

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041616**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.11.14

(21) Номер заявки
202193182

(22) Дата подачи заявки
2020.06.19

(51) Int. Cl. **B60T 17/02** (2006.01)
B60T 17/22 (2006.01)
B60T 13/66 (2006.01)

(54) **СПОСОБ МОНИТОРИНГА КОМПРЕССОРА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ**

(31) **102019000009897**

(32) **2019.06.24**

(33) **IT**

(43) **2022.04.20**

(86) **PCT/IB2020/055768**

(87) **WO 2020/261076 2020.12.30**

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

(72) Изобретатель:
Тионе Роберто (IT)

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

(56) US-A1-2016075346
CN-B-106476786
DE-A1-102005048535

(57) Описан способ мониторинга компрессора железнодорожной тормозной системы, которая содержит модуль AGTU (100) выработки и обработки воздуха, который содержит компрессор (101) и основной резервуар (104), установленный с возможностью подачи воздуха в основной трубопровод (105), выполненный с возможностью передачи сжатого воздуха по меньшей мере в одну тормозную подсистему (106), которая содержит дополнительный резервуар (116), установленный с возможностью подачи в систему (118) управления торможением, причем способ отличается тем, что он включает этапы, на которых выполняют мониторинг изменения по меньшей мере одного значения (P(t)) давления, измеряемого ниже по потоку от основного резервуара (104) или измеряемого на выходе дополнительного резервуара (116), и получают данные об использовании и/или состоянии работоспособности компрессора (101) исключительно на основании изменения во времени измеряемого значения (P(t)) давления.

041616
B1

041616
B1

Область изобретения

Данное изобретение в целом относится к области железнодорожных тормозных систем; в частности изобретение относится к способу мониторинга компрессора железнодорожной тормозной системы.

Уровень техники

В области железнодорожного транспорта в известных тормозных системах используется сжатый воздух, который надлежащим образом подают в тормозные цилиндры для создания тормозного усилия. Сжатый воздух создается с помощью одного или более компрессоров.

На фиг. 1 показан пример известной железнодорожной тормозной системы. Данный пример значительно упрощен и используется исключительно в качестве иллюстрации.

Модуль выработки и обработки воздуха (AGTU - air generation and treatment unit, блок выработки и обработки воздуха) 100 содержит компрессор 101 и осушительный узел 102, расположенный ниже по потоку от компрессора 101. Осушительный узел 102 предназначен для выделения воды, находящейся в жидком и парообразном состоянии, из сжатого воздуха. Осушительный узел 102 обычно содержит один или более циклонных сепараторов для удаления воды в жидком состоянии и солевое или алюминиевое осушительное средство для удаления воды в парообразном состоянии.

Сжатый воздух, вырабатываемый с помощью AGTU-группы 100, собирается в основном резервуаре 104 через невозвратный клапан 103.

Основной резервуар 104, в свою очередь, выполнен с возможностью подачи воздуха в основной трубопровод 105, по которому через невозвратные клапаны 109, 110 обеспечена подача сжатого воздуха к одной или более тормозным подсистемам 106, 107, ..., расположенным вдоль поезда. По основному трубопроводу 105 также обеспечена подача сжатого воздуха к одной или более пневматическим подвесным системам 108, которые расположены между ходовыми частями и корпусами, образующими последовательное соединение и не показанными на чертежах, через невозвратные клапаны 111.

Пневматическая подвесная система 108 обычно содержит дополнительный резервуар 112, уравнивательный клапан 113, сильфон 114 и датчик 115 давления. Сильфон 114 механически расположен между соответствующей ходовой частью и корпусом, не показанными на чертежах, и выполняет функцию подвески. Расстояние между корпусом и ходовой частью зависит от давления, имеющегося внутри сильфона 114. Для поддержания указанного расстояния между корпусом и ходовой частью постоянным при изменении веса корпуса в зависимости от веса пассажиров уравнивательный клапан 113, восприимчивый к расстоянию между соответствующей ходовой частью и корпусом, действует путем увеличения давления в сильфоне 114, когда указанное расстояние стремится к уменьшению в результате увеличения веса, и путем уменьшения давления в сильфоне 114 путем частичного разряжения сильфона в окружающую среду, когда указанное расстояние стремится к увеличению в результате уменьшения веса.

