

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **040969**(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2022.08.24**

**(51)** Int. Cl. **B60T 17/22 (2006.01)**

**(21)** Номер заявки  
**202191998**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2020.02.20**

---

**(54) СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ТОРМОЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО  
ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА И СПОСОБ ЭКСТРЕННОГО ТОРМОЖЕНИЯ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

---

**(31)** 102019000002533

**(56)** DE-A1-102015115852

**(32)** 2019.02.21

FR-A1-2775773

**(33)** IT

EP-A1-3056397

**(43)** 2021.11.22

WO-A1-9836955

**(86)** PCT/IB2020/051417

WO-A2-2018069326

**(87)** WO 2020/170183 2020.08.27

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**ФАЙВЕЛЕ ТРАНСПОРТ ИТАЛИА  
С.П.А. (IT)**

**(72)** Изобретатель:  
**Фреа Маттео, Тионе Роберто (IT)**

**(74)** Представитель:  
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатъев  
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,  
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)**

---

**(57)** Описан способ обнаружения тормозного действия железнодорожного транспортного средства (RV), включающий этапы контроля передачи нагрузки на первую ось (100) железнодорожного транспортного средства (RV) от второй оси (102), следующей за первой осью (100) согласно направлению движения (d), и, если передача нагрузки превышает заранее заданный порог, установление факта торможения железнодорожного транспортного средства (RV). Также описан способ экстренного торможения, включающий этапы обнаружения запроса на экстренное торможение, активации электродинамического тормозного устройства для замедления железнодорожного транспортного средства при обнаружении запроса на экстренное торможение, применения способа обнаружения тормозного действия железнодорожного транспортного средства и, в случае определения того, что железнодорожное транспортное средство тормозит, установление факта надлежащей работы электродинамического тормозного устройства и использование электродинамического тормозного устройства для, по меньшей мере, частичного удовлетворения запроса на экстренное торможение, а в случае определения того, что железнодорожное транспортное средство не тормозит, установление факта ненадлежащей работы электродинамического тормозного устройства и использование пневматического тормозного устройства для удовлетворения запроса на экстренное торможение.

---

**B1****040969****040969****B1**

### Область техники

Данное изобретение в целом относится к области способов торможения железнодорожных транспортных средств, в частности, изобретение относится к способу обнаружения тормозного действия железнодорожного транспортного средства и способу экстренного торможения железнодорожного транспортного средства.

### Уровень техники

Известные тормозные устройства железнодорожного транспорта выполняют разные функции, отличающиеся состоянием, в котором находится железнодорожное транспортное средство. Две основные функции известны как "служебное торможение" и "экстренное торможение".

Служебное торможение - состояние, в котором железнодорожное транспортное средство замедлено во время нормальных фаз эксплуатационной службы. В данном состоянии рабочие параметры торможения должны быть гарантированы с вероятностью отказа менее  $10^{-7}$ . Данное значение соответствует уровню безопасности SIL2, указанному в стандарте EN50126.

Экстренное торможение - состояние, в котором поезд должен обеспечить торможение в пределах остановочного пути, заранее определенного международными стандартами, причем вероятность недостижения рабочих параметров, как правило, равна или меньше, чем  $10^{-9}$ . Данное значение соответствует уровню безопасности SIL4, указанному в стандарте EN50126.

Что касается выполнения служебного торможения, тормозные устройства, относящиеся к железнодорожным транспортным средствам, в данное время полностью управляют с помощью электронных средств управления, взаимодействующих со средствами управления тяговых двигателей, используемых в режиме рекуперации во время торможения, т.е. во время электродинамического торможения, и со средствами TCMS (Train Control and Monitoring Systems), "Средствами управления и мониторинга поездов", для непрерывного обмена диагностической информацией и управления в реальном времени путей компенсации возможных неисправностей рабочего тормозного устройства или электродинамического тормоза.

Такое исполнение с помощью электронных средств значительно повысило комфорт пассажиров, например, за счет обеспечения допустимых колебаний ускорения или путем динамической компенсации колебаний коэффициентов трения фрикционных материалов при изменении скорости при сохранении равномерного замедления.

С другой стороны, такие электронные средства управления служебным торможением становятся все более сложными, основанными на микропроцессорных архитектурах, выполняющих значительное количество программного кода, связанного не только с процессами управления тормозами в реальном времени, но и с управлением диагностическими процессами всего тормозного устройства и управлением сложными протоколами связи, например ethernet или MVB. По данной причине основные операторы в данном секторе на этапе экстренного торможения предпочитают использование исключительно пневматических решений.

