

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035918**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.08.31

(21) Номер заявки
201800455

(22) Дата подачи заявки
2018.07.11

(51) Int. Cl. **B60T 13/68** (2006.01)
B60T 8/40 (2006.01)
B60T 15/36 (2006.01)
F15B 13/044 (2006.01)
G05D 16/20 (2006.01)
B60T 7/04 (2006.01)

(54) ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА АВТОМОБИЛЯ И СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМОЙ

(43) **2020.01.31**

(96) **2018/EA/0058 (BY) 2018.07.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"СТРИМ" (BY)**

(56) EA-B1-011981
BY-C1-7741
US-A1-20170144644
RU-C1-2459989

(72) Изобретатель:
**Кусков Константин Николаевич,
Кузнецов Сергей Владимирович,
Якубов Евгений Николаевич,
Ефремов Алексей Юрьевич, Радкевич
Сергей Анатольевич (BY)**

(74) Представитель:
Самцов В.П. (BY)

(57) Изобретение относится к гидравлическим тормозным системам карьерных самосвалов и различных автомобилей других типов. Технический результат: реализации функций торможения автомобилем - АБС, СКТ, круиз-контроля с АПСС и других с использованием программно-аппаратных средств электронного контроллера управления торможением. Тормозная система содержит отдельный электрогидравлический привод 10 дополнительной тормозной системы 9 с электрогидравлическими тормозными клапанами 13 и отдельную электронную педаль 12. Дополнительная тормозная система 9 снабжена электронным контроллером управления торможением 15 для вычисления тормозных усилий индивидуально для каждого колеса 5. Отдельная электронная педаль 12 дополнительной тормозной системы 9 снабжена датчиком 18 угла нажатия, который функционально связан с электронным контроллером управления торможением 15. Дополнительная тормозная система 9 реализует функции управления программно-аппаратными средствами электронного контроллера управления торможением 15. Способ управления торможением включает в начальной фазе режим торможения с малой степенью угла нажатия отдельной электронной педали 12 дополнительной тормозной системы 9. Режим торможения с большим углом нажатия отдельной электронной педали 12 и в режиме автоматического торможения в начальной фазе процесса с включением электрогидравлических тормозных клапанов 13 реализуют в зависимости от заданной интенсивности торможения.

035918 B1

035918 B1

Изобретение относится к гидравлическим тормозным системам автомобиля, а именно к тормозным системам карьерного самосвала и различных автомобилей других типов.

Гидравлические системы нашли широкое применение в тормозных системах автомобиля из-за высокой энергоемкости процесса торможения и необходимости обеспечения быстродействия. Обычно гидравлический тормозной привод применяют в сочетании с электронными системами управления (ЭСУ). Применение электронных систем в гидравлических тормозных системах позволяет предохранить колеса от блокировки при торможении, помогает при начале движения автомобиля с места и его разгоне на скользкой дороге, стабилизирует автомобиль при прохождении поворотов и препятствует заносу.

Известна тормозная система транспортного средства с электрической трансмиссией [1]. Система включает пневматические источники питания заднего и переднего тормозных контуров, ускорительный клапан, тормозные камеры задних и передних колес, электронный блок управления тяговым электродвигателем, связанный с датчиком положения тормозной педали. Тормозной кран системы входом первой секции соединен с пневматическим источником питания заднего тормозного контура, соединенного с силовым входом ускорительного клапана, а выходом первой секции - с управляющим входом ускорительного клапана. Вход второй секции тормозного крана соединен с выходом пневматического источника питания переднего тормозного контура. Система содержит модуляторы давления задних и передних колес, датчики тормозного момента задних и передних колес и блок управления антиблокировочной системы. Выход ускорительного клапана последовательно соединен с модуляторами давления задних колес и с тормозными камерами задних колес. Выход второй секции тормозного крана последовательно соединен с модуляторами давления передних колес и с тормозными камерами передних колес. Блок управления антиблокировочной системы входами соединен с выходами датчиков тормозного момента задних и передних колес, а выходами - с входами модуляторов давления задних и передних колес и входом электронного блока управления соответственно.

Известна также электронная тормозная система с гидравлическим устройством подачи давления [2]. Система содержит резервуар, хранящий масло, главный цилиндр, двигатель, сконфигурированный для управления электрическим сигналом от датчика перемещения педали при работе педали тормоза, шестеренный насос, выполненный с возможностью выпуска и впуска масла в зависимости от поворота вала двигателя и блок передачи энергии, сконфигурированный для подачи вращательного усилия двигателя на шестеренчатый насос. Гидравлический блок управления имеет первый и второй гидравлические контуры для управления потоками гидравлического давления, подаваемыми в колесные цилиндры, предусмотренные на колесах. Электронный блок управления сконфигурирован для управления двигателем и клапанами на основе информации гидравлического давления и информации о перемещении педали.