Тормозные подсистемы 106, 107, ... обычно содержат дополнительный резервуар 116, 117, ..., из которого обеспечена подача в систему 118, 119, ... управления торможением.

Система 118, 119 управления торможением, в свою очередь, содержит электронный блок 120, 121, ... и пневматическую панель 122, 123, ...

Датчики 124, 125 давления выполнены с возможностью отправки электрического сигнала 126, 127 на электронный блок 120, 121, который указывает мгновенное значение давления внутри дополнительного резервуара 116, 117. Один или более датчиков 115 давления выполнены с возможностью измерения давления внутри сильфона 114 и отправки электрического сигнала 315 на входы 128, 129, ... электронных блоков 120, 121.

В современных тормозных системах датчики 124, 125, ... давления обычно встроены внутри пневматической панели 122, 123, ...

Кроме того, самые последние системы 118, 119 управления торможением содержат высокоинтегрированные средства, как описано, например, в европейском патентном документе EP 3328698, где датчик 9а давления является эквивалентом датчиков 124, 125 давления, показанных на фиг. 1.

Гистерезисное реле 130 давления выполнено с возможностью измерения давления на выходе основного резервуара 104. Когда измеренное давление меньше нижнего значения гистерезиса, гистерезисное реле 130 давления обеспечивает подачу питания на удаленное реле 131 управления, с помощью которого обеспечена подача электричества на компрессор 101. Когда давление достигает верхнего значения гистерезиса и превышает его, гистерезисное реле 130 давления обесточивает удаленное реле 131 управления, что приводит к прекращению подачи на компрессор 101. Значения гистерезиса, используемые в железнодорожных установках, обычно включают значения от 200 до 300 кПа (от 2 до 3 Бар), причем максимальное значение давления обычно составляет от 900 до 1000 кПа (от 9 до 10 Бар).

Максимальное давление, достигаемое внутри дополнительных резервуаров 116, 117, 112, всегда соответствует максимальному давлению, достигаемому в основном резервуаре 104, т.е. верхнему значению гистерезиса гистерезисного реле 130 давления за вычетом перепадов давления, вызванных невозвратными клапанами 109, 110, 111. Тем не менее, такие перепады давления считаются незначительными для достижения цели данного изобретения.

Минимальное давление, достигаемое внутри дополнительных резервуаров 116, 117, 112, ..., обычно принимает значения, которые отличаются в различных дополнительных резервуарах 116, 117, 112, ... по

причине различных объемов потребления воздуха различными тормозными подсистемами 106, 107, ... и пневматическими подвесными системами 108. Обычно только в одном из дополнительных резервуаров 116, 117, 112, ... достигается минимальное давление, которое соответствует минимальному давлению в основном резервуаре 104, для активации гистерезисного реле 130 давления, обеспечивая тем самым подачу питания на удаленное реле 131 управления с последующим запуском компрессора 101.

В уровне техники техническое обслуживание компрессоров выполняют согласно циклам технического обслуживания, заданным на этапе проектирования на основе прогнозов использования, причем указанные циклы технического обслуживания остаются неизменными в течение всего срока службы компрессора.

На рынке растет потребность в возможности проведения технического обслуживания компрессоров на основе известных принципов, таких как СВМ (СВМ - condition based maintenance, обслуживание по техническому состоянию), т.е. на основе фактического функционального состояния компрессора, которое периодически проверяют в течение всего срока службы компрессора.

Измерение расхода является способом проверки состояния работоспособности компрессора. Время заполнения является показателем хорошего или плохого функционирования уплотнительных элементов компрессора. Время заполнения, превышающее номинальное значение, указывает на то, что эти элементы изношены, т.е. подвержены потерям во время фазы сжатия, и поэтому должны быть заменены, чтобы предотвратить потенциальное серьезное повреждение самого компрессора. В этом случае уплотнительные элементы должны быть незамедлительно заменены для предотвращения возможных серьезных повреждений самого компрессора.