Кроме того, основные операторы в данном секторе на этапе экстренного торможения предпочитают использование исключительно пневматических решений еще и потому, что правильность работы электронных средств управления, взаимодействующих со средствами управления тяговыми электродвигателями, использующими рекуперативный путь торможения, т.е. электродинамическое торможение, невозможно проверить.

Об этом свидетельствует публикация железнодорожного стандарта EN16185. Данный стандарт стандартизирует тормозные устройства, которые обеспечивают два одновременных пневматических канала запроса для экстренного торможения.

Причина такого выбора операторов связана с присущим пневматическим архитектурам и используемым пневматическим компонентам высоким коэффициентом безопасности и надежности, продемонстрированным со временем, в отличие от более низкой надежности электронных средств. Более низкая надежность в основном связана с потенциальным наличием программных сбоев общего режима, которые могут возникнуть одновременно во всем поезде во время экстренного торможения, частично или полностью нарушая достижение остановочного пути. Тем не менее, данный технологический выбор начинает противоречить постоянно растущим требованиям к точности остановочных путей при экстренном торможении.

Ввиду данных ограничений, несмотря на то, что железнодорожное транспортное средство содержит электронные средства управления, взаимодействующие со средствами управления тяговыми двигателями, использующими рекуперативный путь торможения, т.е. электродинамическое торможение, которое обычно используют при служебном торможении, такое электродинамическое торможение не используют при экстренном торможении. И наоборот, при экстренном торможении используют только пневматические устройства и компоненты, несмотря на то что последние подвержены неточностям, вызванным зависимостью от температуры пружин и резиновых субкомпонентов и их старения.

В другом аспекте, в известных железнодорожных транспортных средствах, чтобы убедиться, что обеспечена правильная работа тормозного устройства и что железнодорожное транспортное средство действительно замедляется, необходимо знать скорость движения железнодорожного транспортного

средства в реальном времени и/или мгновенное замедление того же транспортного средства. Оценка скорости движения транспортного средства на основе измерения угловой скорости колес (обеспеченная с помощью соответствующих датчиков и тональных колес) не всегда надежна, например в случае полного или частичного заноса колес из-за ухудшения условий сцепления. Средства, обеспечивающие использование специальных спутников (средства GPS), не всегда доступны, например в районах с низким/отсутствующим покрытием и/или в туннелях. Инерционные средства или акселерометры трудно калибровать, и они подвержены влиянию вибраций во время движения транспортного средства. Кроме того, приведенные выше технологические решения, даже если они использованы в гибридном варианте, все равно требуют специальной установки и соответствующих затрат.

В документе DE 102015115852 A1 описан способ обнаружения тормозного действия, но описанные выше проблемы остаются нерешенными.

### **Сущность изобретения**

Цель данного изобретения заключается в предложении решения для проверки правильности работы тормозного устройства железнодорожного транспортного средства. Данное решение является более надежным, чем известные решения, и снижает вышеупомянутые затраты за счет использования средств и датчиков (подвесок), обычно уже установленных на железнодорожном транспортном средстве для других основных задач.

Другая цель данного изобретения заключается в предложении решения, которое обеспечивает безопасное использование электродинамического тормозного устройства железнодорожного транспортного средства даже во время экстренного торможения.

Вышеуказанные и другие цели и преимущества достигнуты, согласно одному из аспектов изобретения, способом обнаружения тормозного действия железнодорожного транспортного средства, имеющего признаки, определенные в п.1 формулы изобретения, и способом экстренного торможения железнодорожного транспортного средства согласно п.10 формулы изобретения. Предпочтительные варианты выполнения изобретения определены в зависимых пунктах формулы изобретения, содержание которых является неотъемлемой частью данного описания.

### **Краткое описание чертежей**

Далее описаны функциональные и конструктивные признаки некоторых предпочтительных вариантов выполнения способа обнаружения тормозного действия и способа экстренного торможения железнодорожного транспортного средства согласно изобретению. Со ссылкой на сопутствующие чертежи, на которых:

фиг. 1 изображает распределение нагрузки между двумя осями одной и той же тележки железнодорожного транспортного средства, когда последнее не подвергнуто тормозному действию,

фиг. 2 изображает распределение нагрузки между двумя осями одной и той же тележки железнодорожного транспортного средства, когда последнее подвергнуто тормозному действию,

фиг. 3 изображает распределение веса между двумя осями двух отдельных тележек железнодорожного транспортного средства, когда последнее не подвергнуто тормозному действию,

фиг. 4 изображает распределение нагрузки между двумя осями двух отдельных тележек железнодорожного транспортного средства, когда последнее подвергнуто тормозному действию.