Известна тормозная система карьерного самосвала 777F корпорации "CaterpillarInc." [3]. В самосвале 777F используются две отдельные тормозные системы: первая из них - система рабочего тормоза и замедлителя, а вторая - система вторичного (запасного) и парковочного тормоза. При этом реализованы функции рабочего торможения, стояночного тормоза, запасного торможения, системы контроля тяги (СКТ, она же противобуксовочная система) и автоматического поддержания скорости на спуске (АПСС). Парковочные (вторичные) тормозные механизмы используются для реализации функции удержания самосвала на стоянке (парковке), а также в системе СКТ и для осуществления вторичного (запасного) торможения. Эти механизмы включаются пружинами, а выключаются гидравлически (давлением жидкости). Рабочие тормозные механизмы используются для рабочего торможения и реализации функции АПСС (в качестве замедлителя). Эти механизмы гидравлически включаются, а выключаются пружинами. Передние колеса имеют только рабочие тормозные механизмы, а задние колеса имеют и рабочие, и парковочные тормозные механизмы. Для управления рабочими тормозными механизмами применяется электрогидравлическая педаль рабочего тормоза (совмещает в себе функцию одноконтурного тормозного крана и имеет встроенный датчик угла нажатия). Для управления функцией АПСС применяется отдельный орган управления - рычаг замедлителя. Для управления функцией вторичного (запасного) торможения применяется отдельная электронная педаль. А для управления функцией удержания самосвала при парковке используется специальное положение рычага селектора трансмиссии. Задние рабочие тормозные механизмы могут включаться напрямую от одноконтурного тормозного крана (в режиме рабочего торможения), а также от отдельного электрогидравлического пропорционального клапана управления замедлением (при выполнении функции АПСС). Причем соединение гидравлических каналов после тормозного крана и электроуправляемого клапана управления замедлением осуществляется через гидроклапан "ИЛИ". Передние рабочие тормозные механизмы включаются отдельным электрогидравлическим пропорциональным клапаном (и в режиме рабочего торможения, и в режиме замедлителя). Задние парковочные (вторичные) тормозные механизмы включаются пружинами, а выключаются при помощи электрогидравлических клапанов парковки и клапанов СКТ, расположенных последовательно. Для обработки сигналов органов управления и управления работой вышеназванных электрогидравлических клапанов используется электронный блок управления (ЭБУ) тормозной системы (общий блок для обеих тормозных систем). Обе тормозные системы питаются от одного гидронасоса. Для разгрузки насоса и хранения запаса жидкости под давлением (на случай отключения насоса) имеются гидропневмоаккумуляторы - два в системе рабочего тормоза и замедлителя и один в системе вторичного и парковочного

тормоза. К общим недостаткам известных тормозных систем можно отнести узконаправленное предназначение отдельных электроуправляемых клапанов, что усложняет схему и способ соединения элементов для реализации всех возможных функций - антиблокировочной (АБС), СКТ, АПСС, и запасного торможения, либо отсутствие отдельных важных функций (например, АБС), а также наличие только одного фильтра тонкой очистки рабочей жидкости, расположенного на выходе насоса, что при разрушении (из-за усталостных повреждений и трения элементов при работе) любого элемента системы, расположенного после фильтра, приведет к загрязнению и потере работоспособности остальных элементов и в первую очередь электрогидравлических клапанов как наиболее сильно страдающих от загрязнений устройств.

Наиболее близка к предлагаемому изобретению тормозная система карьерного самосвала БелАЗ-7555В, выбранная в качестве прототипа [4]. Тормозная система состоит из трех отдельных тормозных систем: рабочей тормозной системы, вспомогательной тормозной системы (управления замедлением) и стояночной тормозной системы. Для реализации функции запасного торможения используется стояночная система и исправный контур рабочей тормозной системы.

Рабочая тормозная система имеет гидравлический привод тормозных механизмов, выполнена двухконтурной и включает четыре тормозных механизма дискового типа, элементы гидропривода, орган управления - рабочую тормозную педаль, а также датчики и приборы контроля за работой системы. Система действует на все колеса и разделена на контур передних и контур задних тормозов. Система выполнена с возможностью регулировки тормозной силы колес, посредством тормозного крана, управляемого рабочей тормозной педалью. Разделение гидропривода на два независимых контура осуществляется блоком обратных клапанов, отдельными секциями тормозного крана и отдельным пневмогидроаккумулятором для каждого контура. В каждом контуре подсоединены датчики давления рабочей жидкости в пневмогидроаккумуляторе и выключатель сигнала торможения. Тормозные механизмы передних колес однодисковые, сухого трения с гидравлическим приводом. Тормозные механизмы задних колес многодисковые, маслоохлаждаемые с гидравлическим приводом.

Вспомогательная тормозная система воздействует на тормозные механизмы заднего моста. Она имеет отдельный гидропривод, соединенный с задним контуром рабочей тормозной системы через гидроклапан "ИЛИ". У вспомогательной системы имеется отдельный орган управления - тормозная педаль замедлителя. Она воздействует на отдельный одноконтурный тормозной кран.

Стояночная тормозная система реализует две независимых функции: функция "стояночный тормоз" - удержание самосвала на стоянке вне зависимости от того заведен двигатель или нет, и функция "погрузочный тормоз" - удержание самосвала на месте под погрузкой при заведенном двигателе и нахождении водителя в кабине. Соответственно, она имеет два органа управления: отдельный рычаг включения стояночного тормоза и специальную позицию рычага селектора передач - "погрузочный тормоз". Для функции "стояночный тормоз" применяется тормозной механизм дискового типа, действующий на вал главной передачи (блокирует передачу со стороны карданного вала). Механизм имеет пружинное включение и гидравлическое выключение. Для реализации функции "погрузочный тормоз" используется отдельный гидравлический привод, воздействующий на рабочие тормозные механизмы заднего моста. Для управления этим приводом применяется отдельный электрогидрораспределитель. Соединение этого привода с задним контуром рабочей тормозной системы осуществляется через гидроклапан "ИЛИ". Имеется отдельный пневмогидроаккумулятор стояночной тормозной системы (от него же берется питание и на вспомогательную тормозную систему).

Гидроприводы всех вышеназванных тормозных систем прототипа запитываются от единого гидронасоса и имеют единый фильтр рабочей жидкости, расположенный сразу на выходе насоса.