Один из способов измерения расхода, который может быть применен для компрессора 101 во время его эксплуатации в железнодорожном транспортном средстве, заключается в измерении времени, требуемого компрессору для приведения давления из первого начального значения во второе конечное значение. Измерение проводят с использованием контрольного значения, которое является постоянным во времени, например, объема, обеспечиваемого всей пневматической системой, которая содержит основной резервуар 104, трубопровод 105 и дополнительные резервуары 116, 117, 112. Если указанные значения начального и конечного давления не повторяются от одного измерения к другому, правильным способом является измерение отношения, в числителе которого стоит разность между конечным и начальным давлением, а в знаменателе - разность между моментом, в который было измерено конечное давление, и моментом, в который было измерено начальное давление. Это отношение известно как расход потока и прямо пропорционально расходу компрессора. Расход потока меньше номинального значения указывает на то, что элементы компрессора изношены и, таким образом, подвержены потерям во время фазы сжатия и поэтому должны быть заменены.

Другим основополагающим параметром, который свидетельствует об оставшемся сроке службы компрессора, является суммарное время, затраченное компрессором на подачу сжатого воздуха в пневматическую систему, которое может быть вычислено как суммарное время, в течение которого происходит запуск компрессора. Суммарное время, анализируемое одновременно с превышением порогового предельного значения для времени заполнения, может показать, был ли прогноз цикла технического обслуживания завышенным, корректным или заниженным. Таким образом, полученная информация может помочь откорректировать цикл технического обслуживания, исправляя его в соответствии с фактическим использованием и, таким образом, оптимизируя известные "расходы за срок службы", т.е. расходы за общий срок службы компрессора, наилучшим образом.

Наконец, параметр "рабочий цикл", т.е. отношение между суммарным временем, затрачиваемым компрессором на подачу сжатого воздуха в пневматическую систему, и суммарным временем работы поезда, является важным параметром для оценки использования компрессора. Под суммарным временем работы поезда понимают общее время, в течение которого поезд находится в рабочем состоянии. Это значение обычно предоставляется клиентом, т.е. производителем железнодорожного поезда, поставщику железнодорожной системы для вычисления цикла технического обслуживания и для согласования условий гарантии. Точное измерение "рабочего цикла" обеспечивает точную оценку данных, изначально предоставленных производителем поставщику тормозной системы, что обеспечивает их правильную оценку на случай жалоб со стороны клиента в течение гарантийного срока.

В уровне техники состояние гистерезисного реле 130 давления, т.е. удаленного реле 131 управления, неизвестно электронным блокам 120, 121, ..., так как данная информация не считается функциональной для работы тормозных подсистем 106, 107. Таким образом, электронные блоки 120, 121 лишены прямой информации о состоянии при запуске или выключении компрессора 101.

Краткое описание чертежей

Далее описаны функциональные и конструктивные признаки нескольких предпочтительных вариантов выполнения электронной системы для управления аварийным и рабочим торможением согласно данному изобретению. Ссылка сделана на прилагаемые чертежи, на которых

фиг. 1 изображает целиком тормозную систему железнодорожного поезда;

фиг. 2 - первый пример цикла наполнения и опорожнения тормозной системы;

фиг. 3 - второй пример цикла наполнения и опорожнения тормозной системы; и

фиг. 4 - третий пример цикла наполнения и опорожнения тормозной системы.

Подробное описание

Перед подробным описанием ряда вариантов выполнения изобретения следует отметить, что данное изобретение не ограничено в своем применении элементами конструкции и конфигурацией компонентов, представленными в следующем описании или проиллюстрированными на чертежах. Изобретение может включать другие варианты выполнения и может быть выполнено или практически реализовано другими путями. Следует понимать, что фразеология и терминология использованы для описания и не являются ограничительными. Слова "включать" и "содержать" и их варианты употребления охватывают указанные элементы и их эквиваленты, а также дополнительные элементы и их эквиваленты.