### **Подробное описание**

Прежде чем подробно описать варианты выполнения изобретения, следует уточнить, что изобретение не ограничено в своем применении конструктивными деталями и конфигурацией компонентов, представленных в следующем описании или проиллюстрированных на чертежах. Изобретение может принимать другие варианты выполнения и на практике может быть выполнено или обеспечено разными путями.

Следует также понимать, что фразеология и терминология имеют описательную цель и не должны толковаться в качестве ограничений. Использование слов "включать" и "состоять" и их вариации следует понимать как охватывающие элементы, указанные далее, и их эквиваленты, а также дополнительные элементы и их эквиваленты.

Ссылаясь сначала на фиг. 1, способ обнаружения тормозного действия железнодорожного транспортного средства RV включает этапы:

контроль передачи нагрузки по направлению к первой оси 100 железнодорожного транспортного средства RV со второй оси 102 железнодорожного транспортного средства RV, следующей за указанной первой осью 100 согласно направлению движения  $d$  железнодорожного транспортного средства,

если передача нагрузки превышает заранее заданный порог, установление факта торможения железнодорожного транспортного средства RV.

Под второй осью 102 железнодорожного транспортного средства RV, следующей за первой осью 100, можно понимать случай, в котором вторая ось 102 является осью, расположенной непосредственно за первой осью 100, т.е. случай, когда между ними нет других осей, или случай, когда вторая ось 102 расположена после первой оси 100, но между ними есть одна или более осей.

Передача нагрузки определена как изменение весовых долей, развешенных на указанной первой оси и на указанной второй оси железнодорожного транспортного средства относительно статической ситуации.

Предпочтительно, этап контроля передачи нагрузки на первую ось 100 железнодорожного транспортного средства RV от второй оси 102 железнодорожного транспортного средства RV может включать этапы:

- измерение давления P1, действующего на первую ось 100 железнодорожного транспортного средства RV,

- измерение давления P2, действующего на вторую ось 102 железнодорожного транспортного средства RV,

- определение передачи нагрузки посредством разности между измеренным давлением P1, действующим на первую ось 100, и измеренным давлением P2, действующим на вторую ось 102.

Предпочтительно давление P1, действующее на первую ось 100 железнодорожного транспортного средства RV, может быть измерено посредством измерения давления первого пневматического амортизатора, связанного с указанной первой осью 100, а давление P2, действующее на вторую ось 102 железнодорожного транспортного средства, может быть измерено посредством измерения давления второго пневматического амортизатора, связанного с указанной второй осью 102.

Кроме того, давление, действующее на указанную первую ось железнодорожного транспортного средства, предпочтительно может быть измерено с помощью первого тензометрического датчика, например тензометра, предназначенного для измерения деформации первой пружины первого амортизатора, связанного с указанной первой осью, а давление, действующее на вторую ось железнодорожного транспортного средства может быть измерено с помощью второго тензометрического датчика, например тензометра, предназначенного для измерения деформации второй пружины второго амортизатора, связанного с указанной второй осью.

Затем действующие давления могут быть получены в зависимости от деформации соответствующих пружин, например, с помощью соответствующих формул преобразования.

Как видно из чертежей, во время действия торможения железнодорожное транспортное средство наклоняется под углом A наклона относительно плоскости покоя x. Таким образом предпочтительно этап контроля передачи нагрузки на первую ось железнодорожного транспортного средства от второй оси железнодорожного транспортного средства может включать этапы измерения угла наклона железнодорожного транспортного средства и определения величины передачи нагрузки в зависимости от измеренного угла наклона.

Угол наклона железнодорожного транспортного средства может быть измерен с помощью гироскопического датчика, например гироскопа. Аналогично, угол A наклона железнодорожного транспортного средства может быть измерен с помощью акселерометрического датчика, например акселерометра.

Как показано на фиг. 1 и 2, предпочтительно указанная первая ось 100 и указанная вторая ось 102 принадлежат одной и той же тележке 104.