Недостатком прототипа является отсутствие функций АБС, СКТ, АПСС, поддержания курсовой устойчивости (ПКУ), ассистента при трогании на подъем а, следовательно, ухудшается возможность по управлению самосвалом и устойчивость движения при движении и торможении на скользких поверхностях, ухудшается способность реализовать максимальные тяговые свойства при движении на скользких поверхностях и повышается сложность управления при необходимости поддерживать заданную скорость на спуске и при трогании вверх на уклоне.

Известен способ управления тормозной системой карьерного самосвала БелАЗ-7555В, выбранной в качестве прототипа [4]. Он заключается в том, что при необходимости снижения скорости самосвала водитель нажимает или рабочую тормозную педаль или тормозную педаль замедлителя. При этом давление в тормозных механизмах, а соответственно и интенсивность торможения, определяется степенью нажатия и усилием на соответствующей педали. Желая обеспечить комфортное торможение с малым замедлением, водитель должен нажимать педаль на малый угол с небольшим усилием, а желая обеспечить высокую интенсивность торможения, водитель должен нажимать педаль на больший угол с большим усилием.

Недостатком названного способа является значительное запаздывание в отклике тормозной системы на малое нажатие рабочей тормозной педали, либо тормозной педали замедлителя из-за того, что заполнение исполнительных цилиндров (бустеров) тормозных механизмов при малом нажатии педали происходит при пониженном давлении. В результате, при необходимости получения торможения с малым тормозным усилием на колесах водитель нажимает любую из названных педалей на малый угол, при этом время заполнения бустеров тормозных механизмов (выбора зазоров) существенно возрастает,

для ускорения процесса водитель нажимает педаль сильнее и, после заполнения бустеров тормозных механизмов, получает более резкое торможение, чем он желал в изначальном.

Задачей изобретения является устранение указанных недостатков тормозной системы прототипа.

Техническим результатом изобретения является реализации функций торможения автомобилем, таких как АБС, СКТ, круиз-контроля с АПСС и других с использованием программно-аппаратных средств электронного контроллера управления торможением при одновременном при сохранении большинства элементов исходной рабочей тормозной системы.

Техническим результатом также является минимизация числа электрогидравлических тормозных клапанов, дополнительных гидравлических трубопроводов в тормозной системе автомобиля и повышение тем самым ее надежности и безопасности.

Технический результат достигается тем, что в тормозной системе автомобиля, включающей рабочую тормозную систему, снабженную гидравлическим приводом с группой элементов гидропривода для тормозных механизмов колес, выполненную с возможностью регулировки давления в исполнительных цилиндрах тормозных механизмов, посредством тормозного крана, управляемого тормозной педалью, и параллельно рабочей тормозной системе дополнительную тормозную систему с отдельным приводом, связанным с исполнительными цилиндрами тормозных механизмов колес рабочей тормозной системы посредством гидроклапанов "ИЛИ", и выполненную с возможностью регулировки давления в исполнительных цилиндрах тормозных механизмов посредством отдельной педали, согласно изобретению, отдельный привод дополнительной тормозной системы выполнен электрогидравлическим с электрогидравлическими тормозными клапанами, выполненными с возможностью регулирования давления в выходных каналах, а дополнительная тормозная система снабжена электронным контроллером управления торможением, выполненным с возможностью вычисления тормозных усилий индивидуально для каждого колеса путем обработки информации от функционально связанных с ним системы датчиков и группой контроллеров автомобиля, и с возможностью выдачи управляющих команд для воздействия на электрогидравлические тормозные клапаны, а отдельная педаль дополнительной тормозной системы представляет собой электронную педаль с датчиком угла нажатия, который функционально связан с электронным контроллером управления торможением, при этом дополнительная тормозная система выполнена с возможностью исполнения функций, реализуемых программно-аппаратными средствами электронного контроллера управления торможением.

Электрогидравлические тормозные клапаны выполнены в виде электрогидравлических пропорциональных редуцирующих клапанов, обеспечивающих изменение давления в выходных каналах пропорционально изменению тока на обмотке электромагнита такого клапана, при этом число исполнительных цилиндров тормозных механизмов колес, управляемых одним клапаном больше, либо равно единице, а число упомянутых клапанов меньше, либо равно общему числу колес автомобиля.

Группа контроллеров автомобиля, функционально связанная с электронным контроллером управления торможением, включают контроллер управления трансмиссией, контроллер управления двигателем, контроллер рулевого управления, контроллер подвески, контроллер бортовой системы диагностики, или заданное их сочетание.

Система датчиков, функционально связанных с электронным контроллером управления торможением, включает датчики, определяющие скорости колес, направления движения и ускорения автомобиля в различных плоскостях, датчики, определяющие воздействия на органы управления автомобилем, а также датчики, определяющие состояние тормозной системы автомобиля или заданное их сочетание.

Программно-аппаратные средства электронного контроллера управления торможением выполнены с возможностью обеспечения функций антиблокировочной тормозной системы, системы контроля тяги, круиз контроля с автоматическим поддержанием скорости на спуске, системы поддержания курсовой устойчивости автомобиля, ассистента трогания на подъеме, вспомогательной тормозной системы, удержания автомобиля на месте, автоматического торможения при изменении передачи трансмиссии на реверсную, а также заданного сочетания указанных функций.

Отдельная электронная педаль дополнительной тормозной системы характеризуется линейной характеристикой возрастания усилия по мере увеличения степени угла нажатия отдельной электронной педали.

Отдельная электронная педаль дополнительной тормозной системы содержит выделенные зоны изменения угла нажатия, в которых усилие по мере нажатия отдельной электронной педали возрастает линейно, а при перемещении из одной зоны в другую усилие ступенчато возрастает.

