности технологического оборудования установок.

Сущность изобретения состоит в том, что в способе контроля технического состояния дизель-генератора при эксплуатации, заключающемся в проведении измерений значений виброускорения в трех взаимно ортогональных плоскостях с помощью вибродатчиков, установленных в контрольных точках дизель-генератора, предложено предварительно осуществлять первичные измерения значений виброускорения в контрольных точках заведомо исправного работающего дизель-генератора, а затем осуществлять последующие измерения значений виброускорения в контрольных точках дизель-генератора при его эксплуатации с регламентируемой периодичностью, при этом дополнительно осуществлять измерение значений температуры и интенсивности ультразвукового сигнала в этих же контрольных точках и определять среднеквадратичные значения интенсивности ультразвукового сигнала, температуры и виброускорения, а также вычислять по измеренным значениям виброускорения среднеквадратичные значения виброскорости и виброперемещения, полученные значения представлять в виде матриц, далее осуществлять нормирование полученных среднеквадратичных значений, вычисление ковариационных матриц и их сингулярное разложение с получением собственных векторов и собственных значений, затем выполнять проецирование полученных данных на главные компоненты с формированием кластеров, соответствующих измерениям в каждой точке в пространстве главных компонент, после чего определять нормативный интервал, сформированный как диапазон расстояния между кластерами предыдущих

измерений, и делать вывод о полной исправности дизель-генератора при попадании более 50% кластеров текущих измерений в нормативный интервал или о наличии дефектов в работе дизель-генератора при попадании менее 50% кластеров текущих измерений в нормативный интервал или о неисправности дизель-генератора при попадании более 50% кластеров ниже границы нормативного интервала.

Также предлагается контрольные точки дизель-генератора для установки вибродатчиков выбирать на опорах и точках крепления дизеля, корпусе дизеля и в местах, близких к расположению опор дизеля, турбокомпрессоров, водяных и масляных насосов, а также на опорах и опорной раме генератора и его подшипниковых узлах.

Дополнительные контрольные точки для измерения значений интенсивности ультразвукового сигнала предлагается преимущественно выбирать на цилиндрах и их топливных насосах высокого давления, анкерных связях рамовых подшипников, подшипниках скольжения распределительного вала, генераторе, водяном и масляном насосах.

Дополнительные контрольные точки для измерения значений температуры предлагается выбирать на подшипнике генератора, выхлопных патрубках цилиндров, топливных насосах высокого давления, смотровых люках, корпусах водяного насоса охлаждения дизеля, водяного насоса охлаждения наддувочного воздуха, масляного насоса и генератора.

Также предлагается температуру измерять с помощью тепловизора, а измерения значений виброускорения, температуры и интенсивности ультразвукового сигнала осуществлять с периодичностью один раз в 3 месяца.

Предлагаемый способ осуществляется следующим образом.

Первоначально осуществляют первичные измерения заведомо исправного работающего дизель-генератора значений виброускорения в трех взаимно ортогональных плоскостях с помощью вибродатчиков, а также измерение значений температуры и интенсивности ультразвукового сигнала.

Результаты этих измерений должны быть зафиксированы, поскольку с ними будут сравнивать полученные далее результаты измерений.

На дизель-генератор устанавливают вибродатчики в контрольных точках дизель-генератора, например, на опорах и точках крепления дизеля, корпусе дизеля и в местах, близких к расположению опор дизеля, турбокомпрессоров, водяных и масляных насосов, а также на опорах и опорной раме генератора и его подшипниковых узлах. В качестве беспроводных трехкоординатных датчиков могут быть использованы, например, датчики типа «VS-3D». При установке датчиков следует убедиться в наличии сигнала и произвести запись в течение не менее одной секунды.

Предлагаемый способ предусматривает также контроль навесного оборудования: турбокомпрессоров, водяных и масляных насосов в местах на корпусе, близких к расположению подшипников.

Рядное исполнение дизелей подразумевает расположение цилиндров в один (15Д-100, АС-803 и АС-808) или два (АСД-5600, ДГ-4000) ряда. Подшипники верхнего и нижнего коленчатых валов возможно контролировать на корпусе двигателя в районе расположения коренных подшипников по правому и левому бортам. При диагностировании возможен непосредственный контроль топливного насоса высокого давления, форсунок и цилиндров через смотровые окна.