Аналогично, как показано на фиг. 3 и 4, предпочтительно указанная первая ось 100 и указанная вторая ось 102 принадлежат двум отдельным тележкам 104 и 106.

Данное изобретение также относится к способу экстренного торможения железнодорожного транспортного средства RV.

Данный способ экстренного торможения железнодорожного транспортного средства RV включает этапы:

- обнаружение запроса на экстренное торможение,

- при обнаружении запроса на экстренное торможение активирование электродинамического тормозного устройства для замедления железнодорожного транспортного средства,

- применение способа обнаружения тормозного действия транспортного средства согласно любому из ранее описанных вариантов выполнения,

- если было определено, что железнодорожное транспортное средство тормозит, определение того, что электродинамическое тормозное устройство работает правильно, и использование электродинамического тормозного устройства для, по меньшей мере, частичного удовлетворения запроса на экстренное торможение,

- если было определено, что железнодорожное транспортное средство не тормозит, определение того, что электродинамическое тормозное устройство не работает правильно, и использование пневматического тормозного устройства для удовлетворения запроса на экстренное торможение.

Предпочтительно этап определения того, является ли использование электродинамического тормозного устройства достаточным для удовлетворения запроса на экстренное торможение, может также включать этап сравнения измеренной передачи нагрузки с объективным значением передачи нагрузки, определенным в зависимости от запроса на экстренное торможение.

Данное изобретение обеспечивает преимущество, состоящее в обеспечении решения, позволяющего проверить правильность работы тормозного устройства железнодорожного транспортного средства, и в предоставлении решения, обеспечивающего безопасное использование электродинамического тормозного устройства железнодорожного транспортного средства даже во время экстренного торможения.

Описаны различные аспекты и способ выполнения способа обнаружения тормозного действия и способа экстренного торможения железнодорожного транспортного средства согласно изобретению.

Подразумевается, что каждый вариант выполнения изобретения может быть объединен с любым другим вариантом выполнения. Кроме того, изобретение не ограничено описанными вариантами выполнения, но может быть изменено в пределах объема, определенного прилагаемой формулой изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ обнаружения тормозного действия железнодорожного транспортного средства (RV), включающий следующие этапы:

контроль передачи нагрузки по направлению к первой оси (100) железнодорожного транспортного средства (RV) от второй оси (102) железнодорожного транспортного средства (RV), следующей за указанной первой осью (100) согласно направлению движения (d) железнодорожного транспортного средства,

если передача нагрузки превышает заранее заданный порог, установление факта торможения железнодорожного транспортного средства (RV).

2. Способ по п.1, в котором на этапе контроля передачи нагрузки по направлению к первой оси (100) железнодорожного транспортного средства (RV) от второй оси (102) железнодорожного транспортного средства (RV) выполняют следующие этапы:

измерение давления (P1), действующего на первую ось (100) железнодорожного транспортного средства (RV),

измерение давления (P2), действующего на вторую ось (102) железнодорожного транспортного средства (RV), и

определение передачи нагрузки исходя из разности между измеренным давлением (P1), действующим на первую ось (100), и измеренным давлением (P2), действующим на вторую ось (102).

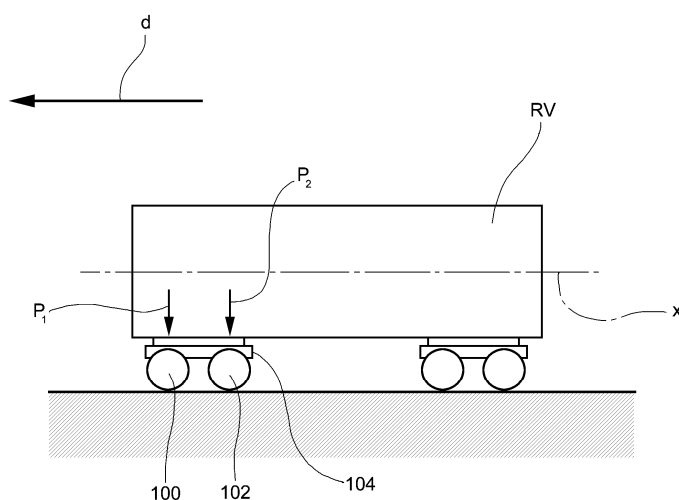
3. Способ по п.2, в котором давление (P1), действующее на первую ось (100) железнодорожного транспортного средства (RV), измеряют путем измерения давления первого пневматического амортизатора, связанного с указанной первой осью (100), а давление (P2), действующее на вторую ось (102) железнодорожного транспортного средства, измеряют путем измерения давления второго пневматического амортизатора, связанного с указанной второй осью (102).

