

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046389**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.03.07

(21) Номер заявки
202192048

(22) Дата подачи заявки
2021.08.22

(51) Int. Cl. **B60T 13/26** (2006.01)
B60T 7/12 (2006.01)
B60T 17/22 (2006.01)

(54) **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЗАМИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

(31) **63/070,898; 17/397,766**

(32) **2020.08.27; 2021.08.09**

(33) **US**

(43) **2022.03.31**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ВЭСТИНГХАУС ЭЙР БРЭЙК
ТЕКНОЛОДЖИЗ КОРПОРЕЙШН
(US)**

(72) Изобретатель:

**Поттер Уильям Джон, Гоан Эдвард У.
(US)**

(74) Представитель:

Поликарпов А.В., Билык А.В. (RU)

(56) **RU-C1-2729496
WO-A1-2020100076
RU-C2-2513878
RU-C1-2385247
US-A-6126247**

(57) Система управления тормозами включает один или более процессоров, соединенных, с возможностью связи, по меньшей мере, с одним датчиком, сконфигурированным для выдачи результата измерения, по меньшей мере, одного свойства воздуха в тормозной магистрали тормозного узла транспортного средства. Один или более процессоров сконфигурированы для определения, на основе результата измерения, по меньшей мере, одного свойства, нижнего предела снижения давления (PRL) в тормозной магистрали. Один или более процессоров сконфигурированы также для управления движением системы транспортных средств, которая включает тормозную магистраль, с соблюдением PRL путем предотвращения снижения давления в тормозной магистрали на величину, которая меньше PRL, пока один или более воздушных резервуаров тормозного узла транспортного средства находятся в состоянии неполной зарядки.

B1

046389

046389

B1

Перекрестные ссылки на связанные заявки

Настоящая заявка ссылается на приоритет предварительной заявки на патент США №63/070898, зарегистрированной 27 августа 2020 года и полностью включенной в настоящий документ путем ссылки.

Предпосылки создания изобретения

Область техники

В изобретении описаны варианты осуществления изобретения, относящиеся к работе тормозов транспортного средства, а именно, к предотвращению нежелательного отпуска тормозов транспортного средства.

Описание существующего уровня техники

Некоторые из систем транспортных средств имеют тормозную магистраль, которая проложена непрерывно через множество взаимосвязанных транспортных средств системы транспортных средств по длине системы. Одним из примеров подобной системы является железнодорожной грузовой поезд, где тормозная магистраль может иметь протяженность в сотни и даже тысячи метров и проходит через все вагоны поезда. Тормозную магистраль, при помощи одного или более компрессоров, имеющих на борту системы транспортных средств, заряжают сжатым воздухом. Сжатый воздух не только обеспечивает пневматическое тормозное усилие для включения фрикционных тормозов в соответствующих транспортных средствах, но также служит в качестве линии связи, по которой управляют торможением и отпуском фрикционных тормозов множества транспортных средств, изменяя давление воздуха в тормозной магистрали. К примеру, торможение может инициироваться сбросом воздуха из тормозной магистрали. Это называют снижением давления в тормозной магистрали. Снижение давления в тормозной магистрали приводит к возникновению на тормозном клапане перепада между давлением в тормозной магистрали и давлением воздуха в локальном воздушном резервуаре на борту каждого соответствующего транспортного средства. В результате возникновения перепада давлений тормозной клапан подает сжатый воздух из воздушного резервуара на тормозной цилиндр, который приводит в действие фрикционные тормоза. Тормоза могут быть отпущены путем подачи сжатого воздуха в тормозную магистраль и повышения давления в ней. Тормозной клапан сконфигурирован для выпуска сжатого воздуха из тормозного цилиндра, когда давление воздуха в тормозной магистрали становится выше, чем давление воздуха в локальном воздушном резервуаре, что обеспечивает отпуск тормоза.

После отпуска тормоза тормозная система со временем перезаряжается, когда сжатый воздух, подаваемый в тормозную магистраль, повышает давление воздуха в ней и в локальных воздушных резервуарах на борту транспортных средств системы транспортных средств. Если до того, как локальные воздушные резервуары полностью зарядятся, будет выполнено небольшое снижение давления в тормозной магистрали для еще одного торможения, по меньшей мере в некоторых из транспортных средств системы транспортных средств может происходить самопроизвольный нежелательный отпуск тормозов. Самопроизвольный отпуск тормозов вызывается ограничительным клапаном, например, быстродействующим ограничительным клапаном (quick service limiting valve, QSLV), который сконфигурирован для обеспечения того, чтобы тормозные цилиндры получали по меньшей мере заданное давление воздуха в ответ на каждое торможение. Когда выполняют небольшое снижение давления в тормозной магистрали, в то время как локальные воздушные резервуары еще заряжаются, ограничивающий клапан направляет сжатый воздух из тормозной магистрали в тормозные цилиндры, дополняя сжатый воздух из локальных воздушных резервуаров до тех пор, пока в цилиндрах не будет достигнуто заданное давление воздуха. В результате давление в тормозной магистрали может упасть ниже целевого или желаемого значения снижения давления в тормозной магистрали. Подача после этого сжатого воздуха тормозным клапаном в тормозную магистраль для восстановления давления в ней может привести к тому, что давление в тормозной магистрали превзойдет давление в одном или более из локальных воздушных резервуаров, и возникнет перепад давления, достаточный, чтобы инициировать самопроизвольный отпуск тормозов. Соответственно, во время операции торможения, при которой подобное небольшое снижение давления в тормозной магистрали выполняют с целью замедления или остановки системы транспортных средств, возможен самопроизвольный отпуск по меньшей мере некоторых из тормозов.

Самопроизвольный отпуск тормозов системы транспортных средств во время торможения снижает общую степень управляемости системы транспортных средств, поскольку система не сможет замедляться или останавливаться с заданной интенсивностью. В дополнение, сброс давления в тормозном цилиндре в результате самопроизвольного отпуска тормозов приводит к снижению давления в воздушном резервуаре, доступного для последующих торможений, вследствие чего система транспортных средств может иметь недостаточную тормозную способность до тех пор, пока тормозная система полностью не перезарядится.

Краткое описание чертежей

В одном или более из вариантов осуществления настоящего изобретения предложена система управления тормозами, которая включает один или более процессоров. Один или более процессоров сконфигурированы для связи по меньшей мере с одним датчиком, сконфигурированным для выдачи по меньшей мере одного результата измерения свойства воздуха в тормозной магистрали тормозного узла транспортного средства. Один или более процессоров сконфигурированы для определения, на основе

результата измерения по меньшей мере одного свойства, нижнего предела снижения давления (pressure reduction lower limit, PRL) в тормозной магистрали. Один или более процессоров сконфигурированы также для управления движением системы транспортных средств, которая включает тормозную магистраль, с соблюдением PRL путем предотвращения снижения давления в тормозной магистрали на величину, которая меньше PRL, пока один или более воздушных резервуаров тормозного узла транспортного средства находятся в состоянии неполной зарядки.

В одном или более из вариантов осуществления настоящего изобретения предложен способ, который включает прием результата измерения по меньшей мере одного свойства воздуха в тормозной магистрали тормозного узла в системе транспортных средств. Способ включает определение, на основе результата измерения по меньшей мере одного свойства, нижнего предела снижения давления (PRL) в тормозной магистрали. Способ также включает управление движением системы транспортных средств с соблюдением PRL путем недопущения снижения давления в тормозной магистрали на величину, которая меньше PRL, в те периоды времени, когда один или более из воздушных резервуаров тормозного узла находятся в состоянии неполной зарядки.

В одном или более из вариантов осуществления настоящего изобретения предложена система управления тормозами, которая включает датчик расхода, а также один или более процессоров. Датчик расхода сконфигурирован для формирования результата измерения расхода воздуха в тормозной магистрали тормозного узла в системе транспортных средств. Один или более процессоров сконфигурированы для связи с датчиком расхода и для определения, на основе результата измерения расхода, принятого от датчика расхода, что один или более из воздушных резервуаров тормозного узла находятся в состоянии неполной зарядки. Один или более процессоров сконфигурированы также для определения, на основе результата измерения расхода, нижнего предела снижения давления (PRL) в тормозной магистрали. В ответ на прием команды торможения в течение одного из периодов времени, когда один или более из воздушных резервуаров находятся в состоянии неполной зарядки, один или более процессоров сконфигурированы для управления движением системы транспортных средств с соблюдением PRL путем выпуска воздуха из тормозной магистрали так, чтобы обеспечивать снижение давления в тормозной магистрали на величину, которая не меньше PRL.