Генераторы, входящие в состав ДГУ, представляют собой синхронные машины, состоящие из неподвижного статора и вращающегося на подшипниках скольжения ротора. Как и во всех синхронных машинах, ротор представляет собой электромагнит, питающийся постоянным током через щеточно-коллекторный аппарат. Исправность электрической машины определяется в первую очередь состоянием обмоток статора и подшипников. При эксплуатации синхронных машин зачастую возникают сложности с щеточно-коллекторным питанием ротора, которое необходимо также контролировать.

Вибрационный контроль предназначен для обобщенной проверки оборудования с точки зрения возможности его эксплуатации. Вибрационный контроль уровня вибрации в контрольных точках с последующим сравнением параметров вибрации с их нормативными значениями, определенными для машин данной конструкции, позволяет сделать вывод о возможности дальнейшей эксплуатации установки. Сигнал вибрации чувствителен не только к локальным колебательным процессам в контролируемом оборудовании, но и ко всем процессам в оборудовании (обобщенный показатель).

10 Проведение температурного контроля дизеля позволяет вовремя выявить дефекты элементов топливной аппаратуры, которые не обеспечивают необходимый рабочий процесс дизеля. Контроль дает возможность оперативно восстановить необходимые мощностные, экономические и экологические характеристики дизеля. Кроме того, оперативный контроль элементов топливной аппаратуры позволяет оценить качество ремонта и, в случае необходимости, принять соответствующие меры для улучшения технического состояния дизеля. Контроль температуры выпускных патрубков цилиндров или температуры выхлопных газов, температуры рабочих сред, максимальное давление сгорания в каждом цилиндре характеризуют 15 равномерность работы цилиндров и эффективность работы дизеля в целом. Контроль температурного состояния остова дизеля и его основных агрегатов позволяет выявить места с резко выраженным изменением температурного поля, что, очевидно, является следствием повышенного сопротивления (трения) в сопрягаемых узлах и деталях дизеля.

25 Температуру измеряют с помощью тепловизора, например, Testo 890-2, путем наведения на области установки подшипников генератора, выхлопных патрубках цилиндров, топливных насосах высокого давления, смотровых люках, корпусах водяного насоса охлаждения дизеля, водяного насоса охлаждения наддувочного воздуха, масляного насоса и генератора,

последующей автоматической или ручной фокусировки и сохранения термографического изображения в памяти прибора. Тепловизионный контроль подшипников коленчатого вала V-образных и рядных дизелей достаточно контролировать по температуре смотровых лючков, омываемых
5 маслом, поступающим для смазки подшипников коленчатого вала.

Интенсивность ультразвукового сигнала осуществляют путем проведения измерений на цилиндрах и их топливных насосах высокого давления, анкерных связях рамовых подшипников, подшипниках скольжения распределительного вала, генераторе, водяном и масляном насосах.
10 Регистрацию осуществляют путем установки контактного щупа ультразвукового прибора SDT-270 в контрольных точках.

В дизелях с V-образным расположением цилиндров (ДГУ типа 12ZV40/48+S2445-12, ЗВЕЗДА-6000BC-MTU) все вибрации, возникающие в кривошипно-шатунном механизме, воспринимаются корпусом двигателя.
15 Коленчатый вал уложен в крышках рамовых подшипников, крепящихся к корпусу двигателя при помощи шпилек, а для увеличения жесткости нижней части корпуса двигателя в плоскости каждого рамового подшипника расположены поперечные анкерные связи. По левому и правому бортам корпуса двигателя расположены кулачковые валы газораспределительного
20 механизма. Ультразвуковой контроль подшипников коленчатого вала можно проводить с одного борта, что удобно сделать через анкерные связи, воспринимающие нагрузки рамовых подшипников коленчатого вала. Ультразвуковые параметры подшипников распределительного вала по левому и правому борту возможно контролировать только на корпусе (остове)
25 двигателя. Конструкция V-образных дизелей допускает ультразвуковой контроль каждого топливного насоса высокого давления и цилиндрических втулок, расположенных по левому и правому борту.

После проведения первичных измерений осуществляют последующие измерения значений виброускорения, температуры и интенсивности

ультразвукового сигнала в этих же контрольных точках дизель-генератора при его эксплуатации с периодичностью, которая определяется регламентом эксплуатирующей организации, например, один раз в три месяца.