Отдельный привод дополнительной тормозной системы содержит дополнительные гидравлические фильтры тонкой очистки в каналах подвода давления к электрогидравлическим тормозным клапанам количеством равным или меньшим, чем число электрогидравлических тормозных клапанов.

Число исполнительных цилиндров тормозных механизмов колес, управляемых посредством тормозного крана, меньше либо равно общему числу колес автомобиля, при этом гидропривод рабочей тормозной системы тормозных механизмов колес выполнен одноконтурным, либо многоконтурным, с числом контуров равным или меньшим, чем количество мостов автомобиля.

Элементы гидропривода выполнены с возможностью подачи рабочей жидкости под давлением к

тормозному крану и электрогидравлическим тормозным клапанам и включают питающие гидронасосы и пневмогидроаккумуляторы, а также фильтры, радиаторы, соединительные каналы, обратные клапаны и гидравлические распределители в заданном сочетании.

Отдельный электрогидравлический привод дополнительной тормозной системы содержит дополнительные электрогидравлические распределители, управляемые посредством электронного контроллера управления торможением, выполненные с возможностью гидравлического отключения от источника давления электрогидравлических тормозных клапанов.

Гидроклапаны ИЛИС и электрогидравлические тормозные клапаны выполнены в едином корпусе с возможностью соединения исполнительного цилиндра тормозного механизма колеса с выходом гидроклапана "ИЛИ", при этом один из входов гидроклапана "ИЛИ" соединен с выходным каналом электрогидравлического тормозного клапана, а второй вход гидроклапана "ИЛИ" соединен с каналом, подводящим рабочую жидкость от тормозного крана, управляемого тормозной педалью.

В едином корпусе с одним электрогидравлическим тормозным клапаном расположен один клапан "ИЛИ".

В едином корпусе с двумя электрогидравлическими тормозными клапанами расположены два клапана "ИЛИ".

В едином корпусе с электрогидравлическими тормозными клапанами количеством равным числу колес автомобиля расположены такое же количество клапанов "ИЛИ".

Единый корпус содержит электрогидравлические тормозные клапаны количеством меньше или равным числу колес автомобиля и такое же количество клапанов "ИЛИ", а также датчики давлений, входящие в систему датчиков, и дополнительные распределители, выполненные с возможностью отключения электрогидравлических тормозных клапанов от источника давления, фильтры тонкой очистки рабочей жидкости в заданном сочетании.

Технический результат достигается также тем, что в способе управления тормозной системой автомобиля, описанной выше, включающим использование тормозных механизмов колес рабочей тормозной системы и отдельного электрогидравлического привода дополнительной тормозной системы, параллельной рабочей тормозной системе, с электрогидравлическими тормозными клапанами, связанными с исполнительными цилиндрами тормозных механизмов колес рабочей тормозной системы посредством гидроклапанов "ИЛИ", регулировку давления отдельной электронной педалью в выходных каналах электрогидравлических тормозных клапанов с использованием электронного контроллера управления торможением, вычисление тормозных усилий индивидуально для каждого колеса, обработку информации от функционально связанных с ним датчиков и соответствующих контроллеров автомобиля, согласно изобретению, в режиме торможения с малой степенью угла нажатия отдельной электронной педали дополнительной тормозной системы в начальной фазе процесса включают электрогидравлические тормозные клапаны и производят ускоренное заполнение исполнительных цилиндров тормозных механизмов колес, для чего электронным контроллером управления торможением регулируют подачу тока на электрогидравлические тормозные клапаны и обеспечивают величину, превышающую значение тока, необходимое согласно текущему положению угла нажатия электронной педали до момента окончания процесса выбора зазоров в тормозных механизмах колес, а затем величину тока устанавливают равным значению для текущего положения электронной педали; в режиме торможения с большим углом нажатия отдельной электронной педали дополнительной тормозной системы посредством электронного контроллера управления торможением значение величины тока на электрогидравлических тормозных клапанах задают в начальный момент равной значению тока для большого угла нажатия отдельной электронной педали; в режиме автоматического торможения начальную фазу процесса включения электрогидравлических тормозных клапанов реализуют в зависимости от заданной интенсивности торможения.

Существенно, что в режиме автоматического торможения с малой интенсивностью производят ускоренное заполнение исполнительного цилиндра тормозного механизма.

Важно, что в режиме автоматического торможения с большой интенсивностью не производят ускоренное заполнение исполнительного цилиндра тормозного механизма.

Существенно, что время ускоренного заполнения исполнительных цилиндров тормозных механизмов колес при каждом новом торможении рассчитывают с учетом времени, прошедшего после момента выключения тормозных механизмов колес после предыдущего торможения ими, и, если это время мало, то время ускоренного заполнения исполнительных цилиндров уменьшают.

Сущность изобретения поясняется чертежами на фиг. 1-8.

На фиг. 1 представлена принципиальная схема, поясняющая устройство тормозной системы автомобиля;

на фиг. 2 - тормозная система с электрогидравлическими пропорциональными редуцированными клапанами с числом тормозных механизмов колес, управляемых этими клапанами, равным общему числу колес автомобиля;

на фиг. 3 - тормозная система с электрогидравлическими пропорциональными редуцированными клапанами, представленная на фиг. 2 с электрогидравлическими распределителями для отключения от источника давления электрогидравлических тормозных клапанов;

на фиг. 4 - тормозная система с электрогидравлическими пропорциональными редуционными клапанами и каналами подвода давления с дополнительными гидравлическими фильтрами тонкой очистки количеством меньшим, чем число электрогидравлических тормозных клапанов;

на фиг. 5 - тормозная система с двумя едиными корпусами, в каждом из которых с расположены по два электрогидравлических пропорциональных редуционных клапана и по два гидроклапана "ИЛИ";

на фиг. 6 - общий вид единого корпуса для тормозной системы с двумя электрогидравлическими пропорциональными редуционными клапанами и двумя гидроклапанами "ИЛИ";

на фиг. 7 представлен график, поясняющий характер возрастания усилия на отдельной электронной педали дополнительной тормозной системы и характер изменения давления в тормозных механизмах колес автомобиля;

на фиг. 8 - график, поясняющий принцип управления работой электрогидравлического тормозного клапана в начальный момент его включения при малой степени угла нажатия отдельной педали дополнительной тормозной системы.