Краткое описание чертежей

Сущность настоящего изобретения может быть понята при прочтении приведенного ниже описания неограничивающих вариантов его осуществления со ссылками на приложенные чертежи, где:

на фиг. 1 проиллюстрирована система транспортных средств, в которой может быть реализована система управления тормозами в соответствии с одним или более из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 2 эскизно проиллюстрирована тормозная система тормозного узла системы транспортных средств;

на фиг. 3 эскизно проиллюстрирована система управления тормозами в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 4 показаны кривые безопасного минимального снижения давления в тормозной магистрали и расхода в зависимости от времени в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 5 показаны кривые безопасного минимального снижения давления в тормозной магистрали и расхода в зависимости от времени для тормозного узла иного типа, чем показанный на фиг. 4; и

на фиг. 6 показана блок-схема алгоритма для способа управления движением системы транспортных средств с предотвращением самопроизвольного отпуска тормозов, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Подробное описание изобретения

Рассмотренные здесь варианты осуществления изобретения относятся к системе и способу управления тормозами, которые обеспечивают надежное и стабильное торможение по всей длине системы транспортных средств. Предложенная система и способ вносятся в операции торможения и исключают самопроизвольный отпуск тормозов, который может происходить при небольшом снижении давления в тормозной магистрали в то время, когда резервуары системы транспортных средств находятся в состоянии неполной зарядки. Резервуары находятся в состоянии неполной зарядки, пока они принимают сжатый воздух для перезарядки после предшествующего торможения. Предложенная система и способ позволяют предотвращать самопроизвольный отпуск тормозов путем определения и обеспечения соблюдения нижнего предела снижения давления в тормозной магистрали, пока резервуары находятся в состоянии неполной зарядки. Нижний предел снижения давления (PRL) - это минимальное допустимое падение давления в тормозной магистрали в ответ на команду торможения. Например, если PRL равно 14 фунт/дюйм², и команда торможения требует снижения давления в тормозной магистрали на 8 фунт/дюйм² в то время, когда резервуары находятся в состоянии неполной зарядки, система управления тормозами обеспечивает соблюдение PRL путем автоматического увеличения объема воздуха, выпускаемого из тормозной магистрали, так, чтобы давление в тормозной магистрали снизилось по меньшей мере на 14 фунт/дюйм² (а не на 8 фунт/дюйм² в соответствии с командой). Определение PRL и обеспе-

чение его соблюдения гарантирует, что воздушный резервуар подаст весь объем сжатого воздуха в тормозной цилиндр при торможении, вместо того, чтобы ограничительный клапан (например, быстродействующий ограничительный клапан) направлял воздух из тормозной магистрали для дополнения воздуха, подаваемого из резервуара.

По меньшей мере одним из технических результатов, обеспечиваемых системой и способом управления тормозами, предложенными в настоящем документе, является повышение управляемости системы транспортных средств по сравнению с системами транспортных средств, работающими без применения предложенных системы и способа управления тормозами, путем предотвращения самопроизвольного отпуска тормозов и связанных с этим негативных последствий. Например, самопроизвольный отпуск тормозов может снижать тормозную способность системы транспортных средств как при текущем торможении, так и при будущих торможениях. Еще один технический результат настоящего изобретения заключается в том, что предложенная система и способ управления тормозами могут быть встроены в широкий диапазон существующих систем транспортных средств, имеющих пневматические тормозные узлы, включая, без ограничения перечисленным, управляемые вручную системы транспортных средств в традиционном режиме, когда оператор находится на борту тягового транспортного средства и управляет движением системы транспортных средств, автономные транспортные средства в традиционном режиме, автономные системы транспортных средств, работающие в конфигурации распределенной тяги, железнодорожные поезда, автопоезда и т.п.

На фиг. 1 проиллюстрирована система 100 транспортных средств, в которой может быть реализована система управления тормозами в соответствии с одним или более из вариантов осуществления настоящего изобретения. Система транспортных средств включает несколько транспортных средств 104, 106, которые движутся по маршруту 108. Транспортные средства 104 (например, транспортные средства 104А-С) - это тяговые транспортные средства, которые формируют тяговое усилие, или мощность, для движения системы транспортных средств по маршруту. Транспортные средства 106 (например, транспортные средства 106А-Д) представляют собой нетяговые транспортные средства, не формирующие тяговое усилие, или мощность. Часть из нетяговых транспортных средств может располагаться между тяговыми транспортными средствами. Тяговые транспортные средства включают системы обеспечения тяги. Нетяговые транспортные средства имеют в своем составе тормозные системы, однако не имеют систем обеспечения тяги, поэтому движение нетяговых транспортных средств по маршруту обеспечивается посредством тяговых транспортных средств. Система транспортных средств может включать как минимум одно тяговое транспортное средство, а также может не содержать нетяговых транспортных средств. Система транспортных средств при этом может включать больше транспортных средств, чем это показано на фиг. 1.

Транспортные средства на фиг. 1 механически связаны между собой в линию и движутся совместно по маршруту. Транспортные средства соединены при помощи сцепных устройств. Система транспортных средств имеет в своем составе тормозной узел 110, который проложен непрерывно по всей длине системы транспортных средств сквозь выстроенные в линию транспортные средства. К примеру, тормозной узел может включать тормозную магистраль 112, которая проложена непрерывно по длине системы транспортных средств. Сегменты тормозной магистрали, установленные на смежных транспортных средствах, соединены друг с другом при помощи соединительных устройств, например, при помощи шланговых разъемов. Каждое из транспортных средств имеет собственную тормозную систему, которая является частью тормозного узла. Тормозные системы во всех транспортных средствах связаны по текущей среде с тормозной магистралью. Тормозной узел также имеет в своем составе по меньшей мере один воздушный компрессор 114, который подает сжатый воздух в тормозную магистраль. В проиллюстрированном варианте осуществления настоящего изобретения тормозной узел включает (первый) компрессор на тяговом транспортном средстве 104А и еще один (второй) компрессор на тяговом транспортном средстве 104С. Компрессоры разнесены по длине тормозной магистрали. К примеру, транспортные средства 104А, 104С могут быть расположены на противоположных концах системы транспортных средств. Оба компрессора подают сжатый воздух в тормозную магистраль, где он протекает вдоль тормозной магистрали для питания воздухом всех тормозных систем в системе транспортных средств. В альтернативном варианте осуществления настоящего изобретения система транспортных средств может иметь только один компрессор. В еще одном из альтернативных вариантов осуществления настоящего изобретения система транспортных средств может иметь три или более компрессоров, разнесенных по длине системы транспортных средств.

В одном из неограничивающих осуществления настоящего изобретения система транспортных средств является железнодорожным поездом, а маршрутом является железнодорожный путь. Тяговыми транспортными средствами являются локомотивы. Три локомотива, показанные на фиг. 1, могут представлять собой состав 102. Нетяговые транспортные средства могут быть железнодорожными грузовыми и/или пассажирскими вагонами. В одном из неограничивающих вариантов осуществления настоящего изобретения система транспортных средств является автопоездом, а маршрутом является дорога или путь. К примеру, тяговыми транспортными средствами могут быть автомобильные тягачи (например, шоссейные седельные тягачи, шахтные тягачи, лесовозные тягачи и т.п.), а нетяговыми транспортными

средствами могут быть прицепы, соединяемые с тягачами. В других вариантах осуществления настоящего изобретения системы транспортных средств могут включать транспортные средства иных типов.

В одном из неограничивающих примеров система транспортных средств может быть сконфигурирована для работы в конфигурации распределенной тяги, где сигналы управления, формируемые в одном из тяговых транспортных средств, передают в одно или более других тяговых транспортных средств, называемых удаленными, для управления движением удаленных тяговых транспортных средств. Тяговое транспортное средство, которое формирует сигналы управления, называют "ведущим" транспортным средством. К примеру, первое тяговое транспортное средство 104А может быть назначено ведущим, при этом сигналы управления, формируемые первым тяговым транспортным средством, могут управлять движением второго и третьего тяговых транспортных средств 104В, 104С. Ведущим может быть транспортное средство, расположенное в голове системы транспортных средств, в зависимости от направления движения транспортных средств, однако в альтернативных вариантах осуществления настоящего изобретения ведущее транспортное средство может находиться на удалении от переднего конца.

На фиг. 2 эскизно проиллюстрирована тормозная система 120 тормозного узла системы транспортных средств. Показанная тормозная система размещена на борту одного из транспортных средств системы транспортных средств. К примеру, тормозная система, показанная на фиг. 2, может быть размещена на борту нетягового транспортного средства 106С в местоположении, обозначенном А на фиг. 1. Проиллюстрированная тормозная система является упрощенным представлением тормозного механизма. Тормозная система включает сегмент тормозной магистрали 112, который связан по текучей среде с остальными сегментами тормозной магистрали в других транспортных средствах системы транспортных средств. Клапанный узел 122 из одного или более клапанов связан по текучей среде с сегментом тормозной магистрали через тройник 124. Клапанный узел может иметь в своем составе трехходовой клапан, ограничительный клапан (например, быстродействующий ограничительный клапан) и т.п.

Тормозная система включает также один или более воздушных резервуаров 126 и фрикционный тормозной механизм 128 (который также называют фрикционными тормозами). Как один или более воздушных резервуаров, так и механизм приведения тормозов в действие, связаны по текучей среде с клапанным узлом. Один или более воздушных резервуаров могут иметь в своем составе или представлять собой запасной воздушный резервуар, резервуар экстренного торможения или комбинированный воздушный резервуар, который включает одновременно запасной воздушный резервуар и резервуар экстренного торможения. Один или более воздушных резервуаров далее будут упоминаться в единственном числе. В воздушном резервуаре хранят сжатый воздух для использования при торможении. Фрикционный тормозной механизм имеет тормозной цилиндр 130 и фрикционный элемент 132. Тормозной цилиндр функционально связан с фрикционным элементом и клапанным узлом и установлен между ними. Фрикционный элемент приводится в действие тормозным цилиндром для вхождения в физический контакт с колесом 134 транспортного средства и последующего отсоединения от него. Фрикционный элемент может включать тормозную колодку. В ответ на поступление сжатого воздуха, поршень 136 в тормозном цилиндре приводит фрикционный элемент в контакт с колесом, и трение на поверхности соприкосновения между колесом и фрикционным элементом замедляет вращение колеса.