5
 10
 15
 20
 25
 30

Время регистрации вибрации в каждом месте контроля определяется номинальной частотой вращения вала дизеля. За время регистрации для достоверного контроля элемента конструкции число оборотов должно быть не менее 10. Рекомендуемое время регистрации - 1 секунда.

Контроль проводится в период работы оборудования на номинальной мощности. Одновременная регистрация двух или трех видов параметров технического состояния, соответствующих типовым группам оборудования, позволяет проводить комплексную оценку путем представления данных в n-мерной области, вычисления центров кластеров данных и расстояния между центрами. Величина расстояния между выборками данных, зарегистрированных в разное время, является комплексным показателем изменения состояния оборудования.

После проведения вышеуказанных измерений вычисляют среднеквадратичные значения интенсивности ультразвукового сигнала, температуры и виброускорения. Затем вычисляют по измеренным значениям виброускорения среднеквадратичные значения виброскорости и виброперемещения.

Полученные значения представляют в виде матриц, например:

$$A = \begin{bmatrix} V_{RMS_1}^X & V_{MAX_1}^X & V_{RMS_1}^Y & V_{MAX_1}^Y & V_{RMS_1}^Z & V_{MAX_1}^Z \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ V_{RMS_1}^X & V_{MAX_1}^X & V_{RMS_1}^Y & V_{MAX_1}^Y & V_{RMS_1}^Z & V_{MAX_1}^Z \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ V_{RMS_1}^X & V_{MAX_1}^X & V_{RMS_1}^Y & V_{MAX_1}^Y & V_{RMS_1}^Z & V_{MAX_1}^Z \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ V_{RMS_L}^X & V_{MAX_L}^X & V_{RMS_L}^Y & V_{MAX_L}^Y & V_{RMS_L}^Z & V_{MAX_L}^Z \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ V_{RMS_L}^X & V_{MAX_L}^X & V_{RMS_L}^Y & V_{MAX_L}^Y & V_{RMS_L}^Z & V_{MAX_L}^Z \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ V_{RMS_L}^X & V_{MAX_L}^X & V_{RMS_L}^Y & V_{MAX_L}^Y & V_{RMS_L}^Z & V_{MAX_L}^Z \end{bmatrix}$$

где $\{V_{RMSj}^X, V_{MAXj}^X, V_{RMSj}^Y, V_{MAXj}^Y, V_{RMSj}^Z, V_{MAXj}^Z\}$ – среднеквадратичные значения и максимальные значения виброскоростей в трех взаимно ортогональных плоскостях, зарегистрированных несколько раз в одних и тех же точках оборудования, где K – число замеров, L – число точек.

5 В виде таких же матриц представляют значения температур и интенсивности ультразвукового сигнала.

Далее производят нормирование параметров (так, чтобы матожидание элементов в каждом столбце соответствовало нулю, а дисперсия единице) и вычисляют ковариационные матрицы:

$$10 \quad C_A = \frac{AA^T}{L}.$$

Ковариационную матрицу подвергают разложению с помощью сингулярной декомпозиции с получением собственных векторов и собственных значений

$$C_A U_n = \lambda_n U_n,$$

15 где U_n - собственные векторы (направления наибольшей дисперсии); λ_n - собственное значение (дисперсионная доля параметра в направлении соответствующего вектора).

20 Затем выполняют проецирование полученных данных на главные компоненты с формированием кластеров, соответствующих измерениям в каждой точке в пространстве главных компонент. После этого определяют нормативный интервал, сформированный как диапазон расстояния между кластерами предыдущих измерений, и делают вывод о полной исправности дизель-генератора при попадании более 50% кластеров текущих измерений в нормативный интервал или о наличии дефектов в работе дизель-генератора при попадании менее 50% кластеров текущих измерений в нормативный интервал, или о неисправности дизель-генератора при попадании более 50% кластеров ниже границы нормативного интервала.

25 Описанный способ был использован при диагностике дизель-генераторных установок типа 15Д-100, 12ZV40/48+S2445-12, ЗВЕЗДА-

6000BC-MTU, эксплуатируемых на Нововоронежской, Смоленской, Ростовской АЭС, и может быть использован при диагностике дизель-генераторных установок типа АСД-5600, ДГ-4000, АС-803 и АС-808, эксплуатируемых на других АЭС.

