



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004110957/11, 12.04.2004

(24) Дата начала действия патента: 12.04.2004

(45) Опубликовано: 27.11.2005 Бюл. № 33

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2066645 C1, 20.09.1996. RU 94021370 A1, 27.06.1996. RU 2108936 C1, 20.04.1998. RU 2174214 C2, 27.09.2001.

Адрес для переписки:

125047, Москва, Оружейный пер., 3, стр.1,  
 а/я 143, А.О. Ковалеву

(72) Автор(ы):

Кузнецов А.Е. (RU),  
 Калюжный В.И. (RU),  
 Ковалев А.О. (RU),  
 Ефремов И.Ф. (RU),  
 Гектин Ю.М. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

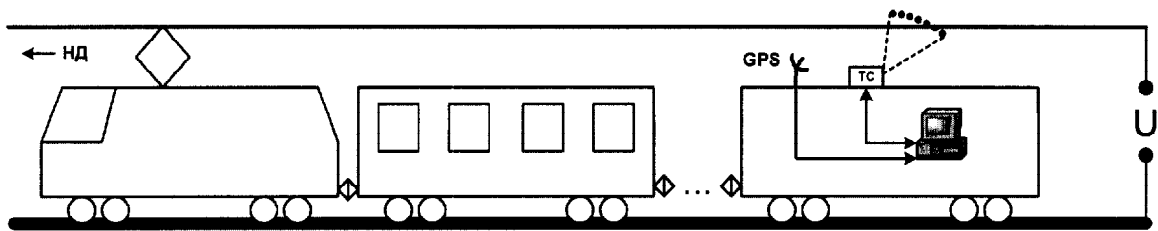
ЗАО "Центр перспективных наукоемких технологий" (RU)

### (54) СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ИЗНОСА КОНТАКТНОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СОСТАВОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области бесконтактного контроля технического состояния контактной сети (КС) электрифицированных железных дорог. Согласно предложенному способу осуществляют съемку КС электропитания с помощью тепловизионного сканера, установленного на крыше движущегося в составе поезда вагона и состоящего из линейки теплочувствительных приемников, расположенной поперек направления движения. Далее формируют тепловизионное изображение КС с включением в служебную часть каждой строки текущих географических координат сканера, поступающих от GPS-приемника, и сохраняют его в памяти компьютера. С помощью компьютерных средств формируют новое изображение, содержащее только тепловые образы двух контактных проводов. На новом изображении анализируют

неоднородность температурного поля каждого провода и выделяют участки, характеризующиеся повышенной температурой каждого контактного провода по отношению к заданным температурным пределам. По известным географическим координатам сканера формируют векторное картографическое изображение КС с выделенными участками. Сформированное изображение совмещают с электронной картой и получают картографический план. Этот план анализируют, выявляют степень локального износа КС и определяют на местности места локального повышенного износа проводов КС, подлежащих замене. Изобретение позволяет получить объективную оценку возможных мест обрыва проводов КС и применять своевременные превентивные ремонтные мероприятия по замене дефектных участков контактного провода. 2 ил.



НД – направление движения, ТС – тепловизионный сканер

Фиг. 1

RU 2264930 C1

RU 2264930 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2004110957/11, 12.04.2004**

(24) Effective date for property rights: **12.04.2004**

(45) Date of publication: **27.11.2005 Bull. 33**

Mail address:

**125047, Moskva, Oruzhejnyj per., 3, str.1,  
a/ja 143, A.O. Kovalevu**

(72) Inventor(s):

**Kuznetsov A.E. (RU),  
Kaljuzhnyj V.I. (RU),  
Kovalev A.O. (RU),  
Efremov I.F. (RU),  
Gektin Ju.M. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**ZAO "Tsentr perspektivnykh naukoemkikh  
tekhnologij" (RU)**

(54) **METHOD OF DIAGNOSING LOCAL WEAR OF RAILWAY TRAIN CONTACT SUPPLY SYSTEM**

(57) Abstract:

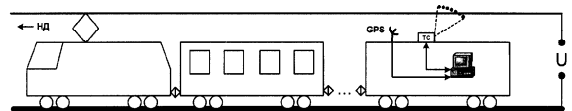
FIELD: electrified railways.

SUBSTANCE: invention relates to noncontact checking of condition of contact systems of electrified railways. According to proposed method supply of contact system is checked by means of infra-red scanner installed on roof of car in train consisting of bar of heat sensors arranged across direction of train movement. Then infra-red image of contact system is formed including into service part of each bar, current geographic coordinates of scanner received from GPS receiver with preservation of image in computer memory. New image is formed by computer means containing only thermal images of two contact wires. Using new image nonhomogeneity of temperature field of each wire is analyzed, and sections are revealed featuring higher temperature of each contact with relative to preset temperature limits. Using known

geographic coordinates of scanner, vector cartographic image of contact system is formed with marked off sections. Formed image is aligned with electronic map to get cartographic plan which is analyzed, degree of local wear of contact system is revealed and places of local increased wear of wires of contact system to be replaced are determined according to place of location.