Обратимся к обеим фиг. 1 и 2, тормозной узел сконфигурирован таким образом, чтобы торможение во всех тормозных системах системы транспортных средств могло быть инициировано снижением, по выбору, давления в тормозной магистрали. Снижение давления в тормозной магистрали может выполняться при помощи отпирания выпускного клапана или газоотвода, расположенного в тормозной магистрали для выпуска воздуха из нее. Снижение давления в тормозной магистрали служит пневматическим сигналом, который движется или распространяется вдоль системы транспортных средств и последовательно понижает давление в сегментах тормозной магистрали отдельных транспортных средств. Когда давление в локальном сегменте тормозной магистрали меньше, чем давление в локальном воздушном резервуаре на борту транспортного средства, клапанный узел направляет сжатый воздух из воздушного резервуара в тормозной цилиндр. Повышение давления в цилиндре приводит фрикционный элемент в контакт с колесом. В результате подачи воздуха в воздушный цилиндр давление в воздушном резервуаре понижается. Торможение может быть прекращено путем зарядки тормозной магистрали компрессорами, в результате чего фрикционный тормозной механизм прекратит механический контакт с колесом. К примеру, после достижения необходимого выпуска воздуха или снижения давления в тормозной магистрали, включают один или более компрессоров для подачи сжатого воздуха в тормозную магистраль, что постепенно повышает давление в тормозной магистрали по всей длине системы транспортных средств. Когда давление в локальном сегменте тормозной магистрали на борту транспортного средства превысит давление в локальном воздушном резервуаре, клапанный узел переключается на впуск сжатого воздуха из тормозной магистрали в воздушный резервуар. При зарядке воздушных резервуаров давление в воздушных резервуарах на борту различных транспортных средств постепенно растет с течением времени. Клапанный узел также отсоединяет воздушный резервуар от тормозного цилиндра и выпускает воздух из тормозного цилиндра, что позволяет вывести фрикционный элемент из физического контакта с колесом.

Воздушный резервуар достигает состояния полной зарядки, когда давление в воздушных резервуарах попадает в интервал допуска относительно заданного значения, указывающего на полную зарядку. К

примеру, заданным значением, соответствующим полной зарядке, может быть 90 фунт/дюйм², а интервал допуска может составлять 1 фунт/дюйм², 0,5 фунт/дюйм² и т.п. Полностью заряженный резервуар может иметь давление, равное (в пределах интервала допуска) давлению в тормозной магистрали. Когда воздушные резервуары полностью заряжены, то есть давление в каждом из резервуаров остается почти постоянным во времени, вдоль длины тормозной магистрали имеется градиент давления. Градиент давления имеет своей причиной неизбежные утечки вдоль тормозной магистрали, например, утечки в разьемах между сегментами тормозной магистрали. К примеру, несмотря на то, что фрагменты тормозной магистрали вблизи компрессоров могут иметь давление 90 фунт/дюйм², фрагменты тормозной магистрали на наибольшем удалении от компрессоров могут иметь давление только 80 фунт/дюйм², то есть может присутствовать градиент в 10 фунт/дюйм². Когда компрессоры расположены на концах системы транспортных средств, в соответствии с иллюстрацией фиг. 1, фрагмент с наименьшим давлением может находиться в середине системы транспортных средств. Градиент, имеющийся в установившемся состоянии, когда воздушные резервуары полностью заряжены, называют естественным или собственным градиентом. В дополнение, из-за неизбежных утечек, воздух внутри тормозной магистрали будет иметь естественный расход даже в установившемся состоянии, когда воздушные резервуары полностью заряжены. В одном из неограничивающих примеров естественный расход может составлять 24 фут³/мин, а естественный градиент может быть равен 7 фунт/дюйм².

После отпуска тормозов воздушные резервуары перезаряжаются, пока не достигнут необходимого давления, переходя из состояния неполной зарядки в состояние полной зарядки. В периоды перезарядки градиент давления превышает естественный градиент, а расход превосходит естественный расход. Такой градиент в течение периодов зарядки мы будем называть здесь "искусственным" градиентом. Искусственный градиент имеет причиной задержку распространения сжатого воздуха до наиболее удаленных от компрессоров сегментов тормозной магистрали. Искусственный градиент будет присутствовать, пока тормозной узел не обеспечит переход всех воздушных резервуаров в состояние полной зарядки. Тогда градиент вдоль тормозной магистрали сравняется с естественным градиентом.

Тормозной узел сконфигурирован для обеспечения возможности выбора усилия, с которым будут применены тормозные механизмы. К примеру, оператор может переключать позиции тормозного рычага или рукоятки. В одном из неограничивающих примеров такие позиции могут включать "отпуск", "минимальное торможение", "полное торможение", "экстренное торможение", "запрет" и/или "непрерывное торможение". Позиция "минимальное торможение" указывает на приложение фрикционных тормозных механизмов к колесам с наименьшей возможной величиной усилия, что замедляет систему транспортных средств с наименьшей интенсивностью активного торможения. Позиция минимального торможения вызывает минимально возможное снижение давления в тормозной магистрали. Постепенное перемещение устройства ввода из позиции минимального торможения в позицию полного торможения вызывает последовательные снижения давления в тормозной магистрали (например, сбросы давления), и соответственно, приложение больших тормозных усилий путем подачи дополнительного сжатого воздуха в тормозные цилиндры.

В результате небольшого или легкого снижения давления в тормозной магистрали во время перезарядки тормозного узла (например, когда присутствует значительный искусственный градиент) могут возникать самопроизвольные нежелательные отпуска одного или более из фрикционных тормозов тормозного узла. Такое небольшое или легкое снижение давления в тормозной магистрали, несущее риски самопроизвольного отпуска тормозов, связано с позицией минимального торможения в устройстве ввода, и, опционально, может также быть связана с другими позициями устройства ввода, например, с одной, двумя, тремя или четырьмя позициями устройства ввода, непосредственно следующими за позицией минимального торможения. Описанное небольшое или легкое снижение давления тормозной магистрали не относится к снижению давления в позиции полного торможения или позиции экстренного торможения.

Далее описан самопроизвольный отпуск тормозов на примере тормозного узла, показанного на фиг. 1 и 2. Один или более клапанов в клапанном узле, например, ограничительный клапан, сконфигурированы для обеспечения, при любом торможении, подачи достаточного объема сжатого воздуха в тормозные цилиндры для достижения по меньшей мере заданного давления в тормозном цилиндре (что обеспечивает приложение минимального или нижнего порогового тормозного усилия к колесу). Заданное давление может лежать, например, в диапазоне между 8 и 12 фунт/дюйм². Когда воздушные резервуары в тормозном узле полностью заряжены, при выполнении небольшого снижения давления в тормозной магистрали (например, снижения давления, соответствующего позиции минимального торможения), клапаный узел направляет сжатый воздух из воздушных резервуаров (например, запасных тормозных резервуаров) в тормозные цилиндры, достигая как минимум заданного значения давления, не используя воздух из тормозной магистрали совсем или используя лишь минимально. Если выполняют снижение давления, соответствующее позиции минимального торможения, или иное легкое снижение давления в тормозной магистрали, когда воздушные резервуары находятся в состоянии неполной зарядки, то есть имеется искусственный градиент, клапаный узел может направлять сжатый воздух из тормозной магистрали в тормозные цилиндры, чтобы дополнять сжатый воздух из воздушных резервуаров, до тех пор, пока в тор-

мозных цилиндрах не будет достигнуто заданное значение давления. В результате добавления сжатого воздуха из тормозной магистрали в тормозные цилиндры, давление в тормозной магистрали может опуститься ниже желаемого или целевого давления. Когда заданное давление в тормозных цилиндрах достигнуто, клапанный узел повышает давление в тормозной магистрали до целевого давления установившегося состояния. Такое восстановление давления в тормозной магистрали может приводить к тому, что давление в одном или более сегментах тормозной магистрали превзойдет давление в соответствующем воздушном резервуаре. Разность давлений может оказаться достаточной, чтобы и вызвать срабатывание клапанного узла и отключение одного или более фрикционных тормозов, несмотря на то, что отпуск тормозов не планировался и нежелателен для оператора, управляющего работой системы транспортных средств.

Самопроизвольный отпуск тормозов может быть исключен, если прикладывать тормозное усилие лишь тогда, когда воздушные резервуары находятся в состоянии полной зарядки, и/или если выполнять только сравнительно большие снижения давления в тормозной магистрали, например, снижения давления, соответствующие полному торможению. В любом из этих случаев сжатый воздух из тормозной магистрали не используется для дополнения сжатого воздуха из воздушных резервуаров, поэтому давление в тормозной магистрали не падает ниже ожидаемого и впоследствии не поднимается выше ожидаемого при зарядке тормозной магистрали, и соответственно не вызывает отпуска тормозов. Однако использование тормозов только в подходящие для этого моменты времени, когда воздушные резервуары полностью заряжены, не является рациональным решением, поскольку условия внешнего окружения могут требовать множества последовательных торможений. Также, выполнять при торможении только сравнительно большие снижения давления в тормозной магистрали может быть неэффективно и/или нежелательно. В дополнение, существующие системы транспортных средств не способны контролировать состояние зарядки всех воздушных резервуаров на борту системы транспортных средств непрерывно, поэтому у оператора может не быть информации, чтобы определить, когда возможны небольшие снижения давления в тормозной магистрали без риска самопроизвольного отпуска тормозов.