Сначала обратимся к фиг. 2, на которой показан пример изменения давления $P(t)$, измеряемого, например, датчиками 124, 125 давления, если дополнительные резервуары 116, 117, ..., 112 одновременно в фазе нагнетания достигли значения P_{op} давления, которое соответствует нижнему значению гистерезиса для переключения гистерезисного реле 130 давления. В данном случае компрессор 101 одновременно заполняет основной резервуар 104 и дополнительные резервуары 116, 117, ..., 112 по основному трубопроводу 105.

Компрессор 101, как правило, может быть объемным и может иметь расход, прямо пропорциональный скорости вращения.

В железнодорожной сфере компрессор почти всегда приводят в движение с помощью асинхронного двигателя, питаемого на фиксированной частоте, обычно 50 или 60 Гц, и в этом случае, пренебрегая проскальзыванием скорости, характерным для асинхронных двигателей, возможно предположение о постоянном расходе. В этом случае ожидают, что давление будет иметь почти постоянный наклонный градиент.

Наблюдая за давлением $P(t)$, можно определить момент T_1 запуска как момент, в который наклон давления $P(t)$ проходит от отрицательного значения к положительному значению. Эквивалентным образом с помощью электронного блока обеспечено квантование сигнала давления $P(t)$ в период T выборки и вычисление дискретной производной

$$\frac{P(nT+1)-P(nT)}{T},$$

определяя, таким образом, момент T_1 запуска как момент, в которой указанная дискретная производная переходит от отрицательного к положительному значению.

Кроме того, наблюдая за давлением $P(t)$, можно определить момент T_2 отключения как момент, в который наклон давления $P(t)$ переходит от положительного значения к нулевому или отрицательному значению. Эквивалентным образом с помощью электронного блока 120, 121 обеспечено квантование сигнала давления $P(t)$ в период T выборки и вычисление дискретной производной как

$$\frac{P(nT+1)-P(nT)}{T},$$

определяя, таким образом, момент T_2 отключения как момент, в который указанная дискретная производная переходит от отрицательного к положительному значению.

Для предотвращения возникновения нежелательных локальных изменений знака из-за помех в электрическом сигнале возможно применение технологий цифровой фильтрации для удаления помех, которые известны специалистам в области цифровой обработки, например, но без ограничения этим, алгоритмов простого скользящего среднего фильтра FIR (finite impulse filter - фильтр с конечной импульсной характеристикой).

В свете вышеизложенного далее описан способ мониторинга компрессора для железнодорожной тормозной системы согласно данному изобретению.

Железнодорожная тормозная система содержит модуль AGTU 100 выработки и обработки воздуха, который содержит компрессор 101 и основной резервуар 104, установленный с возможностью подачи в основной трубопровод 105, выполненный с возможностью подачи сжатого воздуха по меньшей мере к одной тормозной подсистеме 106, которая содержит дополнительный резервуар 116, установленный с возможностью подачи в систему 118 управления торможением.

Способ мониторинга компрессора для железнодорожной тормозной системы включает этап мониторинга изменения по меньшей мере одного значения $P(t)$ давления ниже по потоку от основного резервуара 104 или измеренного на выходе дополнительного резервуара 116.

Значение $P(t)$ давления может быть измерено с помощью датчика 132 давления, расположенного ниже по потоку от основного резервуара 104, или измерено с помощью датчика 124 давления, расположенного на выходе дополнительного резервуара 116.

Кроме того, способ мониторинга компрессора включает этап получения данных об использовании и/или состоянии работоспособности компрессора 101 исключительно на основании изменений во времени измеряемого значения $P(t)$ давления.

Во время фазы торможения тормозные системы 118, 119, ... могут иметь разные значения потребления воздуха. Это часто происходит на практике, например, в результате разного веса на разных ходовых

частях, что требует разных значений давления при торможении, что приводит к разному опорожнению дополнительных резервуаров 116, 117, В то же время, подвесные системы потребляют воздух в разное время по сравнению с тормозными системами. В частности, подвески потребляют воздух при изменении веса, приходящегося на ходовую часть, обычно на станциях, где пассажиры входят и выходят.