EFFECT: provision of reliable evaluation of possible places of breaks of contact system wires and possibility of carrying out preventive repairs for replacement of defective sections of contact wire.

2 dwg



НД – направление движения, ТС – тепловизионный сканер

Фиг. 1

RU 2 264 930 C1

RU 2 264 930 C1

Изобретение относится к бесконтактным системам контроля технического состояния токоподводящей сети железнодорожного пути и предназначено для использования на передвижных контрольно-измерительных лабораториях железнодорожного транспорта.

5 Широко распространенный на сегодняшний день подход по контролю износа токоподводящей сети железнодорожных путей заключается в непосредственном измерении диаметров контактных проводов и проведении планово-ремонтных работ по их замене. Это позволяет предупредить возможные аварии, вызванные постепенным износом проводов.

10 Однако данный комплекс профилактических мер не может полностью исключить ситуации, связанные с перегоранием контактного провода. Главной причиной подобных аварий являются отдельные утончения провода, вызываемые электрической дугой в местах нарушения контакта с токоъемником локомотива.

15 Известен бесконтактный способ контроля технического состояния контактной сети, заключающийся в оценке износа и провиса проводов по результатам их видеосъемки (RU 2066645 C1, 20.09.1996, МПК 6 В 61 К 9/08). Основным недостатком данного способа - крайне низкая точность и достоверность получаемых оценок, обусловленных малым пространственным разрешением видеокамеры и зашумленностью формируемого изображения.

20 Более точный способ контроля степени износа контактного провода рассмотрен в (RU 2108936 C1, 20.04.1998, МПК 6 В 61 К 9/08), где для этой цели применяются матричные вихретоковые преобразователи, размещаемые на токоъемной лыже вагона-лаборатории. Основными недостатками данного подхода являются: неработоспособность способа при оценке износа двухпроводной контактной сети; значительные сложности по интерпретации и привязке к местности результатов электромагнитных измерений сечения провода.

25 Технический результат заключается в получении объективной оценки о возможных местах обрыва токоподводящей контактной сети и принятия своевременных превентивных ремонтных мероприятий по замене дефектных участков контактного провода.

30 Сущность изобретения состоит в том, что при протекании электрического тока участки контактного провода, имеющие меньшее поперечное сечение, нагреваются сильнее по отношению к другим частям токоподводящей сети. Анализируя по тепловизионному изображению неоднородность температурного поля провода, можно выделить участки локального нагрева и, как следствие, повышенного износа.

35 Поставленная цель достигается путем осуществления съемки контактной сети электропитания, с помощью тепловизионного сканера, установленного на крыше движущегося в составе поезда вагона, и состоящего из линейки теплочувствительных приемников, расположенной поперек направления движения поезда; формируют тепловизионное изображение контактной сети электропитания, причем в служебную часть каждой строки включены текущие географические координаты сканера, поступающие от GPS-приемника, и сохраняют его в памяти компьютера; с помощью компьютерных средств: 40 формируют новое изображение, содержащее только тепловые образы двух контактных проводов, на новом изображении анализируют неоднородность температурного поля каждого провода и выделяют участки, характеризующиеся повышенной температурой каждого контактного провода по отношению к заданным температурным пределам, по известным географическим координатам сканера формируют векторное картографическое 45 изображение контактной сети электропитания с выделенными участками, полученное векторное картографическое изображение совмещается с электронной картой, для получения картографического плана; анализируют картографический план для определения степени локального износа контактной сети электропитания и определяют на местности места локального износа контактной сети электропитания, имеющие 50 повышенный износ и подлежащие замене.

Изобретение поясняется чертежами

Фиг.1 поясняет способ диагностирования локального износа контактной сети электропитания железнодорожных составов.

Фиг.2 - алгоритм реализации заявленного способа.

Способ основан на том, что для инфракрасной съемки контактной сети специализированный вагон-лаборатория оснащается тепловизионным съемочным комплексом. В состав комплекса входят GPS-приемник, тепловизионный сканер и компьютер, фиг.1. Тепловизионный сканер состоит из линейки теплочувствительных элементов, ориентированной поперек линии направления контактного провода. В качестве ИК-приемников может использоваться линейка, состоящая из 256 элементов и изготавливаемая Российской фирмой "Орион". Сканер регистрирует ИК-излучение в спектральном диапазоне 8-12 мкм и за счет предварительной калибровки позволяет измерять температуру наблюдаемых объектов с точностью  $\sim 0,1^\circ\text{C}$ . Оптическая система сканера настроена таким образом, что обеспечивает равномерную съемку контактного провода в полосе захвата  $\sim 1200$  мм с пространственным разрешением  $\sim 4$  мм.