Варианты осуществления системы и способа управления тормозами, описанные в данном документе, сконфигурированы для контроля воздуха в тормозной магистрали и автоматического вмешательства, когда необходимо предотвратить самопроизвольный отпуск тормозов. К примеру, на основе результата измерения свойства или характеристики воздуха в тормозной магистрали система управления тормозами может определять нижний предел снижения давления (PRL). PRL представляет собой минимальное допустимое снижение давления в тормозной магистрали, основанное на измеренном свойстве, при котором предотвращается самопроизвольный отпуск одного или более фрикционных тормозов. К примеру, если определено, что PRL равно 14 фунт/дюйм², то допускается снижение давления в тормозной магистрали на 14 фунт/дюйм² или более (например, 15 фунт/дюйм², 20 фунт/дюйм², 25 фунт/дюйм² и т.п.), а снижения давления в тормозной магистрали, меньшие чем PRL (например, на 10 фунт/дюйм², на 13 фунт/дюйм² и т.п.) не разрешены. Если от устройства ввода, например, от тормозной рукоятки, принята команда торможения, которая требует снижения давления в тормозной магистрали, которое меньше PRL, в то время, когда обеспечивается соблюдение PRL, то система управления тормозами автоматически увеличивает снижение давления в тормозной магистрали до значения, по меньшей мере равного PRL. Система управления тормозами сконфигурирована также для определения того, что воздушные резервуары находятся в состоянии пониженной зарядки (например, не заряжены полностью). На основе информации об изменении состояния система управления тормозами определяет периоды времени, в которых должно быть обеспечено соблюдение PRL. В остальные периоды времени, когда PRL не должен соблюдаться, разрешены команды торможения, запрашивающие снижение давления в тормозной магистрали на величину, которая меньше PRL. К примеру, в периоды времени, когда не обеспечивается соблюдение PRL, система управления тормозами не вмешивается в торможение.

На фиг. 3 эскизно проиллюстрирована система 200 управления тормозами в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения. Показанная система управления тормозами может быть установлена на борту системы транспортных средств, например, системы 100 транспортных средств, проиллюстрированной на фиг. 1. К примеру, система управления тормозами может быть размещена на тяговом транспортном средстве 104А в местоположении, обозначенном В на фиг. 1. Система управления тормозами функционально связана с тормозной магистралью в тормозном узле. Система управления тормозами включает устройство 202 управления, один или более датчиков 204 и исполнительный механизм или переключающее устройство 206. Система управления тормозами может также включать дисплейное устройство 208 и устройство 210 ввода. Устройство управления функционально связано (например, соединено с возможностью коммуникации) с остальными компонентами по проводным и/или беспроводным каналам связи.

Устройство управления выполняет по меньшей мере часть из описанных в настоящем документе операций для определения PRL и затем для обеспечения соблюдения PRL. Устройство управления представляет собой аппаратные схемы, которые включают один или более процессоров 212 или соединены с такими процессорами (например, один или более микропроцессоров, интегральных схем, микроконтроллеров, электрически программируемых вентильных матриц и т.п.) Устройство управления вклю-

чает размещенный на борту транспортного средства материальный машиночитаемый носитель данных (например, память) или соединено с таким носителем. К примеру, в памяти могут храниться программные инструкции (например, программное обеспечение), которые исполняют при помощи одного или более процессоров для выполнения описанных в настоящем документе операций устройства управления. Память, в дополнение или альтернативно, может хранить и другую информацию, например, журнал или архив данных измерений, формируемых одним или более датчиками, найденные значения PRL, события применения системы управления тормозами и т.п. Под событиями применения системы управления тормозами понимаются события, в которых устройство управления увеличивает снижение давления в тормозной магистрали по сравнению с запрошенной командой снижением давления в тормозной магистрали, чтобы обеспечить соблюдение PRL.

Один или более датчиков формирует результат измерения одного или более свойств воздуха в тормозной магистрали в течение времени. Результаты измерения одного или более свойств будем называть здесь результатами измерения свойства. На фиг. 3 показан только один датчик, однако, опционально, в других точках по длине тормозной магистрали могут быть размещены дополнительные датчики. Датчик установлен на тормозной магистрали или рядом с ней. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения датчик может быть датчиком расхода, который измеряет расход воздуха через тормозную магистраль. В другом варианте осуществления настоящего изобретения датчик может быть датчиком давления, который измеряет давление воздуха в тормозной магистрали. Датчик, в соответствии с иллюстрацией фиг. 1, размещают между двумя компрессорами для измерения свойства воздуха между двумя компрессорами. Результаты измерения свойства, сформированные датчиком, передают для анализа в устройство управления. Результаты измерения свойства могут формироваться и передаваться периодически с регулярными интервалами времени.

В альтернативном варианте осуществления настоящего изобретения система управления тормозами может включать по меньшей мере два датчика, которые разнесены по длине тормозной магистрали. Например, первый датчик может быть размещен вблизи одного из компрессоров, но ниже по потоку, в соответствии с направлением потока сжатого воздуха, подаваемого этим компрессором. Второй датчик может быть расположен в точке, соответствующей нижней границе градиента давления, например, в середине системы транспортных средств на фиг. 1, в центре между двумя компрессорами. Первый и второй датчик могут одновременно измерять одно и то же свойство воздуха, например, давление. Устройство управления может сравнивать результаты измерения свойства, формируемые двумя датчиками, в один момент времени или за короткий временной период, и вычислять градиент давления вдоль тормозной магистрали.

Исполнительный механизм или переключающее устройство сконфигурировано для сброса, по выбору, тормозного давления путем выпуска воздуха из тормозной магистрали на основе управляющих сигналов, принимаемых от устройства управления. Например, исполнительный механизм или переключающее устройство может быть функционально связан с регулируемым выпускным клапаном или газотводом 216. Когда принят первый управляющий сигнал, исполнительный механизм или переключающее устройство может физически отпирать выпускной клапан или газотвод для выпуска воздуха из тормозной магистрали через выпускной клапан или газотвод, что снижает давление в тормозной магистрали. Когда принят второй управляющий сигнал, или если первый сигнал управления больше не поступает, исполнительный механизм или переключающее устройство могут запирают выпускной клапан или газотвод, герметизируя тормозную магистраль, прекращая приток и отток воздуха из тормозной магистрали. Исполнительный механизм или переключающее устройство могут включать в себя исполнительное устройство с электроприводом, например, приводом линейного перемещения, и/или электромеханическое переключающее устройство, например, контактор (например, реле), полупроводниковый ключ и т.п. Устройство управления управляет исполнительным приводом или переключающим устройством для обеспечения соблюдения PRL, когда это необходимо. Например, чтобы увеличить снижение давления в тормозной магистрали до уровня, удовлетворяющего PRL, если снижение давления в тормозной магистрали, запрошенное командой торможения, является недостаточным, устройство управления формирует первый сигнал управления, в результате чего исполнительный механизм или переключающее устройство отпирать выпускной клапан или газотвод. Управление может осуществляться таким образом, что исполнительный механизм или переключающее устройство формируют большее отверстие и/или остаются открытыми на более продолжительное время, по сравнению с необходимыми для снижения давления, запрошенного командой, что приводит к большему снижению давления в тормозной магистрали.

Устройство ввода может быть тормозной рукояткой или рычагом, педалью и/или компьютером, или компонентами компьютера. Такие компьютерные компоненты могут включать клавиатуру, сенсорную панель, компьютерную мышь и т.п. При помощи устройства ввода оператор может выдавать команды торможения. К примеру, оператор может двигать тормозную рукоятку или рычаг, помещая его в позиции минимального торможения, чтобы инициировать торможение, получаемое при минимальном снижении давления в тормозной магистрали.

Дисплейное устройство может быть встроенным экраном дисплея на борту транспортного средства

и/или экраном дисплея на персональном, планшетном или портативном компьютере (например, смартфоне). Дисплейное устройство может быть доступно оператору системы транспортных средств и/или операторам, работающим с системой транспортных средств удаленно. Устройство управления может формировать управляющие сигналы для управления содержимым, отображаемым на дисплейном устройстве. Например, может обеспечиваться отображение, дисплейным устройством, соответствующей информации, формируемой системой управления тормозами. Отображаемая информация может включать графические индикаторы, представляющие текущий PRL, состояние зарядки воздушных резервуаров, обеспечивается ли соблюдение PRL в текущий момент и т.п. Информация на дисплейном устройстве может использоваться для инструктирования оператора, который вручную управляет тормозным узлом системы транспортных средств при помощи устройства ввода. К примеру, дисплейное устройство может отображать PRL, указывать то, что в текущий момент контролируется соблюдение PRL (поскольку воздушные резервуары заряжаются), а также то, что любая команда торможения должна запрашивать снижение давления в тормозной магистрали по меньшей мере на величину текущего PRL, чтобы исключить риск самопроизвольного отпуска тормозов. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения система управления тормозами может корректировать ручные команды торможения, запрашивающие снижение давления в тормозной магистрали меньше текущего PRL. Например, если введенная вручную команда запрашивает снижение давления в тормозной магистрали меньше текущего PRL, когда контролируется соблюдение PRL, система управления тормозами может автоматически увеличивать снижение давления в тормозной магистрали. Альтернативно, система управления тормозами может быть сконфигурирована таким образом, чтобы разрешать оператору преодолевать или игнорировать отображаемые инструкции, сформированные системой управления тормозами, даже если один или более фрикционных тормозных механизмов будет самопроизвольно отпущен в результате ошибки оператора.

