

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045104**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.10.30

(51) Int. Cl. **G01M 3/28 (2006.01)**

(21) Номер заявки
202291049

(22) Дата подачи заявки
2022.04.29

(54) **СИСТЕМЫ И СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ НОРМЫ В ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЕ**

(31) **17/313,502**

(56) EA-B1-021249
CN-A-111688758
RU-C1-2711476
RU-C2-2739634

(32) **2021.05.06**

(33) **US**

(43) **2022.11.30**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ВЭСТИНГХАУС ЭЙР БРЭЙК
ТЕКНОЛОДЖИЗ КОРПОРЕЙШН
(US)**

(72) Изобретатель:
**Освальд Джеймс А., Гримм Энн К.,
Энджел Кевин, Трэйвор Джеймс,
Бургарт Филлип А., Гон Кендрик У.
(US)**

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

(57) Предложен способ, который может включать в себя определение первого давления и второго давления жидкости в трубке тормозной магистрали системы транспортных средств, которая содержит совокупность транспортных средств и проходит от ведущего транспортного средства до конечного транспортного средства. Первое давление может быть измерено в ведущем транспортном средстве, а второе давление может быть измерено в конечном транспортном средстве. Способ может дополнительно включать в себя определение характеристики перепада давления между первым давлением и вторым давлением и оценку характеристики перепада давления с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли закупорка или утечка в трубке тормозной магистрали. Система может содержать один или более процессоров, выполненных с возможностью обнаружения первого давления и второго давления жидкости в трубке тормозной магистрали. Один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью определения характеристики перепада давления между первым давлением и вторым давлением и оценки характеристики перепада давления с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали.

045104
B1

045104
B1

Уровень техники

Область техники.

Настоящее изобретение относится к системам и способам обнаружения отклонений от нормы в тормозных системах систем транспортных средств.

Описание предшествующего уровня техники.

Системы транспортных средств могут содержать несколько транспортных средств, соединенных вместе, и содержать тормозную систему, которая содержит трубку тормозной магистрали, по которой проходит тормозная жидкость, например воздух, управляемая для применения и отпуска тормозов в каждом транспортном средстве. Трубка тормозной магистрали проходит непрерывно от ведущего транспортного средства системы транспортных средств к конечному или заднему транспортному средству. Отклонения от нормы в трубке тормозной магистрали, такие как перегибы, закупорки и/или утечки, могут неблагоприятно влиять на способность тормозной системы приводить к торможению транспортных средств в системе транспортных средств. Хотя некоторые системы управления могут обнаруживать превышение скорости или условия превышения в системе транспортных средств и применять принудительные торможения, принудительные торможения не в состоянии преодолеть отклонения от нормы в трубке тормозной магистрали, и могут произойти аварии, когда эффективное торможение всех транспортных средств в системе невозможно из-за отклонений от нормы в трубке тормозной магистрали.

Краткое описание

В соответствии с одним вариантом реализации способ может включать в себя обнаружение первого давления и второго давления жидкости в трубке тормозной магистрали системы транспортных средств, которая содержит совокупность транспортных средств, причем трубка тормозной магистрали проходит от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству из совокупности транспортных средств, причем первое давление измеряется в ведущем транспортном средстве, а второе давление измеряется в конечном транспортном средстве, определение характеристики перепада давления между первым давлением и вторым давлением. Способ может дополнительно включать в себя оценку характеристики перепада давления с помощью модели машинного обучения, чтобы определить, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали.

В соответствии с одним вариантом реализации система может содержать один или более процессоров, выполненных с возможностью обнаружения первого давления и второго давления жидкости в трубке тормозной магистрали системы транспортных средств, содержащей совокупность транспортных средств, причем трубка тормозной магистрали проходит от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству из совокупности транспортных средств, причем первое давление измеряется в ведущем транспортном средстве, а второе давление измеряется в конечном транспортном средстве, и определения характеристики перепада давления между первым давлением и вторым давлением. Один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью оценки характеристики перепада давления с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали. В соответствии с одним вариантом реализации система транспортных средств может содержать совокупность транспортных средств, причем совокупность транспортных средств содержит ведущее транспортное средство и конечное транспортное средство, тормозную систему, содержащую трубку тормозной магистрали, проходящую вдоль совокупности транспортных средств от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству, и один или более процессоров. Один или более процессоров могут быть выполнены с возможностью обнаружения одного или более из (а) первого давления и второго давления жидкости в трубке тормозной магистрали, причем первое давление измеряется в ведущем транспортном средстве, а второе давление измеряется в конечном транспортном средстве, или (б) потока жидкости в трубке тормозной магистрали и определения характеристики перепада давления между первым давлением и вторым давлением. Один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью оценки одной или более характеристик перепада давления или потока с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли одно или более из закупорки или утечки в трубке тормозной магистрали.

Краткое описание графических материалов

Объект данного изобретения можно понять при ознакомлении с последующим описанием неограничивающих вариантов реализации со ссылкой на приложенные графические материалы, в которых далее:

на фиг. 1 схематически изображена система транспортных средств в соответствии с одним вариантом реализации;

на фиг. 2 схематически изображена система обнаружения отклонений от нормы тормозной системы транспортных средств в соответствии с одним вариантом реализации;

на фиг. 3 схематически изображена модель машинного обучения в соответствии с одним вариантом реализации;

на фиг. 4 схематически изображена модель машинного обучения в соответствии с одним вариантом реализации;

на фиг. 5 схематически изображен способ в соответствии с одним вариантом реализации; и

на фиг. 6 схематически изображен способ в соответствии с одним вариантом реализации.