- 5 Использование предлагаемого способа позволяет определять техническое состояние-дизель генератора, оперативно и своевременно выявлять отклонения в его работе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ контроля технического состояния дизель-генератора при эксплуатации, заключающийся в проведении измерений значений
5 виброускорения в трех взаимно ортогональных плоскостях с помощью вибродатчиков, установленных в контрольных точках дизель-генератора, отличающийся тем, что предварительно осуществляют первичные измерения значений виброускорения в контрольных точках заведомо исправного работающего дизель-генератора, а затем осуществляют последующие
10 измерения значений виброускорения в контрольных точках дизель-генератора при его эксплуатации с регламентируемой периодичностью, при этом дополнительно осуществляют измерение значений температуры и интенсивности ультразвукового сигнала в этих же контрольных точках и определяют среднеквадратичные значения интенсивности ультразвукового
15 сигнала, температуры и виброускорения, а также вычисляют по измеренным значениям виброускорения среднеквадратичные значения виброскорости и виброперемещения, полученные значения представляют в виде матриц, далее осуществляют нормирование полученных среднеквадратичных значений, вычисление ковариационных матриц и их сингулярное разложение с
20 получением собственных векторов и собственных значений, затем выполняют проецирование полученных данных на главные компоненты с формированием кластеров, соответствующих измерениям в каждой точке в пространстве главных компонент, после чего определяют нормативный интервал, сформированный как диапазон расстояния между кластерами предыдущих
25 измерений, и делают вывод о полной исправности дизель-генератора при попадании более 50% кластеров текущих измерений в нормативный интервал или о наличии дефектов в работе дизель-генератора при попадании менее 50% кластеров текущих измерений в нормативный интервал, или о неисправности дизель-генератора при попадании более 50% кластеров ниже границы
30 нормативного интервала.

2. Способ контроля технического состояния дизель-генератора по п. 1, отличающийся тем, что контрольные точки дизель-генератора для установки вибродатчиков выбирают на опорах и точках крепления дизеля, корпусе дизеля и в местах, близких к расположению опор дизеля, турбокомпрессоров, водяных и масляных насосов, а также на опорах и опорной раме генератора и его подшипниковых узлах.

3. Способ контроля технического состояния дизель-генератора по п. 1, отличающийся тем, что дополнительные контрольные точки для измерения значений интенсивности ультразвукового сигнала выбирают на цилиндрах и их топливных насосах высокого давления, анкерных связях рамовых подшипников, подшипниках скольжения распределительного вала, генераторе, водяном и масляном насосах.

4. Способ контроля технического состояния дизель-генератора по п. 1, отличающийся тем, что дополнительные контрольные точки для измерения значений температуры выбирают на подшипнике генератора, выхлопных патрубках цилиндров, топливных насосах высокого давления, смотровых люках, корпусах водяного насоса охлаждения дизеля, водяного насоса охлаждения надувочного воздуха, масляного насоса и генератора.

5. Способ контроля технического состояния дизель-генератора по п. 1, отличающийся тем, что температуру измеряют с помощью тепловизора.

6. Способ контроля технического состояния дизель-генератора по п. 1, отличающийся тем, что измерения значений виброускорения, температуры и интенсивности ультразвукового сигнала осуществляют с периодичностью один раз в 3 месяца.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 2020/000637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01M 15/04 (2006.01); G01M 15/12 (2006.01)		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01M 5/00-7/08, 13/00-15/14		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, Esp@cenet, DWPI, EAPATIS, PATENTSCOPE		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A, D	RU 2682839 C1 (FEDERALNOE GOSUDARSTVENNOE BJDZHZETNOE OBRAZOVATELNOE UCHREZH DENIE VYSSHEGO OBRAZOVANIYA "GOSUDARSTVENNY MORSKOI UNIVERSITET IMENI ADMIRALA F.F. USHAKOVA") 21.03.2019	1-6
A	RU 2484442 C1 (IVANOV ALEKSANDR VLADIMIROVICH) 10.06.2013	1-6
A	RU 2728485 C1 (FEDERALNOE GOSUDARSTVENNOE AVTONOMNOE OBRAZOVATELNOE UCHREZH DENIE VYSSHEGO OBRAZOVANIYA "NATSIONALNY ISSLEDOVATELSKY UNIVERSITET "MOSKOVSKY INSTITUT ELEKTRONNOI TEKHNIKI") 29.07.2020	1-6
A	RU 2338609 C1 (OTKRYTOE AKTSIONERNOE OBSHESTVO "NOVOLIPETSKY METALLURGICHESKY KOMBINAT" (OAO "NLMK")) 20.11.2008	1-6
A	US 9778080 B2 (EMERSON ELECTRIC et al.) 03.10.2017	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 June 2021 (21.06.2021)		Date of mailing of the international search report 01 July 2021 (01.07.2021)
Name and mailing address of the ISA/ RU		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2020/000637