Устройство управления (например, один или более его процессоров) принимает результат измерения свойства, сформированный датчиком. Устройство управления определяет нижний предел снижения давления (PRL) на основе результата измерения свойства. PRL может определяться эмпирически или экспериментально с использованием результата измерения свойства в качестве входного значения. Например, могут быть сформированы экспериментальные данные, которые независимо отслеживают множество свойств системы транспортных средств, либо в условиях испытаний, либо при предыдущих поездках системы транспортных средств (или даже поездках других аналогичных систем транспортных средств). Множество отслеживаемых свойств может включать расход воздуха в тормозной магистрали, градиент давления вдоль тормозной магистрали, давление в воздушных резервуарах, выполненные снижения давления в тормозной магистрали и/или факты самопроизвольного отпуска тормозов. В одном из неограничивающих примеров эксперименты и/или испытания могут включать изменение снижений давления в тормозной магистрали и состояния заряда воздушных резервуаров, во время которых выполняют снижения давления в тормозной магистрали и отслеживание воздействия этих регулировок на расход воздуха и/или градиент давления, а также записывают, какие наборы входных воздействий приводят к самопроизвольному отпуску тормозов. К примеру, может быть проведен эксперимент, в котором имеется заданное количество, например, пять различных величин снижения давления в тормозной магистрали и еще одно заданное количество, например, 4, различных состояний зарядки воздушных резервуаров. Эксперимент может включать выполнение заданных снижений давления в тормозной магистрали (например, А-Е) в каждом из четырех состояний зарядки (например, 1-4) во времени, в результате чего получают двадцать общих состояний (например, А1, В1, С1, D1, E1, А2, В2, С2, D2, E2, А3, В3 и т.п.) Испытания могут включать как более двадцати, так и менее двадцати состояний. Система транспортных средств, опционально, при проведении эксперимента может быть оснащена дополнительными датчиками, например, датчиками давления в воздушных резервуарах и/или дополнительными датчиками по длине тормозной магистрали.

Полученные в результате эксперимента данные могут быть проанализированы на предмет выявления корреляции между измеренным свойством воздуха в тормозной магистрали, например, расходом или давлением, и состоянием заряда воздушных резервуаров. К примеру, как было описано выше, расход воздуха в тормозной магистрали во время зарядки выше, чем в установившемся состоянии, в котором воздушные резервуары находятся в состоянии полной зарядки. Может быть сформирована функция, или таблица поиска, которая связывает расход воздуха в тормозной магистрали и состояние зарядки воздушных резервуаров, например, находятся ли воздушные резервуары в состоянии неполной зарядки или в состоянии полной зарядки. Когда расход находится вне интервала допуска относительно заданного значения, связанного с нахождением одного или более воздушных резервуаров в состоянии полной зарядки, функция или таблица поиска указывает на то, что воздушные резервуары находятся в состоянии неполной зарядки. Например, в ходе эксперимента может отслеживаться изменение давления в одном конкретном воздушном резервуаре в зависимости от времени. Когда расход в тормозной магистрали достигает установившегося состояния, что указывает на полную зарядку воздушных резервуаров, давление в выбранном воздушном резервуаре может быть измерено и записано в качестве заданного значения, связанного с состоянием полной зарядки. Интервал допуска может составлять 5, 10% или иную долю от за-

данного значения, связанного с состоянием полной зарядки. К примеру, если давление в полностью заряженном воздушном резервуаре равно 100 фунт/дюйм², то давления 90 фунт/дюйм² и выше будут считаться полной зарядкой, а давления ниже 90 фунт/дюйм² будут указывать на состояние неполной зарядки. Опционально, интервал допуска может выбираться оператором.

Могут быть сформированы пары значений расхода в тормозной магистрали и давления в воздушном резервуаре в зависимости от времени. Эти точки, соответствующие данным о давлении, могут быть помечены как состояния полной зарядки или неполной зарядки, в зависимости от значений давления. В результате получают диапазон расходов, соответствующий состоянию полной зарядки, и другой диапазон расходов, соответствующий состоянию неполной зарядки. Такое соответствие между расходом в тормозной магистрали и состоянием зарядки воздушного резервуара может быть задано в виде математической функции, или сформировано в виде графика кривой, или в виде таблицы поиска. Это соответствие может использоваться в рабочих условиях для определения состояния зарядки воздушных резервуаров на борту системы транспортных средств, исходя только из расхода. В рассмотренном выше примере описано применение расхода, однако для формирования сопоставлений с состоянием зарядки могут анализироваться результаты измерения и других свойств воздуха в тормозной магистрали, например, давления или градиента давления.

Эксперимент также дает данные, анализ которых позволяет определить соответствие между измеренным свойством воздуха в тормозной магистрали и значениями снижения давления в тормозной магистрали, которые потенциально могут приводить к самопроизвольному отпуску тормозов. Например, как было описано выше, эксперимент может включать выполнение различных последовательно увеличивающихся снижений давления в тормозной магистрали в каждом из последовательно изменяемых состояний давления в воздушных резервуарах. Выходные данные испытаний могут включать диапазон снижений давления в тормозной магистрали и состояния давления в воздушных резервуарах, которые связаны с риском самопроизвольного отпуска тормозов. При этом измеренное свойство воздуха в тормозной магистрали в каждом из этих рискованных состояний известно и может быть сопоставлено с данными эксперимента.

Обратимся теперь к фиг. 4, на которой показаны кривая 300 безопасного минимума снижения давления 301 тормозной магистрали и расхода 303 в зависимости от времени в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения. Кривая 300 может соответствовать системе транспортных средств, включающей по меньшей мере два компрессора, разнесенные друг от друга по длине системы транспортных средств, например, систему 100 транспортных средств, показанную на фиг. 1. К примеру, испытания могут указывать на то, что расход воздуха в тормозной магистрали в установившемся состоянии равен около 90 фут³/мин. Значение расхода (например, 90 фут³/мин) может быть комбинированным, то есть может быть суммой расходов потоков, наблюдаемых вблизи каждого из двух компрессоров, поскольку поток сжатого воздуха от двух компрессоров может идти в разных направлениях.

Когда измеренное значение расхода воздуха в тормозной магистрали равно 160 фут³/мин, в точке 302 на графике, большая разница между измеренным расходом и расходом в установившемся состоянии указывает на то, что воздушные резервуары находятся в состоянии неполной зарядки. При этом испытания в различных условиях торможения указывают на то, что команды торможения, вызывающие снижения давления в тормозной магистрали на 13 фунт/дюйм² или менее, когда расход равен 160 фут³/мин, связаны с самопроизвольным отпуском тормозов. К примеру, вероятность самопроизвольного отпуска тормозов может быть значительной и увеличиваться с уменьшением величины снижения давления в тормозной магистрали. При этом испытания при значении 160 фут³/мин могут указывать на то, что команды торможения, запрашивающие снижения давления в тормозной магистрали по меньшей мере на 14 фунт/дюйм², несут малые или нулевые риски самопроизвольного отпуска тормозов. Таким образом, снижение давления в тормозной магистрали по меньшей мере на 14,0 фунт/дюйм² является безопасным, и значение 14,0 фунт/дюйм² выбирают в качестве нижнего предела снижения давления (PRL) для расхода, равного 160 фут³/мин. В результате, если измеренный расход равен 160 фут³/мин, устройство управления (например, один или более процессоров из его состава) определяет, что PRL равен 14,0. Если принята команда торможения, которая запрашивает небольшое снижение давления в тормозной магистрали, менее 14,0 фунт/дюйм², система управления тормозами может автоматически увеличивать снижение давления в тормозной магистрали до значения, по меньшей мере равного 14,0 фунт/дюйм², чтобы исключить риск самопроизвольного отпуска тормозов.

В соответствии с иллюстрацией фиг. 4, значения PRL уменьшаются с уменьшением расхода до значения в установившемся состоянии. Соотношение между расходом и PRL может быть интерполировано с использованием экспериментальных данных испытаний и задано в виде функции и/или таблицы поиска. Соответственно, когда принят расход, который не был напрямую протестирован, например, 150 фут³/мин, устройство управления может определять PRL с использованием установленного соответствия между расходом и PRL. В примере выше был использован расход, однако для формирования соответствия с PRL могут анализироваться результаты измерения и других свойств воздуха в тормозной магистрали, например, давления или градиента давления.