Тормозная система содержит рабочую 1 тормозную систему с гидравлическим приводом 2 для тормозных механизмов 4 колес 5 с группой элементов 3 гидропривода в составе (группа элементов 3 на чертежах идет единым блоком и позиции на чертежах внутри этого блока не показаны): питающие гидронасосы и пневмогидроаккумуляторы, фильтры, радиаторы, соединительные гидравлические каналы, обратные клапаны и гидравлические распределители в заданном сочетании; тормозной кран 7 с тормозной педалью 8; гидроклапаны "ИЛИ" 11; параллельную рабочей 1 тормозной системе дополнительную тормозную систему 9с отдельным электрогидравлическим приводом 10; отдельную электронную педаль 12 с датчиком 18 угла нажатия; электрогидравлические тормозные клапаны 13 для регулирования давления в выходных каналах 14; электронный контроллер управления торможением 15 с функцией программно-аппаратных средств для вычисления тормозных усилий индивидуально для каждого колеса 5, выдачи управляющих команд на электрогидравлические тормозные клапаны 13; система датчиков 16 для передачи информации электронному контроллеру управления торможением 15 и группа контроллеров 17 автомобиля для обмена информацией с контроллером управления торможением 15; группа контроллеров 17 автомобиля включает контроллер управления трансмиссией, контроллер управления двигателем, контроллер рулевого управления, контроллер подвески, контроллер бортовой системы диагностики, или заданное их сочетание (на чертеже внутри этой группы отдельно контроллеры не показаны); система датчиков 16 включает датчики скорости колес 5, датчики направления движения и ускорения автомобиля в различных плоскостях, датчики определяющие воздействия на органы управления автомобиля, а также датчики, определяющие состояние рабочей 1, дополнительной 9 и стояночной тормозной систем автомобиля (отдельные позиции датчиков внутри системы 16 на чертеже не показаны).

Электрогидравлические тормозные клапаны 13 (см. фиг. 2) выполнены в виде электрогидравлических пропорциональных редуционных клапанов. Данные клапаны установлены таким образом, что выходной канал 14 клапана 13, предназначенный для регулирования давления, связан через клапан "ИЛИ" 11 с исполнительным цилиндром 6 тормозного механизма 4 колеса 5 автомобиля, а канал 20 подвода давления к клапану 13 связан с источником давления рабочей жидкости, входящим в группу элементов 3 гидропривода 1.

Отдельный электрогидравлический привод 10 (см. фиг. 3) содержит электрогидравлические распределители 22, управляемые посредством электронного контроллера управления торможением 15, выполненные с возможностью гидравлического отключения от источника давления электрогидравлических тормозных клапанов 13. Число распределителей 22 выполнено по одному на мост 21 автомобиля. Электрогидравлические распределители 22 представляют собой двухпозиционные распределители с включением от электромагнита и выключением возвратной пружиной. В одной позиции электрогидравлический распределитель 22 соединяет каналы 20 подвода давления к электрогидравлическим тормозным клапанам 13 одного моста 21 автомобиля с источником давления рабочей жидкости, входящим в группу элементов 3 гидропривода 2. В другой позиции электрогидравлический распределитель 22 отсоединяет каналы 20 подвода давления к электрогидравлическим тормозным клапанам 13 моста 21 автомобиля от источника давления рабочей жидкости, входящим в группу элементов 3 гидропривода 2, и соединяет их со сливом.

Отдельный электрогидравлический привод 10 дополнительной тормозной системы 9 (см. фиг. 4) содержит дополнительные гидравлические фильтры 19 тонкой очистки в каналах подвода давления 20 к электрогидравлическим тормозным клапанам 13, выполненным в виде электрогидравлических пропорциональных редуционных клапанов, количество этих фильтров 19 тонкой очистки равно или меньше, чем число электрогидравлических тормозных клапанов 13.

Гидроклапаны "ИЛИ" 11 и электрогидравлические тормозные клапаны 13 (см. фиг. 5) выполнены в едином корпусе 23 и связаны между собой гидравлическими каналами 20, 26 с возможностью соединения исполнительного цилиндра 6 тормозного механизма 4 колеса 5 с выходом 24 гидроклапана "ИЛИ" 11, при этом один из входов гидроклапана "ИЛИ" 11 соединен с выходным каналом 14 электрогидравлического тормозного клапана 13, а второй вход гидроклапана "ИЛИ" 11 соединен с каналом 25, подводящим рабочую жидкость от тормозного крана 7, управляемого тормозной педалью 8.

В едином корпусе 23 (см. фиг. 6) расположены два электрогидравлических тормозных клапана 13 в виде пропорциональных редуцированных клапанов и два гидроклапана "ИЛИ" 11 и датчики давлений (на чертеже не показано), которые входят в систему датчиков 16 (см. фиг. 1).