Подробное описание изобретения

Варианты реализации объекта данного изобретения, описанные в данном документе, относятся к способам и системам контроля тормозной системы для системы транспортных средств, которая содержит совокупность транспортных средств. Давление и поток тормозной жидкости в трубке тормозной магистрали тормозной системы могут быть обнаружены и/или могут контролироваться, а значения могут быть оценены для определения наличия каких-либо отклонений от нормы в трубке тормозной магистрали, которые могут повлиять на полное применение тормозной системы. Тормозные давления и потоки могут быть оценены с использованием искусственного интеллекта, например, с помощью модели машинного обучения в виде нейронной сети, для определения того, соответствуют ли значения отклоненному или неотклоненному от нормы состоянию тормозной системы.

Тормозные давления и потоки могут контролироваться периодически или постоянно во время работы системы транспортных средств. Оператору системы транспортных средств может быть предоставлено уведомление о наличии отклоненного от нормы состояния тормозной системы, чтобы предоставить оператору возможность исправить любое отклонение от нормы. Принудительное торможение также может быть применено, если оператор не отвечает на уведомление или не может устранить отклонение от нормы. Система контроля тормозной системы может быть также выполнена с возможностью корректировки или уменьшения воздействия любого отклонения от нормы, например, путем пульсирующей подачи тормозной жидкости в трубке тормозной магистрали для устранения закупорки или обхода закупорки или утечки путем увеличения или уменьшения давления тормозной жидкости в трубке тормозной магистрали в местоположении за отклонением от нормы.

Со ссылкой на фиг. 1, в соответствии с одним вариантом реализации система 2 транспортных средств может содержать ведущее транспортное средство 4 и одно или более дополнительных транспортных средств с 6-1 по 6-X. Ведущее транспортное средство может содержать силовое транспортное средство, способное обеспечивать собственную тягу. Дополнительные транспортные средства могут представлять собой не силовые транспортные средства. В соответствии с одним вариантом реализации одно или более дополнительных транспортных средств могут представлять собой силовое транспортное средство. Как показано на фиг. 1, последнее дополнительное транспортное средство может представлять собой конечное транспортное средство. В соответствии с одним вариантом реализации система транспортных средств может представлять собой поезд, а ведущее транспортное средство может представлять собой локомотив. В соответствии с одним вариантом реализации ведущее транспортное средство в системе транспортных средств может представлять собой не силовое транспортное средство, а силовое транспортное средство или транспортные средства могут быть расположены в системе транспортных средств между ведущим транспортным средством и конечным транспортным средством. В соответствии с одним вариантом реализации конечное транспортное средство может представлять собой силовое транспортное средство.

Ведущее транспортное средство и дополнительные транспортные средства в системе транспортных средств могут быть соединены с возможностью связи проводным соединением 10, таким как железнодорожный кабель. Ведущее транспортное средство может содержать головной конечный блок (HEU; head-end-unit) 8. HEU может быть присоединен через проводное соединение к конечному блоку транспортного средства (EVU; end-vehicle-unit) 12. Как показано на фиг. 1, устройство EVU обеспечено в конечном транспортном средстве. В соответствии с одним вариантом реализации HEU может быть присоединен через проводное соединение к пневматическому контроллеру с электронным управлением (ECP; electronically controlled pneumatic) 14 в каждом дополнительном транспортном средстве. Каждый контроллер ECP может быть выполнен с возможностью реагирования на электронные команды торможения от HEU для управления тормозами каждого транспортного средства в системе транспортных средств. Трубка 30 тормозной магистрали проходит от ведущего транспортного средства через дополнительные транспортные средства к конечному транспортному средству. Трубка тормозной магистрали несет тормозную жидкость для управления применением и отпуском тормозов в транспортных средствах системы транспортных средств. Тормозная жидкость может подаваться из резервуара на борту системы транспортных средств. В соответствии с одним вариантом реализации механические соединители 16 соединяют соседние транспортные средства системы транспортных средств друг с другом.

Со ссылкой на фиг. 2, проводное соединение действует как сеть связи, такая как, без ограничений, локальная вычислительная сеть (LAN; local area network) между HEU и EVU. Каждый из HEU и EVU может содержать процессор 18, соединенный с возможностью связи с проводным соединением, и запоминающее устройство 20, соединенное с процессором и выполненное с возможностью хранения программы (программ) управления программным обеспечением и/или оперативных данных. В соответствии с одним вариантом реализации HEU и EVU могут быть соединены беспроводным соединением. [00018] В соответствии с одним вариантом реализации "контроллер" может содержать один или более процессоров HEU и/или EVU. Как описано в данном документе, обработка контроллером относится к обработке, которую могут выполнять один или более процессоров HEU и/или EVU.