Различные дополнительные резервуары 116, 117, ..., 112 не могут компенсировать друг друга вследствие работы невозвратных клапанов 109, 110, ..., 111.

В этом случае только один из резервуаров 116, 117, ..., 112 достигает значения P_{on} давления для перезапуска компрессора.

На фиг. 3 показана описанная выше фаза заполнения. Допускают в качестве примера, что три дополнительных резервуара 116, 117, 112 достигли значений P_{on} , P_1 , P_2 давления, соответственно, в момент T_1 запуска, и предполагают, что в компрессоре 101 имеется постоянный поток, и в этом случае между моментом T_1 запуска и моментом T_3 будет первая фаза, при которой заполнены только основной резервуар 104 и дополнительный резервуар 116. Когда значение P_1 достигается в момент T_3 , к заполняемому объему добавляется дополнительный резервуар 117. Данное событие вызывает увеличение общего объема, что приводит к уменьшению наклона ломаной кривой $P(t)$. Кроме того, если давление P_2 достигается в момент T_4 , к заполняемому объему добавляется резервуар 112, тем самым, также увеличивая общий объем и также уменьшая наклон ломаной кривой $P(t)$. Очевидно, что наклон, который нужно учитывать для расчета времени заполнения всей установки, должен быть наклоном, который принадлежит участку кривой, заключенному между моментом T_4 и моментом T_2 отключения, т.е. промежутку времени после последнего изменения наклона.

Способ мониторинга компрессора предпочтительно может также включать этап выявления совпадения момента T_2 отключения компрессора 101 с моментом, в который производная давления $P(t)$ изменилась с положительного значения на номинально нулевое или отрицательное значение. Момент T_2 отключения может быть определен электронным блоком 120 управления системы 118 управления торможением.

Способ предпочтительно может также включать этап выявления совпадения момента T_1 запуска компрессора 101 с моментом, в который производная давления $P(t)$ изменилась с отрицательного или номинально нулевого значения на положительное значение.

Момент T_1 запуска может быть определен электронным блоком 120 управления системы 118 управления торможением.

В качестве варианта при наличии дополнительных тормозных систем 119, ... способ может включать этап выявления совпадения момента (T_1) запуска компрессора 101 с меньшим из моментов T_1 , T_3 , T_4 , соответствующих моментам времени, в которые были обнаружены соответствующие значения P_3 , P_2 , P_1 давления $P(t)$, при которых обнаружено изменение производной давления $P(t)$ с отрицательного или номинально нулевого значения на положительное значение. Давления P_1 , P_2 , P_3 , ... измеряют ниже по потоку от дополнительных резервуаров 116, 117,

Один или более из указанных моментов T_1 , T_3 , T_4 могут быть обнаружены с помощью электронных блоков 120, 121, Электронные блоки 120, 121 могут быть соединены между собой с помощью средства 133 связи и выполнены с возможностью передачи друг другу соответствующих обнаруженных моментов T_1 , T_3 , T_4 ,

Последующие относительные давления P_2 , P_3 , ... могут быть измерены соответствующими последующими датчиками 125, ... давления.

Последующие моменты T_1 , T_3 , T_4 запуска могут быть определены другими электронными блоками 121, ... управления последующих систем 119, ... управления торможением и могут быть переданы от электронного блока 120 управления и от последующих электронных блоков 121, ... управления с помощью средства 133 связи.

Способ предпочтительно может также включать этап вычисления коэффициента заполнения с помощью соотношения, в котором числитель - это разность между значением P_{off} давления при отключении давления $P(t)$ в момент T_2 отключения и первым значением P_1 давления $P(t)$ в момент T_4 отрицательного изменения, совпадающий с моментом, в который происходит последнее отрицательное изменение производной давления $P(t)$, а знаменатель - это разность между моментом T_2 отключения и моментом T_4 отрицательного изменения.