На графике 300 на фиг. 4 показаны также значения 304 искусственного градиента, которые отража-

ют избыточный градиент давления в тормозной магистрали по сравнению с установившимся состоянием, или естественным градиентом. Искусственные градиенты имеют большую величину при высоких расходах по сравнению с малыми расходами. В одном из альтернативных вариантов осуществления настоящего изобретения PRLI может быть определен путем определения связи между расходом и искусственным градиентом. После приема входного значения расхода искусственный градиент может быть вычислен или определен с помощью функции или таблицы поиска, и затем может быть вычислен PRLI путем добавления заданной константы к искусственному градиенту. В проиллюстрированном варианте осуществления настоящего изобретения такая константа равна 7 фунт/дюйм², то есть искусственный градиент в 5,1 дает PRLI, равный 12,1 ($7+5,1=12,1$).

На фиг. 5 показана кривая 400 безопасного минимального снижения давления в тормозной магистрали и расхода, в зависимости от времени, для тормозного узла иного типа, отличающегося от типа для кривой 300 на фиг. 4. Кривая 400 может соответствовать системе транспортных средств, которая имеет только один воздушный компрессор, подающий сжатый воздух в тормозную магистраль. Измеренные расходы 403 потока меньше, чем расходы 303 потока в двухкомпрессорном тормозном узле, показанные на фиг. 4, однако общее соотношение между расходом, PRLI 401 и искусственными градиентами 404 приблизительно аналогично фиг. 4. Соответственно, система управления тормозами может определять состояние зарядки и значения PRLI для тормозных узлов различных типов. Система управления тормозами может хранить функции или таблицы поиска, относящиеся к различным тормозным узлам, и может выбирать подходящие для использования на основе принятой информации, идентифицирующей тип тормозного узла системы транспортных средств.

Устройство управления сконфигурировано для приема новых измеренных значений свойств воздуха в тормозной магистрали с течением времени. Когда принято новое значение, устройство управления может вводить это новое значение в функцию или таблицы поиска для определения обновленного PRLI. Обновленный PRLI заменяет предыдущий PRLI, поэтому устройство управления далее не обеспечивает соблюдение предыдущего PRLI.

На фиг. 6 показана блок-схема алгоритма 500 для способа управления движением системы транспортных средств с целью предотвращения самопроизвольного отпуска тормозов, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения. Различные шаги предложенного способа могут выполняться системой 200 управления тормозами, описанной со ссылкой на фиг. 1-5, в частности, фиг. 3-5. Например, различные шаги могут выполняться одним или более процессорами устройства управления в системе управления тормозами. Способ может включать шаги, являющиеся дополнительными к шагам, показанным на фиг. 6, может включать меньше шагов, чем показано на фиг. 6, и/или может включать шаги, отличающиеся от шагов, показанных на фиг. 6.

На шаге 502 принимают результат измерения свойства воздуха в тормозной магистрали тормозного узла в системе транспортных средств. Это результат измерения свойства может быть принят от датчика, который выполняет контроль воздуха в тормозной магистрали и периодически формирует результаты измерения свойства. Измеренным свойством может быть расход, давление и/или градиент давления, представляющий диапазон между давлением в множестве точек вдоль тормозной магистрали. В одном из неограничивающих примеров результатом измерения свойства является расход.

На шаге 504 определяют состояние зарядки одного или более воздушных резервуаров тормозного узла на основе результата измерения свойства. Состояние зарядки может указывать, находятся ли воздушные резервуары в состоянии полной зарядки или в состоянии неполной зарядки, которое возникает после торможения, когда воздушные резервуары по меньшей мере частично опустошены. На шаге 506 определяют нижний предел снижения давления (PRLI) на основе результата измерения свойства воздуха в тормозной магистрали. PRLI может быть определен при помощи ввода результата измерения свойства в функцию, таблицу поиска или аналогичную структуру (например, сформированную компьютером модель), которую формируют на основе эмпирических и/или экспериментальных данных.

На шаге 508 формируют сигнал управления, обеспечивающий отображение, дисплейным устройством, графических индикаторов, представляющих PRLI и/или состояние зарядки. Отображаемая информация может инструктировать оператора системы транспортных средств, позволяя ему принимать обоснованные решения о задаваемой величине или степени снижения давления в тормозной магистрали при торможении. На шаге 510 определяют, находятся ли один или более из воздушных резервуаров в состоянии неполной зарядки. Состояние неполной зарядки может быть определено на шаге 504 на основе того, что результат измерения свойства воздуха в тормозной магистрали находится вне интервала допуска относительно заданного значения, связанного с состоянием полной зарядки одного или более воздушных резервуаров.

Если определено, что резервуары находятся в состоянии неполной зарядки, то переходят к шагу 512, и управление движением системы транспортных средств выполняют с соблюдением PRLI. К примеру, соблюдение PRLI обеспечивают путем запрета на снижение давления в тормозной магистрали на величину, которая меньше PRLI. На шаге 514, в ответ на прием команды торможения, когда обеспечивается соблюдение PRLI, тормозную магистраль разряжают, обеспечивая снижение давления, по меньшей мере равное PRLI. К примеру, если команда торможения запрашивает снижение давления на 7

фунт/дюйм², но PRLI равно 10 фунт/дюйм², тормозную магистраль разряжают со снижением давления по меньшей мере на 10 фунт/дюйм².

Если на шаге 510 определено, что воздушные резервуары не находятся в состоянии неполной зарядки, а находятся в состоянии полной зарядки, то переходят к шагу 516, и соблюдение PRLI не обеспечивают. Соблюдение PRLI не обеспечивают в те периоды времени, в которые воздушные резервуары находятся в состоянии полной зарядки. На шаге 518, в ответ на прием команды торможения, когда соблюдение PRLI не обеспечивается, тормозную магистраль разряжают в соответствии с командой торможения. Например, даже если команда торможения запрашивает торможение с минимальным снижением давления, выполняют снижение давления в тормозной магистрали для обеспечения запрошенного снижения давления. Иными словами, способ предотвращения отпуска тормозов не вмешивается в такую команду торможения.

Способ может выполняться непрерывно во времени, например, в течение всей поездки системы транспортных средств. Например, в момент 502 времени могут быть приняты новые результаты измерения свойства, когда они будут сформированы с течением времени. Новый результат измерения свойства используют для определения обновленного PRLI на шаге 506 и для обновления состояния зарядки воздушных резервуаров на шаге 504. На шаге 508 может быть сформирован новый управляющий сигнал для отображения оператору обновленной информации. Способ предотвращения отпуска тормозов может работать в фоновом режиме и вмешиваться, только если определена необходимость предотвращения небольших снижений давления в тормозной магистрали, вызывающих риски самопроизвольного отпуска тормозов.

В одном или более из вариантов осуществления настоящего изобретения предложена система управления тормозами, которая включает один или более процессоров. Один или более процессоров сконфигурированы для связи по меньшей мере с одним датчиком, сконфигурированным для выдачи результата измерения по меньшей мере одного свойства воздуха в тормозной магистрали тормозного узла транспортного средства. Один или более процессоров сконфигурированы для определения, на основе результата измерения по меньшей мере одного свойства, нижнего предела снижения давления (PRLI) в тормозной магистрали. Один или более процессоров сконфигурированы также для управления движением системы транспортных средств, которая включает тормозную магистраль, с соблюдением PRLI путем предотвращения снижения давления в тормозной магистрали на величину, которая меньше PRLI, пока один или более воздушных резервуаров в тормозном узле транспортного средства находятся в состоянии неполной зарядки.

Опционально один или более процессоров сконфигурированы для обеспечения PRLI при помощи выпуска воздуха из тормозной магистрали для снижения давления в тормозной магистрали по меньшей мере на PRLI, в ответ на прием команды торможения. Предотвращение снижения давления в тормозной магистрали на величину, которая меньше PRLI, позволяет предотвратить самопроизвольный отпуск одного или более фрикционных тормозов в тормозном узле, связанный с командой торможения, которая дала бы снижение давления в тормозной магистрали на величину, которая меньше PRLI. Опционально, один или более процессоров дополнительно сконфигурированы для не соблюдения PRLI и разрешения снижения давления в тормозной магистрали на величину, которая меньше PRLI, в ответ на прием команды торможения в те периоды времени, когда один или более из воздушных резервуаров находятся в состоянии полной зарядки.

Опционально, один или более процессоров дополнительно сконфигурированы для определения, на основе результата измерения по меньшей мере одного свойства, что один или более из воздушных резервуаров в тормозном узле находятся в состоянии неполной зарядки. Один или более процессоров могут быть сконфигурированы для определения того, что один или более из воздушных резервуаров находятся в состоянии неполной зарядки, на основании того, что результат измерения по меньшей мере одного свойства воздуха в тормозной магистрали находится вне интервала допуска относительно заданного значения, связанного с состоянием полной зарядки одного или более воздушных резервуаров.

Опционально, результат измерения по меньшей мере одного свойства воздуха, формируемый по меньшей мере одним датчиком, включает одно или более из следующего: расход, давление или градиент давления, представляющий диапазон между давлением во множестве точек вдоль тормозной магистрали. Опционально, система управления тормозами включает также по меньшей мере один датчик. По меньшей мере один датчик может включать датчик расхода, при этом результат измерения по меньшей мере одного свойства может быть результатом измерения расхода воздуха в тормозной магистрали. Опционально, система транспортных средств может включать первый воздушный компрессор и второй воздушный компрессор, которые сконфигурированы для подачи воздуха в тормозную магистраль в точках, разнесенных друг от друга по длине тормозной магистрали. По меньшей мере один датчик может быть сконфигурирован для формирования результата измерения по меньшей мере одного свойства в точке тормозной магистрали, расположенной между первым и вторым компрессорами.