4. Способ по п.2, в котором давление, действующее на первую ось железнодорожного транспортного средства, измеряют с помощью первого тензометрического датчика, предназначенного для измерения деформации первой пружины первого амортизатора, связанного с указанной первой осью, а давление, действующее на вторую ось железнодорожного транспортного средства, измеряют с помощью второго тензометрического датчика, предназначенного для измерения деформации второй пружины второго амортизатора, связанного с указанной второй осью.

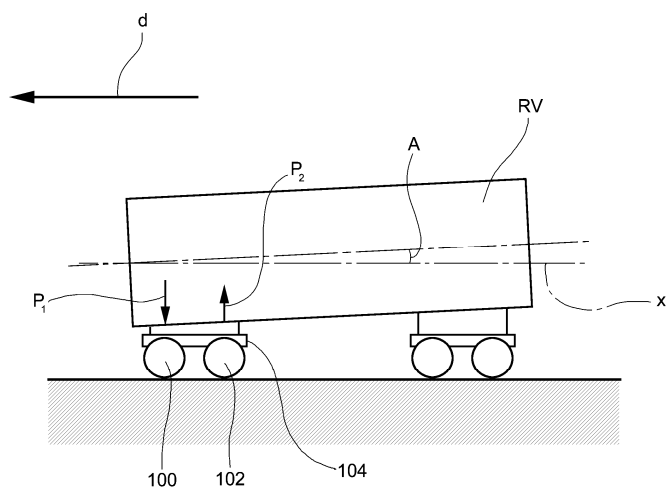
5. Способ по п.1, в котором на этапе контроля передачи нагрузки по направлению к первой оси железнодорожного транспортного средства от второй оси железнодорожного транспортного средства выполняют следующие этапы:

измерение угла (A) наклона железнодорожного транспортного средства,

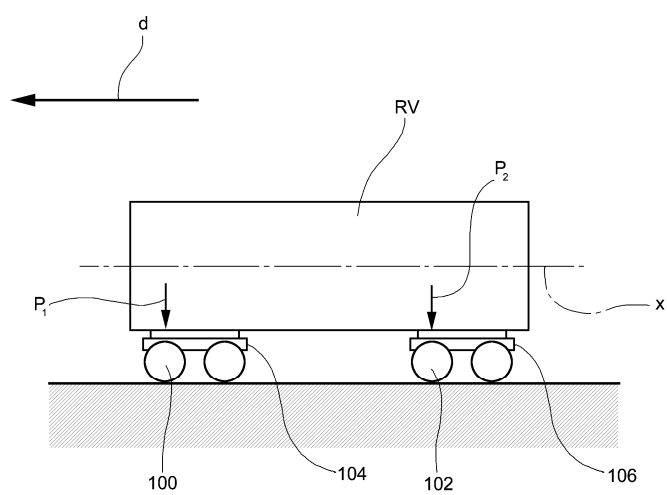
определение величины передачи нагрузки в соответствии с измеренным углом (A) наклона.



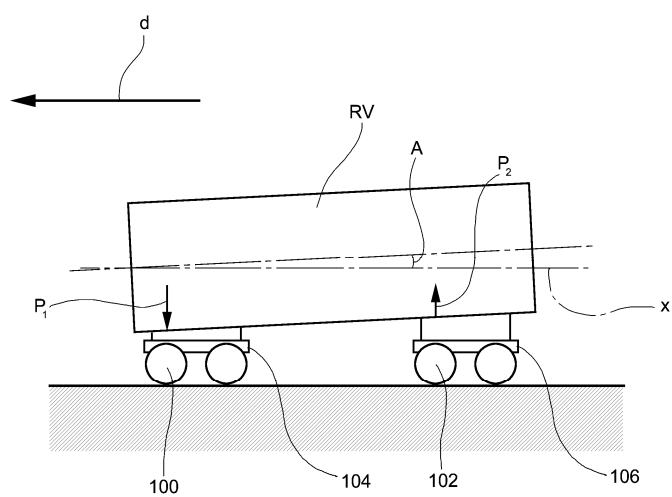
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