Электронный блок 120, 121, ... выполнен с возможностью определения значения P_{off} , вычисляемого как значение $P(t)$, при котором знак дискретной производной

$$\frac{P(nT+1) - P(nT)}{T}$$

переходит от положительного к нулю или отрицательному, и с возможностью сравнения данного значения с номинальным значением реле 130 давления, причем это номинальное значение заранее загружено в энергонезависимую память указанного блока, для оценки состояния работоспособности указанного реле 130 давления.

Путем сравнения отношения "скорости заполнения"

$$\frac{P_{off}-P_{on}}{T_2-T_1}$$

с допустимым диапазоном, заранее загруженным в энергонезависимую память электронного блока 120, 121, ..., с помощью электронного блока 120, 121, ... обеспечена возможность определения состояния работоспособности компрессора, с возможной активацией сигнала запроса на обслуживание, если указанное отношение ниже номинального порогового значения.

Кроме того, способ может также включать этап выдачи информации об аномалии, когда коэффициент заполнения меньше заданного порогового значения. Информация об аномалии может быть выдана по меньшей мере одним или каждым из электронных блоков 120, 121 управления.

Поскольку значение P_{on} известно для всех электронных блоков, по меньшей мере, как расчетные данные, а P_{off} как значение давления, измеренное в реальном времени, номинальное отношение "скорости заполнения" системы может быть вычислено каждым электронным блоком как

$$\frac{T_4-T_2}{P_{off}-P_2}$$

В другом аспекте способ может также включать этап циклического вычисления интервала запуска с помощью электронных блоков 120, 121 управления как разности между моментом T_2 отключения и моментом T_1 запуска или T_m .

Электронный блок 120, 121, ... выполнен с возможностью сложения последовательных значений (T_2-T_1) , таким образом, суммируя фактическое время использования компрессора.

Электронный блок 120, 121, ... выполнен с возможностью подсчета общего времени, в течение которого тормозная система включена, т.е. в активном состоянии. Таким образом, путем деления фактического времени использования компрессора на общее время, в течение которого тормозная система включена, с помощью электронного блока 120, 121, ... обеспечено постоянное вычисление "рабочего цикла" компрессора и запись данного цикла в энергонезависимую память электронного блока 120, 121, ... для дальнейшего предоставления данного рабочего цикла обслуживающему персоналу производителя железнодорожного поезда для потенциальной оценки правильности использования.

Таким образом, способ может также включать этапы вычисления общего времени работы компрессора 101 в виде суммы интервалов запуска, вычисленных в течение срока службы компрессора 101, и записи общего времени работы.

Общее время работы компрессора 101 может быть вычислено с помощью электронных блоков 120, 121, ... управления.

На фиг. 4 показан еще один повторяющийся случай, когда во время фазы заполнения происходит событие, приводящее к потреблению воздуха, например торможение или изменение веса транспортного средства, требующее заполнения сильфонов подвесок. Это потенциальное событие приводит к уменьшению уклона в течение всей длительности данного события, как показано на фиг. 4 между отметками ТА и ТВ. В этом случае в электронном блоке используется только измерение T_2-T_1 для вычисления суммарного времени использования и рабочего цикла, не учитывая расчетное время заполнения, которое могло быть искажено событием, произошедшим между отметками ТА и ТВ.

Если имеется еще один датчик 132 давления для прямого измерения давления в основном трубопроводе 105, и соответствующий сигнал доступен по меньшей мере одному из электронных блоков 120, 121, ..., с помощью указанного по меньшей мере одного электронного блока обеспечен вывод информации о времени заполнения, суммарном времени и рабочем цикле, используя те же критерии, что описаны выше, но без необходимости определения времени T_m между большим количеством значений T_1 , T_2 , ...

Если для связи между блоками 120, 121, ... управления обеспечено средство 133 связи, между этими блоками 120, 121, ... управления обеспечена передача точных значений P_{on} , P_1 , P_2 , ..., P_{off} , а также в дальнейшем рассчитанного отношения "скорости заполнения" для взаимного сравнения и проверки.