<p>А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ</p> <p style="text-align: center;"><i>G01M 15/04 (2006.01)</i> <i>G01M 15/12 (2006.01)</i></p> <p>Согласно Международной патентной классификации МПК</p>																			
<p>В. ОБЛАСТЬ ПОИСКА</p> <p>Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации)</p> <p style="text-align: center;">G01M 5/00-7/08, 13/00-15/14</p> <p>Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки</p> <p>Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)</p> <p style="text-align: center;">PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, Esp@cenet, DWPI, EAPATIS, PATENTSCOPE</p>																			
<p>С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Категория*</th> <th>Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей</th> <th>Относится к пункту №</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A, D</td> <td>RU 2682839 C1 (ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АДМИРАЛА Ф.Ф. УШАКОВА") 21.03.2019</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>RU 2484442 C1 (ИВАНОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ) 10.06.2013</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>RU 2728485 C1 (ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ") 29.07.2020</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>RU 2338609 C1 (ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "НОВОЛИПЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ" (ОАО "НЛМК")) 20.11.2008</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 9778080 B2 (EMERSON ELECTRIC et al.) 03.10.2017</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table>		Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №	A, D	RU 2682839 C1 (ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АДМИРАЛА Ф.Ф. УШАКОВА") 21.03.2019	1-6	A	RU 2484442 C1 (ИВАНОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ) 10.06.2013	1-6	A	RU 2728485 C1 (ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ") 29.07.2020	1-6	A	RU 2338609 C1 (ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "НОВОЛИПЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ" (ОАО "НЛМК")) 20.11.2008	1-6	A	US 9778080 B2 (EMERSON ELECTRIC et al.) 03.10.2017	1-6
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №																	
A, D	RU 2682839 C1 (ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АДМИРАЛА Ф.Ф. УШАКОВА") 21.03.2019	1-6																	
A	RU 2484442 C1 (ИВАНОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ) 10.06.2013	1-6																	
A	RU 2728485 C1 (ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ") 29.07.2020	1-6																	
A	RU 2338609 C1 (ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "НОВОЛИПЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ" (ОАО "НЛМК")) 20.11.2008	1-6																	
A	US 9778080 B2 (EMERSON ELECTRIC et al.) 03.10.2017	1-6																	
<p><input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы С. <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении</p>																			
<table border="0"> <tr> <td>* Особые категории ссылочных документов:</td> <td>"Г" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение</td> </tr> <tr> <td>"А" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"D" документ, цитируемый заявителем в международной заявке</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"E" более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее</td> <td>"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности</td> </tr> <tr> <td>"L" документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)</td> <td>"Y" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста</td> </tr> <tr> <td>"O" документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета</td> <td>"&" документ, являющийся патентом-аналогом</td> </tr> </table>		* Особые категории ссылочных документов:	"Г" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение	"А" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным		"D" документ, цитируемый заявителем в международной заявке		"E" более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности	"L" документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	"Y" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста	"O" документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.		"P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета	"&" документ, являющийся патентом-аналогом				
* Особые категории ссылочных документов:	"Г" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение																		
"А" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным																			
"D" документ, цитируемый заявителем в международной заявке																			
"E" более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности																		
"L" документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	"Y" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста																		
"O" документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.																			
"P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета	"&" документ, являющийся патентом-аналогом																		
<p>Дата действительного завершения международного поиска</p> <p style="text-align: center;">21 июня 2021 (21.06.2021)</p>	<p>Дата отправки настоящего отчета о международном поиске</p> <p style="text-align: center;">01 июля 2021 (01.07.2021)</p>																		
<p>Наименование и адрес ISA/RU: Федеральный институт промышленной собственности, Бережковская наб., 30-1, Москва, Г-59, ГСП-3, Россия, 125993 Факс: (8-495) 531-63-18, (8-499) 243-33-37</p>	<p>Уполномоченное лицо: Маев Т.М. Телефон № (499) 240-25-91</p>																		