Сканер устанавливается на крыше вагона-лаборатории в направлении, обратном направлению движения поезда. Строки сканерного изображения  $V(m,n)$ ,  $m = \overline{1, M}$ ,  $n = \overline{1, N}$  формируются за счет считывания информации с линейки теплоприемников с частотой  $f_{\text{сч}} \approx 300$  строк/с. В кадровом направлении изображение образуется за счет перемещения вагона в составе поезда.

Формируемое изображение записывается на жесткий диск сопряженного со сканером компьютера. При этом в служебную часть строки заносятся текущие географические координаты сканера, поступающие от GPS-приемника.

Для гарантированного выявления на тепловизионном изображении температурных аномалий вагон со сканером прицепляют в конец движущегося железнодорожного состава. А для минимизации отрицательного действия коэффициента конвективной теплоотдачи провода съемку выполняют при отсутствии тумана и атмосферных осадков.

Для определения участков контактного провода с повышенным нагревом по отношению к заданным температурным пределам или другим частям провода при помощи компьютерных средств выполняют следующие этапы компьютерной обработки изображения  $V$ .

Во-первых, с использованием операторов пространственного дифференцирования и скелетизации на исходном снимке выделяются пикселы, принадлежащие изображениям двух контактных проводов. То есть формируется отфильтрованное изображение  $V^*$ , содержащее только тепловые образы контактных проводов.

Во-вторых, изображение каждого провода разбивается на небольшие участки, оценивается средняя яркость и по ней степень нагрева провода на каждом участке.

В-третьих, с использованием статистических методов обработки информации или визуальным оператором-дешифровщиком определяются участки, характеризующиеся повышенной температурой по отношению к заданным температурным пределам или другим частям провода. Иными словами, на изображении всей отснятой контактной сети выделяются участки локального нагрева провода, имеющего меньшее внутреннее сечение и, соответственно, увеличенную степень износа.

В-четвертых, на основе находящихся в составе строк изображений  $V$  и  $V^*$  географических координат, задающих текущее местоположение сканера и вагона-лаборатории на железнодорожном пути, формируется векторное картографическое изображение контактной сети с помеченными красным цветом участками провода повышенного локального износа.

В-пятых, векторное изображение контактной сети совмещается с электронной картой и полученный картографический план отображается на экране монитора. При визуализации картографического плана обеспечивается измерение географических координат пикселов, температуры проводов контактной сети, а также длин различных участков карты, помеченных курсором мыши.

Для проведения ремонтно-восстановительных работ по замене дефектных участков контактного провода картографический план с географическими координатами аномальных

участков провода распечатывается на принтере и вместе с переносным GPS-приемником передается ремонтной бригаде. Ремонтная бригада по координатам, измеряемым GPS-приемником, идентифицирует на местности участок контактной сети, отмеченный на плане, и проводит работы по замене изношенного провода.

5 Предложенный способ определения мест локального износа контактного провода реализуется в соответствии со следующим алгоритмом, проиллюстрированным на фиг.2:

1 - формирование изображения В, путем объединения информации от тепловизионного сканера  $b(m,n)$  и географических координат  $(\varphi, \lambda)$  местоположения вагона и запись результата в память компьютера;

10 2 - фильтрация исходного изображения с помощью операторов пространственного дифференцирования Q и скелетизации C и формирование изображения, содержащего образы только двух контактных проводов;

3 - определение участков локального нагрева провода (оператор T);

15 4 - статистическая обработка температурных данных и выделение аномальных участков (оператор S);

5 - формирование векторного картографического изображения контактной сети F  $(\varphi, \lambda)$  (оператор F);

6 - совмещение картографического изображения и электронной карты  $E_k(\varphi, \lambda)$  и формирование картографического плана;

20 7 - визуализация картографической информации на экране монитора ПЭВМ;

8 - формирование отчетного документа и вывод его на принтер.

Заявленный способ реализуется с помощью любого тепловизионного сканера.