Также возможна передача по меньшей мере одного значения из значений коэффициента заполнения или общего времени работы, или рабочего цикла от центрального блока 134, или в качестве варианта или дополнения передача по меньшей мере одного значения из значений коэффициента заполнения, или общего времени работы, или рабочего цикла с борта поезда на землю с помощью беспроводного средства.

Кроме того, способ может также включать этап выдачи информационного сигнала, когда по меньшей мере одно из времени запуска или времени отключения T_1 , T_2 превышает соответствующий пороговый предел. Способ также может включать этап выдачи по меньшей мере одного из значения P_{off} давления отключения давления $P(t)$ и значения P_{on} давления запуска давления $P(t)$, выходящего из соответствующих диапазонов допусков, и/или когда по меньшей мере одно время заполнения превышает заданное предельное значение.

Информационный сигнал может направляться по меньшей мере одним или каждым из электронных блоков 120, 121, ... управления.

Очевидно, что данный способ, основанный на наблюдении за профилем $P(t)$, обеспечивает преимущество, состоящее в большей точности и надежности по сравнению с измерением номинального времени заполнения, выполняемым путем простого измерения времени, в течение которого реле 130 давления

или удаленное реле 131 управления остаются активированными, поскольку в данном случае невозможно учесть растущее увеличение заполняемого объема.

Выше описаны различные аспекты и варианты осуществления способа мониторинга использования и состояния работоспособности компрессора железнодорожной тормозной системы согласно данному изобретению. Следует понимать, что каждый вариант выполнения может быть объединен с любым другим вариантом выполнения. Кроме того, данное изобретение не ограничено описанными вариантами выполнения и может быть изменено в пределах объема, определенного прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ мониторинга компрессора железнодорожной тормозной системы, которая содержит модуль AGTU (100) выработки и обработки воздуха, содержащий компрессор (101) и основной резервуар (104), установленный с возможностью подачи воздуха в основной трубопровод (105), выполненный с возможностью передачи сжатого воздуха по меньшей мере к одной тормозной подсистеме (106), которая содержит дополнительный резервуар (116), установленный с возможностью подачи в систему (118) управления торможением,

отличающийся тем, что он включает этапы, на которых

осуществляют мониторинг изменения по меньшей мере одного значения ($P(t)$) давления, измеряемого ниже по потоку от основного резервуара (104) или измеряемого на выходе дополнительного резервуара (116), и

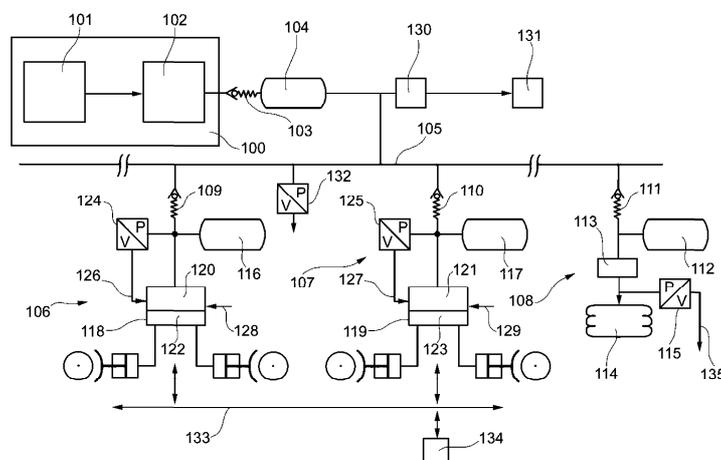
получают данные об использовании и/или состоянии работоспособности компрессора (101) исключительно на основании изменения во времени измеряемого значения ($P(t)$) давления.

2. Способ по п.1, в котором дополнительно выявляют совпадение момента (T_2) отключения компрессора (101) с моментом, в который обнаружено изменение производной давления ($P(t)$) с положительного значения на номинально нулевое или отрицательное значение.