Реализацию тормозной системы и способа управления такой системы, согласно изобретению, осуществляют с использованием электронного контроллера управления торможением 15. Например, в карьерных самосвалах БЕЛАЗ электронный контроллер управления торможением 15 посредством CAN-шины (на чертеже не показано) связан с электронным блоком управления трансмиссии, отдельным, либо встроенным в селектор выбора передач трансмиссии, электронным блоком управления двигателем, электронной панелью индикации (ЭПИ) и электронными блоками системы диагностики автомобиля (на чертеже не показаны). Тормозная система автомобиля, имеет рабочую 1 тормозную систему со своим гидроприводом 2 и тормозным краном 7, управляемым тормозной педалью 8, дополнительную тормозную систему 9 с отдельным электрогидравлическим приводом 10, который содержит отдельную электронную педаль 12 с датчиком 18 угла нажатия, и стояночную тормозную систему с отдельным рычагом включения стояночного тормоза и специальной позицией рычага селектора передач - "погрузочный тормоз" (на чертеже не показано). Рабочая 1 тормозная система предназначена для выполнения служебного, а также экстренного торможения и не участвует в выполнении функций АБС, СКТ, круиз-контроля с АПСС и других функций, реализуемых программно-аппаратными средствами электронного контроллера управления торможением 15. Дополнительная тормозная система 9 предназначена для выполнения торможения в режиме замедлителя на спуске, а также служебного торможения автомобиля, при этом она участвует в выполнении функций АБС, СКТ, круиз-контроля с АПСС, функции "погрузочный тормоз" и других функций, реализуемых программно-аппаратными средствами электронного контроллера управления торможением 15.

По мере нажатия отдельной электронной педали 12 дополнительной тормозной системы 9 (см. фиг. 1 и 7), при реализации функции вспомогательной тормозной системы в режиме замедлителя, торможение производят только задними колесами 5 автомобиля. Также имеется возможность при помощи отдельной электронной педали 12 дополнительной тормозной системы 9 затормозить и передние колеса 5 автомобиля, например на автомобилях-самосвалах с передними тормозными механизмами сухого трения, а задними тормозными механизмами, выполненными в виде многодисковых маслоохлаждаемых тормозных механизмов (ММОТ).

Согласно способу используют тормозные механизмы 4 колес 5 рабочей 1 тормозной системы и отдельного электрогидравлического привода 10 дополнительной тормозной системы 9, которую выполняют параллельно рабочей 1 тормозной системе. При этом обеспечивают связь электрогидравлических тормозных клапанов 13 с исполнительными цилиндрами 6 тормозных механизмов 4 колес 5 рабочей 1 тормозной системы посредством гидроклапанов "ИЛИ" 11. Производят регулировку давления отдельной электронной педалью 12 в выходных каналах 14 электрогидравлических тормозных клапанов 13 с использованием электронного контроллера управления торможением 15, вычисляют тормозные усилия индивидуально для каждого колеса 5 и обрабатывают информацию от функционально связанных с ним системы датчиков 16 и группы контроллеров 17 автомобиля. Далее, в начальной фазе процесса торможения в режиме с малой степенью угла нажатия отдельной электронной педали 12 дополнительной тормозной системы 9 включают электрогидравлические тормозные клапаны 13 и производят ускоренное заполнение исполнительных цилиндров 6 тормозных механизмов 4 колес 5, для чего электронным контроллером управления торможением 15 регулируют подачу тока на электрогидравлические тормозные клапаны 13 и обеспечивают величину превышающую значение тока необходимое согласно текущему положению угла нажатия отдельной электронной педали 12 до момента окончания процесса выбора зазоров в тормозных механизмах 4 колес 5, а затем величину тока устанавливают равным значению для текущего положения отдельной электронной педали 12. В режиме торможения с большим углом нажатия отдельной электронной педали 12 дополнительной тормозной системы 9 посредством электронного контроллера управления торможением 15 значение величины тока на электрогидравлических тормозных клапанах 13 задают в начальный момент равной значению тока для большого угла нажатия отдельной электронной педали 12. В режиме автоматического торможения начальную фазу процесса включения электрогидравлических тормозных клапанов 13 реализуют в зависимости от желаемой интенсивности торможения: режиме автоматического торможения с малой интенсивностью производят ускоренное заполнение исполнительного цилиндра тормозного механизма, а в режиме автоматического торможения с большой интенсивностью не производят ускоренное заполнение исполнительного цилиндра тормозного механизма.

Время ускоренного заполнения исполнительных цилиндров (6) тормозных механизмов (4) колес (5) на каждом новом торможении рассчитывают с учетом времени, прошедшего после момента выключения тормозных механизмов (4) колес (5) после предыдущего торможения ими, и, если это время мало, то время ускоренного заполнения исполнительных цилиндров (6) уменьшают.

Стояночной тормозной системой (на чертежах не показано) реализуют функцию "стояночный тормоз" - удержание самосвала на стоянке тормозным механизмом, приводимым в действие пружиной.

В функции аварийного торможения используют любую из названных систем, если она сохранит частичную или полную работоспособность при выходе из строя других систем.