В соответствии с одним вариантом реализации каждое запоминающее устройство может включать

в себя динамическое, энергозависимое запоминающее устройство, например ОЗУ, которое теряет программный код и хранящиеся в нем данные при отключении питания запоминающего устройства или при перезаписи соответствующим процессором, и энергонезависимое запоминающее устройство, например ПЗУ, флэш-память и т.п., последнее из которых (энергонезависимое) запоминающее устройство может хранить по меньшей мере встроенную операционную систему и встроенные данные для использования соответствующим процессором HEU или EVU при наличии или отсутствии питания, подаваемого на энергонезависимое запоминающее устройство процессора. В соответствии с одним вариантом реализации HEU и/или EVU могут получать электроэнергию для своей работы через проводное соединение от батареи или генератора ведущего транспортного средства или другого транспортного средства.

В соответствии с одним вариантом реализации HEU может содержать приемник 22, расположенный в ведущем транспортном средстве, или быть соединенным с ним, а EVU может содержать приемник 24, расположенный в конечном транспортном средстве, или быть соединенным с ним. Приемники могут быть выполнены с возможностью приема информации о местоположении, например информации GPS, которая идентифицирует местоположение системы транспортных средств.

В соответствии с одним вариантом реализации или примером сеть соединения или связи может представлять собой проводную сеть, беспроводную сеть или комбинацию проводной и беспроводной сетей. В соответствии с одним вариантом реализации HEU ведущего транспортного средства и EVU конечного транспортного средства могут быть связаны беспроводной связью, например, через беспроводные приемопередатчики 26 и 28 HEU и EVU соответственно.

Процессор HEU может принимать входные данные от одного или более удаленных датчиков 58. Удаленные датчики могут генерировать сигналы, которые указывают информацию, такую как показания давления от датчиков давления в тормозной системе системы транспортных средств, включая датчики давления в трубке тормозной магистрали в местоположениях вдоль длины трубки тормозной магистрали. Удаленные датчики могут также обнаруживать поток тормозной жидкости в трубке тормозной магистрали в местоположениях вдоль трубки тормозной магистрали и предоставлять информацию о потоке в HEU. Удаленные датчики могут также выдавать сигналы, которые содержат информацию, такую как информация о скорости транспортного средства или транспортных средств системы транспортных средств. Один или более датчиков могут быть присоединены по проводной связи к HEU или могут передавать информацию по беспроводной связи. Один или более удаленных датчиков могут также предоставлять информацию на EVU в дополнение или в качестве альтернативы HEU. Система транспортных средств может также содержать приемопередатчики в одном или более местоположениях в системе транспортных средств для приема сигналов от одного или более удаленных датчиков и передачи информации на один или более из HEU или EVU. Со ссылкой на фиг. 3, модель 32 машинного обучения в соответствии с одним вариантом реализации может быть обеспечена в виде нейронной сети. Нейронная сеть может представлять собой серию алгоритмов, которые пытаются распознать основные отношения в наборе данных. "Нейрон" в нейронной сети представляет собой математическую функцию, которая собирает и классифицирует информацию в соответствии с определенной архитектурой. Модель машинного обучения содержит входной слой 34, скрытый слой 36 и выходной слой 38. Входной слой принимает данные, представляющие давления и потоки тормозной жидкости (например, воздуха) в трубке тормозной магистрали. Данные принимаются во время работы системы транспортных средств. Данные могут предоставляться одним или более удаленными датчиками, например датчиками давления и расходомерами.

В соответствии с одним вариантом реализации модель машинного обучения может представлять собой неконтролируемую модель машинного обучения. Модель машинного обучения может представлять собой полуконтролируемую модель машинного обучения. В одном варианте реализации модель машинного обучения представляет собой контролируемую модель машинного обучения. Модель машинного обучения может быть обеспечена обучающими данными, которые помечены. Данные о давлении и потоке, которые устанавливают характеристики перепада давления и характеристики потока неотклоненной от нормы работы тормозной системы, могут быть предоставлены модели машинного обучения и помечены как неотклоненные от нормы. Неотклоненные от нормы характеристики перепада давления и характеристики потока указывают на то, что трубка тормозной магистрали не имеет перегибы, закупорку(и) и/или утечку(и). Обучающие данные используются моделью машинного обучения для установления характеристик перепада давления и характеристик потока, которые можно использовать для определения того, соответствуют ли входные данные о давлениях и потоках для входного слоя модели неотклоненной от нормы работе тормозной системы.

Модель машинного обучения также может быть обеспечена обучающими данными, которые помечены и соответствуют отклоненной от нормы работе тормозной системы. Характеристики перепада давления и потоки тормозной жидкости, указывающие на то, что в трубке тормозной магистрали существует такое отклонение от нормы, как перегиб, закупорка или утечка, могут быть включены в обучающие данные, и модель машинного обучения может быть выполнена с возможностью определения во время работы тормозной системы указанной системы транспортных средств, когда входные данные о давлении и потоке для модели указывают на то, что трубка тормозной магистрали имеет отклонение от нормы. Дан-

ные, предоставленные одному или более процессорам от датчиков давления в трубке тормозной магистрали и датчиков расхода в трубке тормозной магистрали, могут быть сохранены в запоминающих устройствах одного или более процессоров и добавлены к модели машинного обучения.

Скрытый слой расположен между входным слоем и выходным слоем алгоритма модели машинного обучения. Алгоритм применяет весовые значения к входным данным (например, давлениям и потокам) и направляет их через функцию активации в качестве выходных данных. Скрытый слой выполняет нелинейные преобразования входных данных, поступающих в сеть.