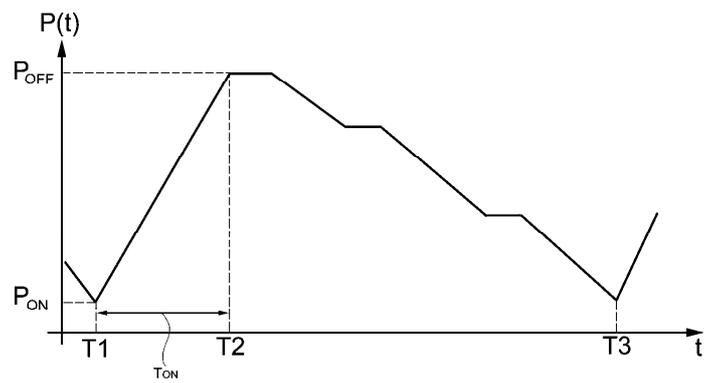
3. Способ по п.1 или 2, в котором дополнительно выявляют совпадение момента (T_1) запуска компрессора (101) с моментом, в который обнаружено изменение производной давления ($P(t)$) с отрицательного или номинально нулевого значения на положительное значение.

4. Способ по п.1 или 2, в котором дополнительно выявляют совпадение момента (T_1) запуска компрессора (101) с меньшим из моментов (T_1, T_3, T_4), соответствующих моментам времени, в которые обнаружены соответствующие значения (P_1, P_2, P_3, \dots) давления ($P(t)$), при которых обнаружено изменение производной давления ($P(t)$) с отрицательного или номинально нулевого значения на положительное значение, причем указанные давления (P_1, P_2, P_3, \dots) измеряют ниже по потоку от дополнительных резервуаров (116, 117, ...).

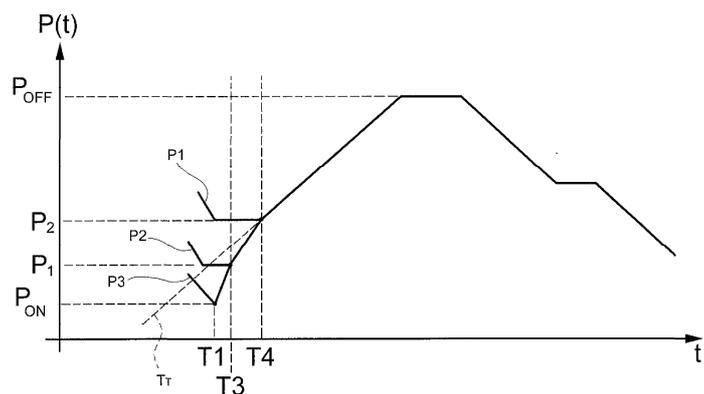
5. Способ по любому из пп.2-4, в котором дополнительно вычисляют коэффициент заполнения с помощью отношения, в котором числитель представляет собой разность между значением (P_{off}) давления отключения давления ($P(t)$) в момент (T_2) отключения и первым значением (P_1) давления ($P(t)$) в момент отрицательного изменения (T_4), совпадающий с моментом, в который происходит последнее отрицательное изменение производной давления ($P(t)$), а знаменатель представляет собой разность между моментом (T_2) отключения и моментом отрицательного изменения (T_4), в который происходит последнее отрицательное изменение производной давления ($P(t)$).



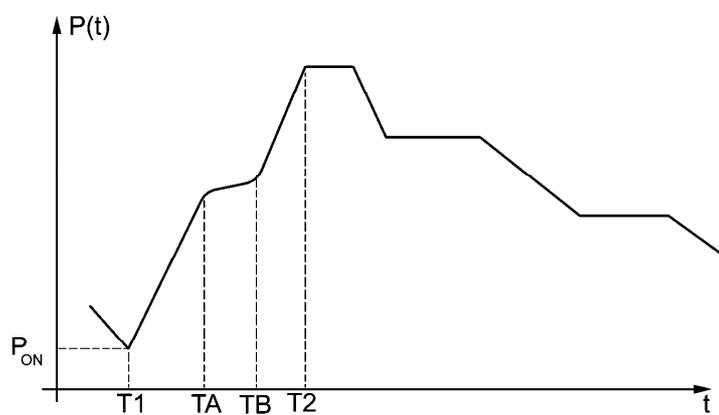
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