Электронным контроллером управления торможением 15 во время работы постоянно обрабатывают данные от отдельной электронной педали 12, датчиков частоты вращения колес (ДЧВ) и датчиков давления в тормозных механизмах колеса на выходе пневмогидроаккумуляторов (на чертеже не показаны), входящих в число группы элементов 3 гидропривода 2, датчиков срабатывания рабочей и стояночной тормозной систем, данные от акселерометров и гироскопов, определяющих углы наклона и значения ускорений корпуса автомобиля в различных направлениях (вышеназванные датчики на чертежах показаны в общей системе датчиков 16 автомобиля), кнопок разрешения/запрещения функций АБС и СКТ, расположенных на панели приборов автомобиля, а также команды от различных контроллеров автомобиля, входящих на чертежах в группу контроллеров 17, связанных по посредством CAN-шины с электронным контроллером управления торможением 15 (о чем сказано выше) и данные от датчиков автомобиля, подключенных к контроллерам группы контроллеров 17, передаваемые в общую CAN-шину. При этом электронный контроллер управления торможением 15 выдает сигналы управления на электрогидравлические тормозные клапаны 13, а также передает команды другим контроллерам автомобиля, входящим в группу контроллеров 17 связанным с ним по CAN-шине, и передает в CAN-шину данные с системы датчиков 16, подключенных к нему (в т.ч. для отображения на ЭПИ). Количество электрогидравлических тормозных клапанов 13 в составе дополнительной тормозной системы 9, а также число задействованных в работе дополнительной тормозной системы 9 сигналов системы датчиков 16 и группы контроллеров 17 автомобиля зависит от заданного набора функций, реализуемых посредством программно-аппаратных средств электронного контроллера управления торможением 15. В частности, для реализации функции ПКУ, помимо названных сигналов датчиков, электронный контроллер управления торможением 15 дополнительно получает информацию от датчика поворота рулевого колеса автомобиля.

В случае, если нужно, чтобы в режиме замедлителя при помощи отдельной электронной педали 12 торможение осуществлялось только задними колесами 5 автомобиля, но имелась возможность при помощи отдельной электронной педали 12 затормозить и передние колеса 5 автомобиля (на самосвалах оборудованных задними тормозными механизмами 4, выполненными в виде ММОТ, при передних тормозных механизмах 4 сухого трения) дополнительную тормозную систему 9 настраивают таким образом, что тормозные механизмы 4 задних колес 5 при нажатии отдельной электронной педали 12 вступают в работу раньше тормозных механизмов 4 передних колес 5, а отдельная электронная педаль 12 имеет две выделенные зоны изменения степени угла нажатия, в которых усилие по мере нажатия педали возрастает линейно, а при перемещении из одной зоны в другую усилие ступенчато возрастает.

На автомобилях, где применяются тормозные механизмы 4 в виде ММОТ на переднем и заднем мосту, либо в число функций дополнительной тормозной системы 9, реализуемых программно-аппаратными средствами электронного контроллера управления торможением 15, не входит функция вспомогательной тормозной системы, отдельная электронная педаль 12 выполняется с постоянным коэффициентом жесткости и плавным возрастанием усилия по мере увеличения степени угла нажатия, а дополнительную тормозную систему 9 настраивают таким образом, что тормозные механизмы 4 всех колес 5 вступают в работу одновременно при одинаковом угле нажатия дополнительной электронной педали 12.

Электрогидравлические тормозные клапаны 13 представляют собой электрогидравлические пропорциональные редукционные клапаны. Изменяя ток на обмотке электромагнита (на чертеже не показан) такого клапана 13, электронный контроллер управления торможением 15 управляет давлением в выходном канале 14, связанном с исполнительным цилиндром 6 тормозного механизма 4. При отсутствии тока на обмотке электромагнита клапан 13 соединяет выходной канал 14 со сливом. Один электрогидравлический тормозной клапан 13 может управлять давлением либо в одном, либо в нескольких исполнительных цилиндрах 6, одного или нескольких тормозных механизмов 4. Управление давлением производят в диапазоне от нуля до уровня входного давления, подаваемого к электрогидравлическому тормозному клапану 13 от пневмогидроаккумулятора или питающего гидронасоса (на чертеже не показано), входящих в число группы элементов 3 гидропривода 2.

Возможны следующие режимы работы дополнительной тормозной системы 9 (в зависимости от заданного сочетания функций, реализуемых программно-аппаратными средствами электронного контроллера управления торможением 15):

режим ожидания - происходит при отпущенной отдельной электронной педали 12 и не активных функциях, реализуемых программно-аппаратными средствами электронного контроллера управления торможением 15, характеризуется отсутствием тока на электромагнитах электрогидравлических тормозных клапанов 13 (отсутствие подтормаживания колес 5 при помощи дополнительной тормозной системы 9) и отсутствием командных воздействий по CAN-шине от электронного контроллера управления торможением 15 к связанным с ним контроллерам из группы контроллеров 17;

торможение всеми колесами 5 при нажатии отдельной электронной педали 12 на автомобилях, где в число функций дополнительной тормозной системы 9, реализуемых программно-аппаратными средствами электронного контроллера управления торможением 15, не входит функция вспомогательной тормозной системы, либо в случае, когда на всех колесах 5 применяются тормозные механизмы с ММОТ - происходит при нажатии отдельной электронной педали 12 в диапазоне более 0 до 100%, в этом случае электронный контроллер управления торможением 15 подает ток управления на электромагниты электрогид-

равлических тормозных клапанов 13, управляющих тормозными механизмами 4 всех мостов 21 автомобиля, и давление в исполнительных цилиндрах 6 тормозных механизмов 4, возрастает пропорционально увеличению степени нажатия отдельной электронной педали 12, при необходимости срабатывает функция АБС;

выполнение функции "погрузочный тормоз" - происходит при нахождении рычага селектора передач трансмиссии (входит в число группы контроллеров 17) в положении для включения функции "погрузочный тормоз": контроллер управления трансмиссии, входящий в группу контроллеров 17, передает по CAN-шине команду к электронному контроллеру управления торможением 15, при этом включаются заданные электрогидравлические тормозные клапаны 13 и зажимаются тормозные механизмы 4 заднего моста или обоих мостов 21 автомобиля;