Со ссылкой на фиг. 4, модель 40 машинного обучения в соответствии с одним вариантом реализации содержит входной слой 42, совокупность скрытых слоев 44, 46, 48, 50 и выходной слой 52. Модель машинного обучения можно назвать моделью машинного обучения глубокого обучения ввиду совокупности скрытых слоев. Скрытые слои могут различаться в зависимости от функции модели машинного обучения, и скрытые слои могут различаться в зависимости от связанных с ними весовых значений. Скрытые слои обеспечивают разбивку функции модели машинного обучения на конкретные преобразования входных данных. Функция каждого скрытого слоя может быть обеспечена для создания определенных выходных данных. Например, один скрытый слой можно использовать для определения того, присутствует ли конкретное отклонение от нормы, например перегиб, на конкретном участке трубки тормозной магистрали. Другой скрытый слой может определить, присутствует ли другое отклонение от нормы, например утечка, на конкретном участке трубки тормозной магистрали. Другие скрытые слои могут определять наличие других отклонений от нормы на других участках трубки тормозной магистрали. Один или более процессоров HEU или EVU также могут быть выполнены с возможностью исполнения команд в запоминающем устройстве одного или более процессоров, чтобы использовать модель машинного обучения для определения того, указывает ли информация, поступающая от удаленных датчиков, которые представляют давления и потоки в трубке тормозной магистрали, на то, что в трубке тормозной магистрали существует отклонение от нормы, такое как перегиб, закупорка или утечка. Со ссылкой на фиг. 5, способ 60 в соответствии с одним вариантом реализации может включать в себя обнаружение первого давления и второго давления жидкости в трубке тормозной магистрали системы транспортного средства, которая содержит совокупность транспортных средств 62. Трубка тормозной магистрали проходит от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству из совокупности транспортных средств. Первое давление может быть измерено в ведущем транспортном средстве, а второе давление измеряется в концевом или заднем транспортном средстве. Способ может дополнительно включать в себя определение характеристики перепада давления между первым давлением и вторым давлением 64. Способ может дополнительно включать в себя оценку характеристики перепада давления с помощью модели машинного обучения, чтобы определить, существует ли закупорка в трубке 66 тормозной магистрали. Способ может дополнительно включать в себя обнаружение потока жидкости в трубке тормозной магистрали; и оценку потока жидкости с помощью модели машинного обучения, чтобы определить, существует ли одно или более из утечки или закупорки в трубке тормозной магистрали. Уведомление может быть предоставлено оператору системы транспортных средств в ответ на обнаружение закупорки или утечки. Если обнаружена утечка, давление жидкости в трубке тормозной магистрали может быть увеличено в местоположении после обнаруженной утечки в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству. Один или более процессоров могут управлять подачей тормозной жидкости в трубку тормозной магистрали из резервуара для тормозной жидкости.

Одно или более третьих давлений в трубке тормозной магистрали могут быть обнаружены в одном или более местоположениях между первым давлением и вторым давлением, и может быть определена совокупность характеристик перепада давления между одним или более из (a) первого давления и одного или более из третьих давлений, (b) второго давления и одного или более из третьих давлений, или (c) совокупности третьих давлений. Совокупность характеристик перепада давления можно оценить с помощью модели машинного обучения, чтобы определить, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали. Альтернативно или дополнительно, могут быть обнаружены один или более потоков жидкости в трубке тормозной магистрали между (d) одним или более из первого давления и одного или более из третьих давлений, (e) вторым давлением и одним или более из третьих давлений, или (f) двумя или более из третьих давлений. Один или более потоков жидкости могут быть оценены с помощью модели машинного обучения, чтобы определить, существует ли одно или более из закупорки или утечки в трубке тормозной магистрали.

Четвертое давление жидкости в трубке тормозной магистрали может быть уменьшено в первом местоположении от первого давления до второго давления, и может быть определена характеристика уменьшающегося перепада давления от первого местоположения ко второму местоположению. Характеристика уменьшающегося перепада давления от первого местоположения ко второму местоположению может быть оценена с помощью модели машинного обучения, чтобы определить, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали между первым местоположением и вторым местоположением. Четвертое давление жидкости в трубке тормозной магистрали может быть повышено от второго давления до первого давления от первого местоположения ко второму местоположению, и может быть определена характеристика увеличивающегося перепада давления от первого местоположения ко второму

местоположению. Характеристику увеличивающегося перепада давления можно оценить с помощью модели машинного обучения, чтобы определить, существует ли одно или более из утечки или закупорки между первым местоположением и вторым местоположением. Первое местоположение может быть в ведущем транспортном средстве, а второе местоположение может быть в конечном транспортном средстве.

Третье давление жидкости в трубке тормозной магистрали может увеличиваться или уменьшаться в местоположении за обнаруженной закупоркой в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству. Давление жидкости в трубке тормозной магистрали может пульсировать в местоположении перед обнаруженной закупоркой в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству.

Уведомление может быть предоставлено оператору системы транспортных средств в ответ на обнаруженную закупорку. Принудительное торможение может быть применено к одному или более транспортным средствам системы транспортных средств при отсутствии ответа со стороны оператора.