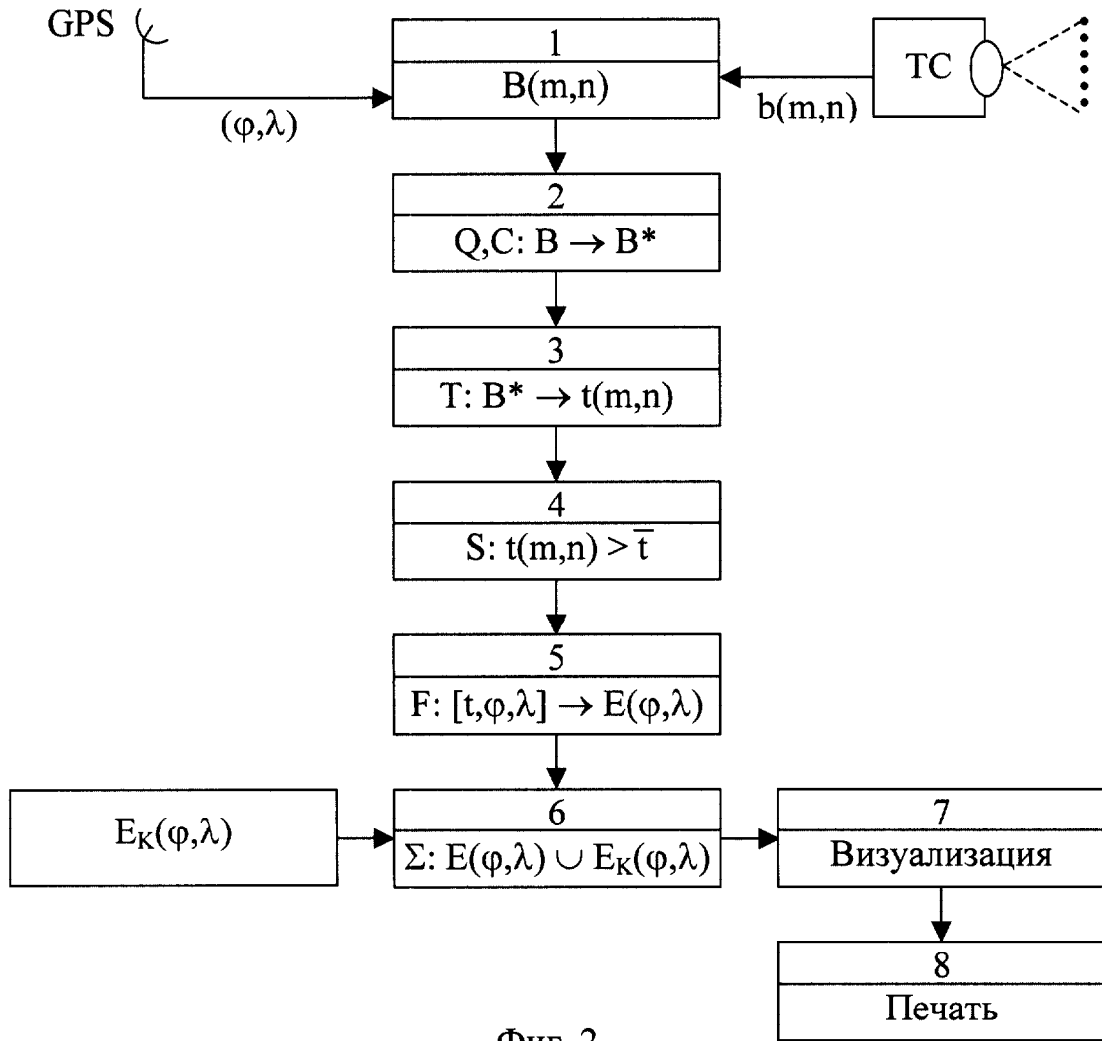
Обработка полученных изображений осуществляется при помощи компьютерных средств, состоящих, например из IBM/PC совместимого компьютера с необходимым периферийным 25 оборудованием, а также программного обеспечения, алгоритм функционирования которого приведен в описании.

От изобретения следует ожидать вторичный эффект, связанный с контролем работоспособности натяжителей контактной сети по допустимой величине смещения контактного провода вдоль лыжи токосъемника относительно нейтрального положения.

30

#### Формула изобретения

Способ диагностирования локального износа контактной сети электропитания железнодорожных составов, заключающийся в том, что осуществляют съемку контактной сети электропитания с помощью тепловизионного сканера, установленного на крыше 35 движущегося в составе поезда вагона и состоящего из линейки теплочувствительных приемников, расположенной поперек направления движения поезда, формируют тепловизионное изображение контактной сети электропитания с включением в служебную часть каждой строки текущих географических координат сканера, поступающих от GPS-приемника, и сохраняют его в памяти компьютера, с помощью компьютерных средств 40 формируют новое изображение, содержащее только тепловые образы двух контактных проводов, на новом изображении анализируют неоднородность температурного поля каждого провода и выделяют участки, характеризующиеся повышенной температурой каждого контактного провода по отношению к заданным температурным пределам, по известным географическим координатам сканера формируют векторное картографическое 45 изображение контактной сети электропитания с выделенными участками, сформированное векторное картографическое изображение совмещают с электронной картой и получают картографический план, анализируют картографический план и выявляют степень локального износа контактной сети электропитания, определяют на местности места локального повышенного износа проводов контактной сети электропитания, подлежащих 50 замене.



Фиг. 2