Опционально, в ответ на прием нового значения результата измерения по меньшей мере одного свойства воздуха в тормозной магистрали, сформированного по меньшей мере одним датчиком, один или более процессоров могут быть сконфигурированы для обновления PRLI во время движения системы

транспортных средств на основе нового результата измерения по меньшей мере одного свойства. Опционально, один или более процессоров могут быть сконфигурированы для формирования управляющего сигнала, сконфигурированного для обеспечения отображения, дисплейным устройством, графических индикаторов, представляющих PRL. Опционально, один или более процессоров размещены на борту одного из множества транспортных средств системы транспортных средств. Транспортные средства могут быть механически связаны друг с другом в линию, при этом тормозная магистраль может быть проложена непрерывно через транспортные средства системы транспортных средств. Опционально, системой транспортных средств может быть железнодорожный поезд.

В одном или более из вариантов осуществления настоящего изобретения предложен способ, который включает прием результата измерения по меньшей мере одного свойства воздуха в тормозной магистрали тормозного узла в системе транспортных средств. Способ включает определение, на основе результата измерения по меньшей мере одного свойства, нижнего предела снижения давления (PRL) в тормозной магистрали. Способ также включает управление движением системы транспортных средств с соблюдением PRL путем недопущения снижения давления в тормозной магистрали на величину, которая меньше PRL, в те периоды времени, когда один или более из воздушных резервуаров тормозного узла находятся в состоянии неполной зарядки.

Опционально управление движением системы транспортных средств для обеспечения PRL включает выпуск воздуха из тормозной магистрали для снижения давления в тормозной магистрали по меньшей мере на величину PRL, в ответ на прием команды торможения. Опционально, способ дополнительно включает несоблюдение PRL и разрешение на снижение давления в тормозной магистрали на величину, которая меньше PRL, в ответ на прием команды торможения в те периоды времени, когда один или более из воздушных резервуаров находятся в состоянии полной зарядки.

Опционально, способ дополнительно включает определение, на основе результата измерения по меньшей мере одного свойства, что один или более из воздушных резервуаров в тормозном узле находится в состоянии неполной зарядки. То, что один или более из воздушных резервуаров в тормозном узле находится в состоянии неполной зарядки, может быть определено на том основании, что результат измерения по меньшей мере одного свойства воздуха в тормозной магистрали находится вне интервала допуска относительно заданного значения, связанного с состоянием полной зарядки одного или более воздушных резервуаров.

Опционально, результат измерения по меньшей мере одного свойства воздуха в тормозной магистрали является одним или более из следующего: расход, давление или градиент давления, представляющий диапазон между давлением в множестве точек вдоль тормозной магистрали. Например, результатом измерения по меньшей мере одного свойства воздуха в тормозной магистрали может быть расход воздуха.

Опционально, способ дополнительно включает формирование новых значений результата измерения по меньшей мере одного свойства воздуха в тормозной магистрали с течением времени и обновление PRL с течением времени в ходе движения системы транспортных средств на основе новых значений результата измерения по меньшей мере одного свойства.

Опционально, способ дополнительно включает формирование управляющего сигнала, сконфигурированного для обеспечения отображения, дисплейным устройством, графических индикаторов, представляющих PRL.

Опционально, система транспортных средств может включать первый воздушный компрессор и второй воздушный компрессор, которые сконфигурированы для подачи воздуха в тормозную магистраль в точках, разнесенных друг от друга по длине тормозной магистрали. Результат измерения по меньшей мере одного свойства воздуха в тормозной магистрали может формироваться в точке тормозной магистрали, расположенной между первым и вторым компрессорами. Опционально, система транспортных средств может включать множество транспортных средств, механически связанных друг с другом, и тормозную магистраль, проложенную непрерывно вдоль множества транспортных средств.

В одном или более из вариантов осуществления настоящего изобретения предложена система управления тормозами, которая включает датчик расхода, а также один или более процессоров. Датчик расхода сконфигурирован для формирования результата измерения расхода воздуха в тормозной магистрали тормозного узла в системе транспортных средств. Один или более процессоров сконфигурированы для связи с датчиком расхода и для определения, на основе результата измерения расхода, принятого от датчика расхода, что один или более из воздушных резервуаров тормозного узла находится в состоянии неполной зарядки. Один или более процессоров сконфигурированы также для определения, на основе результата измерения расхода, нижнего предела снижения давления (PRL) в тормозной магистрали. В ответ на прием команды торможения в течение одного из периодов времени, когда один или более из воздушных резервуаров находятся в состоянии неполной зарядки, один или более процессоров сконфигурированы для обеспечения снижения давления в тормозной магистрали на величину, которая не меньше PRL.

В настоящем документе термины "процессор" и "компьютер", а также связанные с ними термины, например, "процессорное устройство", "вычислительное устройство" и "контроллер" не ограничены

только теми интегральными схемами, которые в данной области техники называют "компьютерами", но также относятся к микроконтроллерам, микро-ЭВМ, логическим программируемым контроллерам (programmable logic controller, PLC), электрически программируемым матрицам, заказным интегральным схемам и другим программируемым схемам. Подходящая память может включать, например, машиночитаемый носитель данных. Машиночитаемый носитель данных может быть, например, памятью с произвольным доступом (random-access memory, RAM), машиночитаемым энергонезависимым носителем данных, например, флэш-памятью. Под выражением "машиночитаемый носитель данных" понимают материальное компьютерное устройство, сконструированное для кратковременного или долговременного хранения информации, например, машиночитаемых инструкций, структур данных, программных модулей и подмодулей, или иных данных в любом устройстве. Соответственно, способы, описанные в данном документе, могут быть закодированы в виде исполняемых инструкций, реализованных на материальном машиночитаемом носителе данных, включая, без ограничения перечисленным, запоминающее устройство и/или устройство памяти. Подобные инструкции, при их исполнении процессором, обеспечивают выполнение этим процессором по меньшей мере части способов, описанных в настоящем документе. При этом выражение "машиночитаемый носитель" включает все материальные машиночитаемые носители данных, включая, без ограничения перечисленным, компьютерные запоминающие устройства, включая, без ограничения перечисленным, энергозависимые и энергонезависимые носители, а также съемные и несъемные носители, например, микропрограммы, физические и виртуальные запоминающие устройства, CD-ROM, DVD, или любые другие цифровые источники, такие как сеть или Интернет.

Выражения в единственном числе и такие выражения, как "один", "один из", или аналогичные им, включают также объекты во множественном числе, если из контекста явно не следует обратное. "Опциональный" или "опционально" означает, что описанное далее событие или обстоятельство может как возникнуть, так и не возникнуть, и что описание включает случаи, в которых это событие возникает, а также случаи, в которых оно не возникает. Термины, указывающие на приближенные значения, в настоящем описании и в формуле изобретения могут применяться как модификаторы количественных выражений, значение которых может изменяться без (результатирующего) изменения основной связанной с ними функции. Соответственно, значение, модифицированное таким термином, или терминами, как "около", "приблизительно" и "по существу", не ограничено точным приведенным значением. По меньшей мере в некоторых случаях термины, указывающие на приближенные значения, могут соответствовать точности приборов для измерения этих значений. В настоящем документе, в описании и в формуле изобретения, ограничения по диапазонам могут комбинироваться и/или использоваться взаимозаменяемо, при этом такие диапазоны являются отождествляемыми и включают все содержащиеся в них поддиапазоны, если только контекст или формулировка не указывает на обратное.

В данном документе использованы конкретные примеры. Они использованы для описания вариантов осуществления настоящего изобретения, включая лучший вариант его осуществления, а также для обеспечения возможности его практического применения специалистами в данной области техники, включая создание и использование любых устройств или систем, или выполнение любых способов настоящего изобретения. Объем настоящего изобретения задан формулой изобретения и может включать другие примеры, которые могут быть найдены специалистами в данной области техники. Все такие дополнительные примеры попадают в объем изобретения, если они имеют структурные элементы, не отличающиеся от буквального описания в пунктах формулы изобретения, или если они включают эквивалентные структурные элементы с несущественными отличиями от буквального описания в пунктах формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

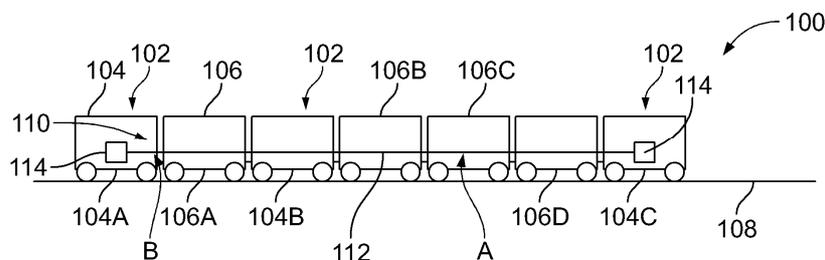
1. Система (200) управления тормозами, включающая один или более процессоров (212), сконфигурированных для связи, по меньшей мере, с одним датчиком (204), сконфигурированным для выдачи результата измерения (403) расхода воздуха в тормозной магистрали (112) тормозного узла (110) транспортного средства системы (100) транспортных средств, при этом один или более процессоров (212) сконфигурированы для определения нижнего предела (401) снижения давления в тормозной магистрали (112) на основе результата измерения (403) расхода воздуха в тормозной магистрали (112), при этом один или более процессоров (212) сконфигурированы для управления движением системы (100) транспортных средств с соблюдением нижнего предела (401) снижения давления путем предотвращения снижения давления в тормозной магистрали (112) на величину, которая меньше нижнего предела (401) снижения давления, пока один или более воздушных резервуаров (126) тормозного узла (110) транспортного средства находятся в состоянии неполной зарядки.