Со ссылкой на фиг. 6, способ 70 в соответствии с одним вариантом реализации может включать в себя обнаружение одного или более из (а) первого давления и второго давления жидкости в трубке тормозной магистрали или (b) потока жидкости в трубке тормозной магистрали системы транспортных средств, которая содержит совокупность транспортных средств 72. Трубка тормозной магистрали проходит от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству из совокупности транспортных средств. Первое давление может быть измерено в ведущем транспортном средстве, а второе давление измеряется в конечном или заднем транспортном средстве. Способ может дополнительно включать в себя определение характеристики перепада давления между первым давлением и вторым давлением 74. Способ может дополнительно включать в себя оценку характеристики перепада давления с помощью модели машинного обучения, чтобы определить, существует ли одно или более из закупорки или утечки в трубке 76 тормозной магистрали.

В соответствии с одним вариантом реализации способ может включать в себя обнаружение первого давления и второго давления жидкости в трубке тормозной магистрали системы транспортных средств, которая содержит совокупность транспортных средств, причем трубка тормозной магистрали проходит от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству из совокупности транспортных средств, причем первое давление измеряется в ведущем транспортном средстве, а второе давление измеряется в конечном транспортном средстве, и определение характеристики перепада давления между первым давлением и вторым давлением. Способ может дополнительно включать в себя оценку характеристики перепада давления с помощью модели машинного обучения, чтобы определить, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали. Необязательно, способ может дополнительно включать в себя обнаружение потока жидкости в трубке тормозной магистрали и оценку потока жидкости с помощью модели машинного обучения, чтобы определить, существует ли одно или более из утечки или закупорки в трубке тормозной магистрали.

Необязательно, способ может дополнительно включать в себя предоставление уведомления оператору системы транспортных средств в ответ на обнаруженную утечку. Необязательно, способ может дополнительно включать в себя увеличение давления жидкости в трубке тормозной магистрали в местоположении за обнаруженной утечкой в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству.

Необязательно, способ может дополнительно включать в себя обнаружение одного или более третьих давлений в трубке тормозной магистрали в одном или более местоположениях между первым давлением и вторым давлением и определение совокупности характеристик перепада давления между одним или более из (а) первого давления и одного или более из третьих давлений, (b) второго давления и одного или более из третьих давлений, или (с) совокупности третьих давлений и оценку совокупности характеристик перепада давления с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали. Необязательно, способ может дополнительно включать в себя обнаружение одного или более потоков жидкости в трубке тормозной магистрали между (d) одним или более из первого давления и одного или более из третьих давлений, (e) вторым давлением и одним или более из третьих давлений или (f) двумя или более из третьих давлений и оценку одного или более потоков жидкости с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли одно или более из закупорки или утечки в трубке тормозной магистрали.

Необязательно, способ может дополнительно включать в себя снижение четвертого давления жидкости в трубке тормозной магистрали в первом местоположении от первого давления до второго давления, определение характеристики уменьшающегося перепада давления от первого местоположения до второго местоположения и оценку характеристики уменьшающегося перепада давления от первого местоположения ко второму местоположению с помощью модели машинного обучения, чтобы определить, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали между первым местоположением и вторым местоположением.

Необязательно, способ может дополнительно включать в себя повышение четвертого давления жидкости в трубке тормозной магистрали от второго давления до первого давления от первого местопо-

ложения ко второму местоположению; определение характеристики увеличивающегося перепада давления от первого местоположения ко второму местоположению и оценку характеристики увеличивающегося перепада давления с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли одно или более из утечки или закупорки между первым местоположением и вторым местоположением. Необязательно, первое местоположение может быть в ведущем транспортном средстве, а второе местоположение может быть в конечном транспортном средстве.

Необязательно, способ может дополнительно включать в себя увеличение или уменьшение третьего давления жидкости в трубке тормозной магистрали в местоположении за обнаруженной закупоркой в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству.

Необязательно, способ может дополнительно включать в себя пульсацию давления жидкости в трубке тормозной магистрали в местоположении перед обнаруженной закупоркой в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству.

Необязательно, способ может дополнительно включать в себя предоставление уведомления оператору системы транспортных средств в ответ на обнаруженную закупорку. Необязательно, способ может дополнительно включать в себя применение принудительного торможения к одному или более транспортным средствам системы транспортных средств в отсутствие ответа со стороны оператора.

Необязательно, способ может дополнительно включать в себя добавление первого давления, второго давления и характеристики перепада давления в модель машинного обучения. Необязательно, способ может дополнительно включать в себя добавление потока в модель машинного обучения.

В соответствии с одним вариантом реализации система может содержать один или более процессоров, выполненных с возможностью обнаружения первого давления и второго давления жидкости в трубке тормозной магистрали системы транспортных средств, которая содержит совокупность транспортных средств, причем трубка тормозной магистрали проходит от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству из совокупности транспортных средств, причем первое давление измеряется в ведущем транспортном средстве, а второе давление измеряется в конечном транспортном средстве, определения характеристики перепада давления между первым давлением и вторым давлением и оценки характеристики перепада давления с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью обнаружения потока жидкости в трубке тормозной магистрали и оценки потока жидкости с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли одно или более из утечки или закупорки в трубке тормозной магистрали.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью предоставления уведомления оператору системы транспортных средств в ответ на обнаруженную утечку.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью увеличения давления жидкости в трубке тормозной магистрали в местоположении за обнаруженной утечкой в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью обнаружения одного или более третьих давлений в трубке тормозной магистрали в одном или более местоположениях между первым давлением и вторым давлением и определения совокупности характеристик перепада давления между одним или более из (а) первого давления и одного или более из третьих давлений, (b) второго давления и одного или более из третьих давлений, или (с) совокупности третьих давлений и оценки совокупности характеристик перепада давления с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью обнаружения одного или более потоков жидкости в трубке тормозной магистрали между (d) одним или более из первого давления и одного или более из третьих давлений, (е) вторым давлением и одним или более из третьих давлений или (f) двумя или более из третьих давлений и оценки одного или более потоков жидкости с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли одно или более из закупорки или утечки в трубке тормозной магистрали.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью уменьшения четвертого давления жидкости в трубке тормозной магистрали в первом местоположении от первого давления до второго давления, определения характеристики уменьшающегося перепада давления от первого местоположения ко второму местоположению и оценки характеристики уменьшающегося перепада давления от первого местоположения ко второму местоположению с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали между первым местоположением и вторым местоположением. Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью повышения четвертого давления жидкости в трубке тормозной магистрали от второго давления до первого давления от первого местоположения ко второму местоположению, определения характеристики увеличивающегося перепада давления от первого местоположения ко второму местоположению и оценки характеристики увеличивающегося пе-

репада давления с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли одно или более из утечки или закупорки между первым местоположением и вторым местоположением. Необязательно, первое местоположение может быть в ведущем транспортном средстве, а второе местоположение может быть в конечном транспортном средстве.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью увеличения или уменьшения третьего давления жидкости в трубке тормозной магистрали в местоположении за обнаруженной закупоркой в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству. Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью пульсации давления жидкости в трубке тормозной магистрали в местоположении перед обнаруженной закупоркой в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью предоставления уведомления оператору системы транспортных средств в ответ на обнаруженную закупорку. Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью применения принудительного торможения к одному или более транспортным средствам системы транспортных средств в отсутствие ответа со стороны оператора.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью добавления первого давления, второго давления и характеристики перепада давления в модель машинного обучения. Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью добавления потока в модель машинного обучения.

В соответствии с одним вариантом реализации система транспортных средств может содержать совокупность транспортных средств, причем совокупность транспортных средств содержит ведущее транспортное средство и конечное транспортное средство. Система транспортных средств может дополнительно содержать тормозную систему, содержащую трубку тормозной магистрали, проходящую вдоль совокупности транспортных средств от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству, и один или более процессоров. Один или более процессоров могут быть выполнены с возможностью обнаружения одного или более из (а) обнаружения первого давления и второго давления жидкости в трубке тормозной магистрали, причем первое давление измеряется в ведущем транспортном средстве, а второе давление измеряется в конечном транспортном средстве, или (б) потока жидкости в трубке тормозной магистрали, определения характеристики перепада давления между первым давлением и вторым давлением и оценки одного или более из характеристики перепада давления или потока с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли одно или более из закупорки или утечки в трубке тормозной магистрали.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью предоставления уведомления оператору системы транспортных средств в ответ на обнаруженную утечку.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью увеличения давления жидкости в трубке тормозной магистрали в местоположении за обнаруженной утечкой в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью обнаружения одного или более третьих давлений в трубке тормозной магистрали в одном или более местоположениях между первым давлением и вторым давлением, определения совокупности характеристик перепада давления между одним или более из (а) первого давления и одного или более из третьих давлений, (б) второго давления и одного или более из третьих давлений, или (с) совокупности третьих давлений и оценки совокупности характеристик перепада давления с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью обнаружения одного или более потоков жидкости в трубке тормозной магистрали между (d) одним или более из первого давления и одного или более из третьих давлений, (е) вторым давлением и одним или более из третьих давлений или (f) двумя или более из третьих давлений, и оценки одного или более потоков жидкости с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли одно или более закупорки или утечки в трубке тормозной магистрали.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью уменьшения четвертого давления жидкости в трубке тормозной магистрали в первом местоположении от первого давления до второго давления, определения характеристики уменьшающегося перепада давления от первого местоположения ко второму местоположению и оценки характеристики уменьшающегося перепада давления от первого местоположения ко второму местоположению с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали между первым местоположением и вторым местоположением. Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью повышения четвертого давления жидкости в трубке тормозной магистрали от второго давления до первого давления от первого местоположения ко второму местоположению, определения характеристики увеличивающегося перепада давления от

первого местоположения ко второму местоположению и оценки характеристики увеличивающегося перепада давления с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли одно или более из утечки или закупорки между первым местоположением и вторым местоположением. Необязательно, первое местоположение может быть в ведущем транспортном средстве, а второе местоположение может быть в конечном транспортном средстве.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью увеличения или уменьшения третьего давления жидкости в трубке тормозной магистрали в местоположении за обнаруженной закупоркой в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству. Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью пульсации давления жидкости в трубке тормозной магистрали в местоположении перед обнаруженной закупоркой в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью предоставления уведомления оператору системы транспортных средств в ответ на обнаруженную закупорку. Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью применения принудительного торможения к одному или более транспортным средствам системы транспортных средств в отсутствие ответа со стороны оператора.