2. Система (200) по п.1, в которой один или более процессоров (212) сконфигурированы для соблюдения нижнего предела (401) снижения давления путем выпуска воздуха из тормозной магистрали (112) для снижения давления в тормозной магистрали (112) на величину, равную нижнему пределу (401) снижения давления или превышающую его, в ответ на прием команды торможения.

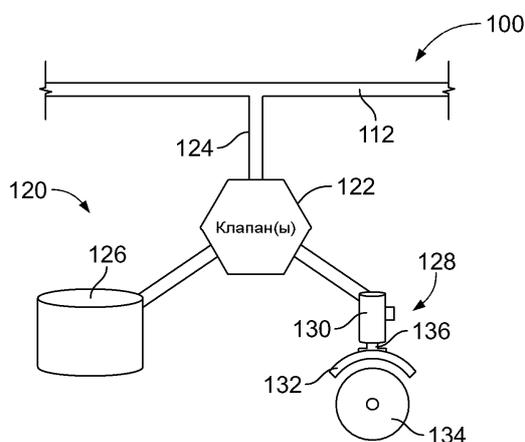
3. Система (200) по п.1, в которой предотвращение снижения давления в тормозной магистрали (112) на величину, которая меньше нижнего предела (401) снижения давления, предотвращает самопроизвольный отпуск одного или более фрикционных тормозов (128) тормозного узла (110) транспортного средства, связанный с командой торможения, которая привела бы к снижению давления в тормозной магистрали (112) на величину, которая меньше нижнего предела (401) снижения давления.

4. Система (200) по п.1, в которой один или более процессоров (212) сконфигурированы для определения того, что один или более воздушных резервуаров (126) находятся в состоянии неполной зарядки, на основании того, что результат измерения (403) расхода воздуха в тормозной магистрали (112) находится вне интервала допуска относительно заданного значения, соответствующего состоянию полной зарядки одного или более воздушных резервуаров (126).

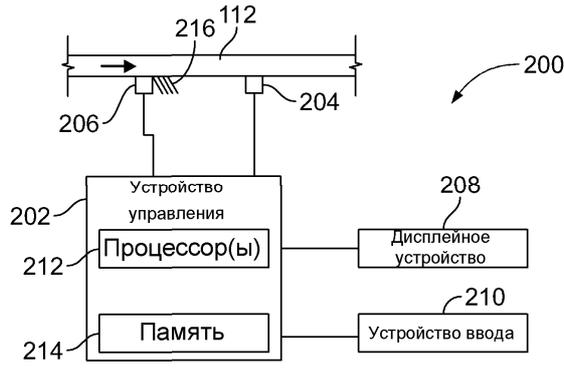
5. Система (200) по п.1, также включающая, по меньшей мере, один датчик (204), при этом система (100) транспортных средств включает первый воздушный компрессор (114) и второй воздушный компрессор (114), которые подают воздух в тормозную магистраль (112) в точках, разнесенных друг от друга по длине тормозной магистрали (112), при этом, по меньшей мере, один датчик (204) сконфигурирован для формирования результата измерения расхода воздуха в точке тормозной магистрали (112), расположенной между первым и вторым компрессорами (114).



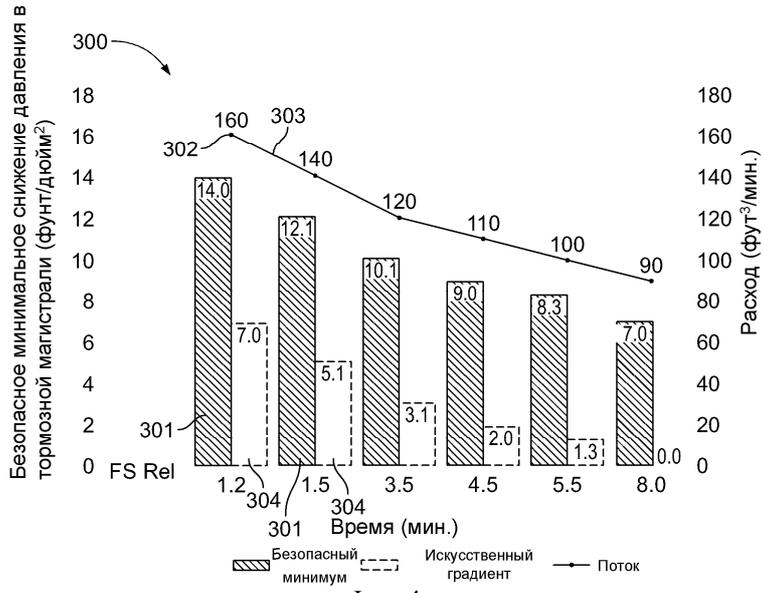
Фиг. 1



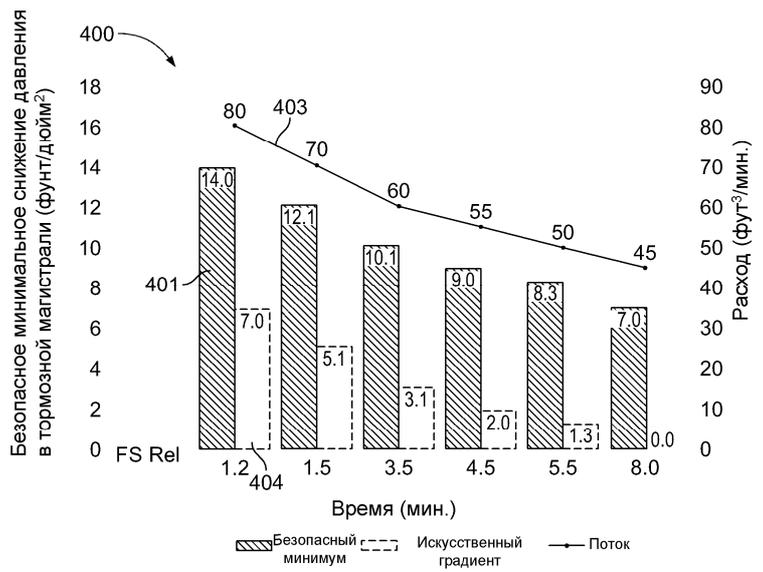
Фиг. 2



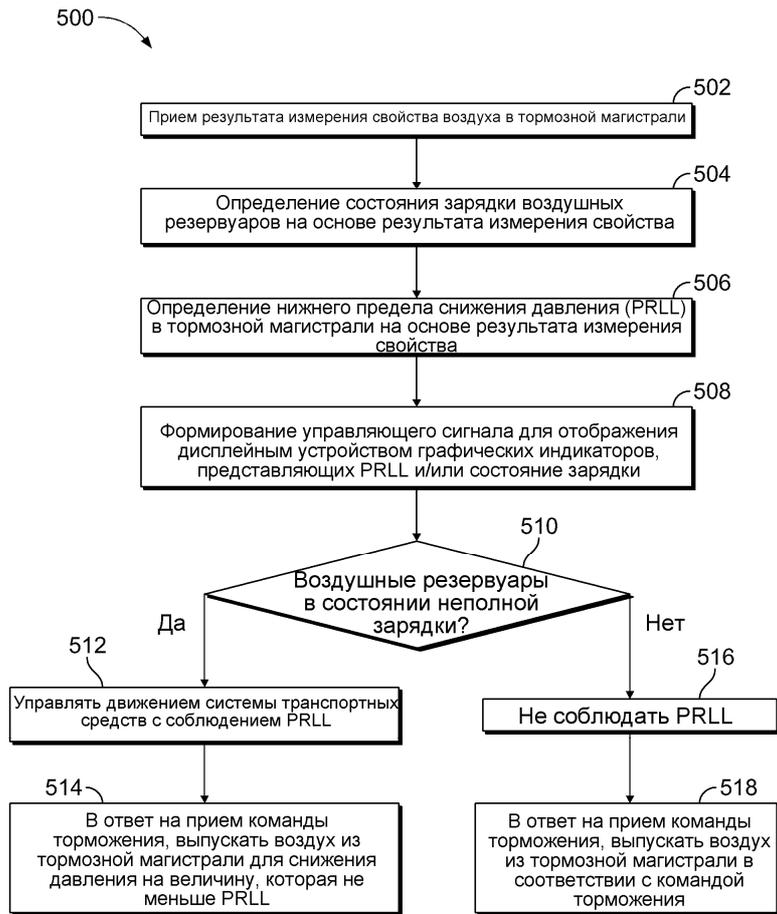
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