Необязательно, один или более процессоров могут быть дополнительно выполнены с возможностью добавления одного или более из первого давления, второго давления, характеристики перепада давления или потока в модель машинного обучения. Используемые в данном документе термины "процессор" и "компьютер", а также родственные им термины, например, "устройство обработки", "вычислительное устройство" и "контроллер", могут не ограничиваться только теми интегральными схемами, которые в данной области техники упоминаются как компьютер, но относятся к микроконтроллеру, микрокомпьютеру, программируемому логическому контроллеру (ПЛК), программируемой пользователем вентильной матрице, прикладной специализированной интегральной схеме и другим программируемым схемам. Подходящее запоминающее устройство может включать в себя, например, машиночитаемый носитель. Машиночитаемый носитель может представлять собой, например, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), машиночитаемый энергонезависимый носитель, такой как флэш-память. Термин "энергонезависимый машиночитаемый носитель" представляет собой материальное компьютерное устройство, реализованное для краткосрочного и долгосрочного хранения информации, такой как машиночитаемые команды, структуры данных, программные модули и подмодули, или другие данные в любом устройстве. Следовательно, описанные в данном документе способы могут быть закодированы как исполняемые команды, реализованные в материальном, энергонезависимом, машиночитаемом носителе, включая, без ограничений, устройство хранения данных и/или запоминающее устройство. Такие команды при выполнении процессором приводят к выполнению процессором по меньшей мере части описанных в данном документе способов. Таким образом, этот термин включает в себя материальные, машиночитаемые носители, включая, без ограничений, энергонезависимые компьютерные устройства хранения данных, включая, без ограничений, энергозависимые и энергонезависимые носители, а также съемные и несъемные носители, такие как микропрограммы, физические и виртуальные устройства для хранения, компакт-диски, DVD-диски и другие цифровые источники, такие как сеть или Интернет.

Формы единственного числа включают ссылки во множественном числе, если из контекста явно не следует иное. "Необязательный" или "необязательно" означает, что описанное в дальнейшем событие или обстоятельство может произойти или не произойти, и что описание может включать в себя случаи, когда событие происходит, и случаи, когда оно не происходит. Формулировки приближения, которые используются в данном описании и формуле изобретения, могут применяться для изменения любого количественного представления, которое может допустимо варьироваться, не приводя к изменению основной функции, к которой оно может относиться. Соответственно, значение, измененное термином или терминами, такими как "около", "по существу" и "приблизительно", может не ограничиваться указанным точным значением. По меньшей мере в некоторых случаях формулировки приближения могут соответствовать точности инструмента для измерения указанного значения. В данном случае и во всем описании и формуле изобретения ограничения диапазонов могут быть объединены и/или взаимно заменены, такие диапазоны могут быть идентифицированы и включать все содержащиеся в них поддиапазоны, если контекст или формулировка не указывают иное. В этом письменном описании используются примеры для раскрытия вариантов реализации, включая наилучший вариант, и для того, чтобы дать возможность специалисту в данной области техники применять варианты реализации на практике, включая создание и использование любых устройств или систем и выполнение любых включенных способов. Формула изобретения определяет патентоспособный объем данного изобретения и включает в себя другие примеры, которые приходят на ум специалистам в данной области техники. Предполагается, что такие другие примеры входят в объем формулы изобретения, если они имеют структурные элементы, которые не отличаются от буквальных формулировок формулы изобретения, или если они включают в себя эквивалентные структурные элементы с несущественными отличиями от буквальных формулировок формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ обнаружения отклонений от нормы в тормозной системе системы транспортных средств, включающий:

обнаружение первого давления и второго давления жидкости в трубке тормозной магистрали системы транспортных средств, которая содержит совокупность транспортных средств, причем трубка тормозной магистрали проходит от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству из совокупности транспортных средств, причем первое давление измеряется в ведущем транспортном средстве, а второе давление измеряется в конечном транспортном средстве;

определение характеристики перепада давления между первым давлением и вторым давлением; и

оценку характеристики перепада давления с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали.

2. Способ по п.1, дополнительно включающий:

обнаружение потока жидкости в трубке тормозной магистрали; и

оценку потока жидкости с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли одно или более из утечки или закупорки в трубке тормозной магистрали.

3. Способ по п.2, дополнительно включающий увеличение давления жидкости в трубке тормозной магистрали в местоположении за обнаруженной утечкой в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству и/или пульсацию давления жидкости в трубке тормозной магистрали в местоположении перед обнаруженной закупоркой в направлении от ведущего транспортного средства к конечному транспортному средству.

4. Способ по п.2, дополнительно включающий:

обнаружение одного или более третьих давлений в трубке тормозной магистрали в одном или более местоположениях между первым давлением и вторым давлением; и

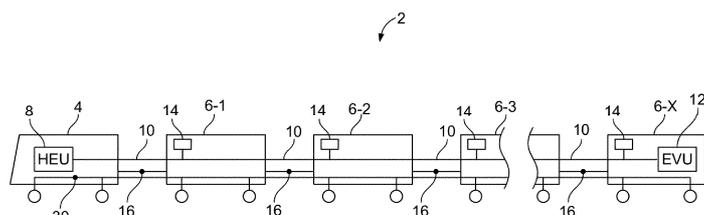
определение совокупности характеристик перепада давления между одним или более (а) первого давления и одного или более из третьих давлений, (b) второго давления и одного или более из третьих давлений, или (c) совокупности третьих давлений;

оценку совокупности характеристик перепада давления с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли закупорка в трубке тормозной магистрали;

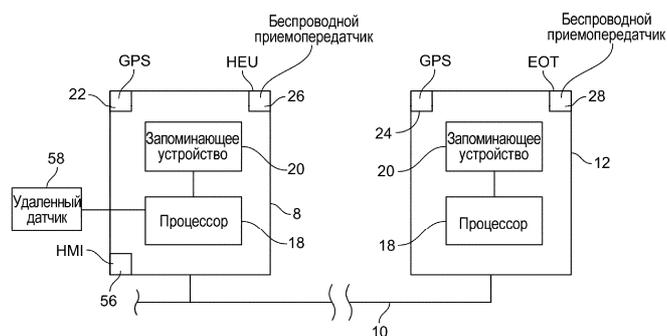
обнаружение одного или более потоков жидкости в трубке тормозной магистрали между (d) одним или более из первого давления и одного или более из третьих давлений, (e) вторым давлением и одним или более из третьих давлений, или (f) двумя или более из третьих давлений; и

оценку одного или более потоков жидкости с помощью модели машинного обучения для определения того, существует ли одно или более из закупорки или утечки в трубке тормозной магистрали.

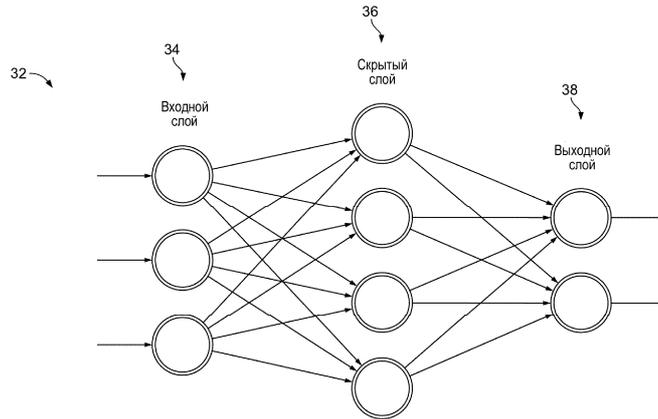
5. Система обнаружения отклонений от нормы в тормозной системе системы транспортных средств, содержащая один или более процессоров, выполненных с возможностью осуществления способа по любому из пп.1-4.



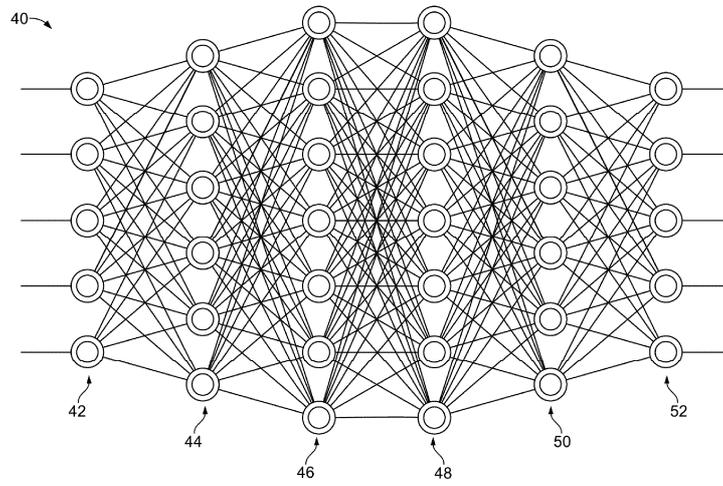
Фиг. 1



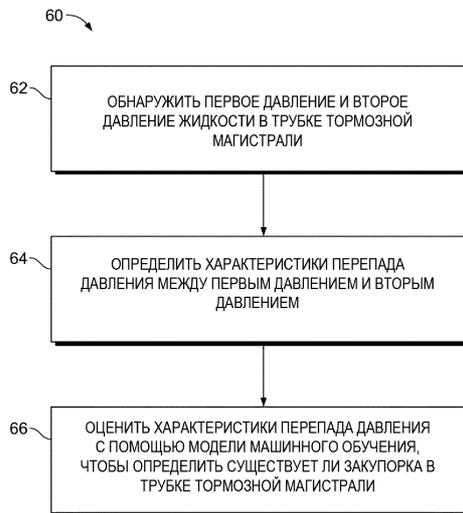
Фиг. 2



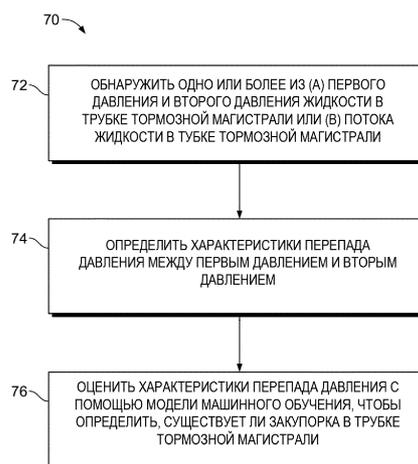
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