выполнение функции вспомогательной тормозной системы при нажатии отдельной электронной педали 12 (торможение в режиме замедлителя), в случае если нужно, что бы торможение при помощи отдельной электронной педали 12 в режиме замедлителя осуществлялось только задними колесами автомобиля, но имела возможность при помощи отдельной электронной педали 12 затормозить и передние колеса автомобиля - водитель производит нажатие отдельной электронной педали 12 в диапазоне более 0, но менее 70% (данное число может быть изменено), в этом случае электронный контроллер управления торможением 15 подает ток управления только на электромагниты электрогидравлических тормозных клапанов 13, управляющих тормозными механизмами 4 только заднего моста 21, при необходимости срабатывает функция АБС; также возможна передача команд по CAN-шине от контроллера управления торможением 15 к контроллеру управления двигателем и контроллеру управления ретардером трансмиссии (входят на чертежах в группу контроллеров 17) на осуществление вспомогательного торможения доступными им средствами;

торможение всеми колесами 5 при нажатии отдельной электронной педали 12 на карьерных самосвалах с передними тормозными механизмами 4 сухого трения, а задними тормозными механизмами 4 выполненными в виде ММОТ - происходит при нажатии отдельной электронной педали 12 в диапазоне от 70% (данное число может быть изменено) до 100%, в этом случае электронный контроллер управления торможением 15 подает ток управления на электромагниты электрогидравлических тормозных клапанов 13, управляющих тормозными механизмами 4 всех мостов 21 автомобиля, при необходимости срабатывает функция АБС, однако, при отключении функции АБС водителем при помощи соответствующей кнопки на панели управления автомобиля (на чертеже не показано) или обнаружении неисправности каких либо элементов системы, электронный контроллер управления торможением 15 в данном режиме отключает подачу давления на передние тормозные механизмы 4 и давление будет подаваться только на задние тормозные механизмы 4 (для повышения устойчивости движения при торможении без АБС торможение осуществляют только колесами заднего моста 21);

выполнение функции АБС - реализуют при торможении колес 5 автомобиля при нажатии отдельной электронной педали 12, либо при выполнении функции АПСС, данная функция организована любым известным способом, например таким образом, что при обнаружении скольжения тормозящего колеса 5 больше допустимого происходит автоматический сброс давления в тормозном механизме 4, а при скольжении меньше допустимого разрешается повышение давления до требуемого уровня (при торможении отдельной электронной педалью 12, до уровня заданного этой педалью), при падении скорости автомобиля ниже заданного минимального значения (например, ниже 5 км/ч) функция АБС отключается (допускается движение колес юзом);

выполнение функции СКТ (требует наличия не менее двух электрогидравлических тормозных клапанов 13 на каждом ведущем мосту 21 автомобиля для индивидуального управления тормозными механизмами 4 левого и правого колес 5 ведущего моста 21) - происходит при буксовании одного или двух ведущих колес одного моста 21 при включенной передаче трансмиссии, данная функция организована любым известным способом, например таким образом, что при обнаружении буксования (забегания) одного из ведущих колес 5 электронный контроллер управления торможением 15 сразу же дает минимальный начальный ток на оба электрогидравлических тормозных клапана 13 данного ведущего моста 21 (для выбора зазоров в тормозных механизмах 4), после выбора зазоров этот ток постепенно увеличивается на забегавшем колесе 5 и, соответственно, происходит рост давления в исполнительном цилиндре 6 тормозного механизма 4 забегавшего колеса 5 и падение его скорости (таким образом создается момент, который передается через дифференциал на отстающее колесо 5 и повышает тяговое усилие на нем), после падения скорости забегавшего колеса 5 ток на его электрогидравлическом тормозном клапане 13 снижается, если буксование первого колеса повторяется, или начинается буксование на втором колесе, названный процесс повторяется снова, при обнаружении буксования обоих ведущих колес 5 электронный контроллер управления торможением 15, дает команду через CAN-шину электронному блоку управления двигателем (на чертежах входит в группу контроллеров 17 автомобиля) на уменьшение подачи топлива в двигатель; при отсутствии буксования ведущих колес, функция СКТ отключается самостоятельно (до появления нового буксования); на работу функции СКТ вводятся ограничения по скорости (числа условны и могут изменяться): при превышении скорости 10 км/ч запрещается подтормаживание буксующих ведущих колес 5, а управление двигателем остается разрешенным; при превышении ско-

рости 20 км/ч функция СКТ запрещается полностью;

выполнение функции системы поддержания курсовой устойчивости автомобиля (ПКУ) - происходит при обнаружении отклонения между заданным курсом движения автомобиля и его реальным направлением, данная функция организована любым известным способом, например таким образом, что для устранения названного отклонения задействуются тормозные механизмы 4 отдельных колес 5 автомобиля и, при необходимости, автоматически уменьшается подача топлива в двигатель, причем вычисление необходимого усилия торможения осуществляется электронным контроллером управления торможением 15, а управление тормозными механизмами 4 осуществляется посредством электрогидравлических тормозных клапанов 13;

выполнение функции круиз-контроля с АПСС - происходит при включенной кнопке активации данной функции, которая обозначается стандартным символом  располагается на панели управления автомобилем или на рулевом колесе или подрулевых рычагах (на чертеже не показано) и движении с включенной передачей в трансмиссии (сигнал от данной кнопки входит в число сигналов, получаемых от органов управления автомобилем контроллерами, входящими на чертежах в группу контроллеров 17 автомобиля, и передаваемых в общую CAN-шину), в данном режиме задействуется автоматическое управление подачей топлива в двигатель и, при необходимости, могут задействоваться тормозные механизмы 4 колес 5 автомобиля (на самосвалах с ММОТ, при выполнении данной функции задействуются только механизмы 4, выполненные в виде ММОТ), при необходимости срабатывает функция АБС, также возможна передача команд по CAN-шине от контроллера управления торможением 15 к контроллеру управления двигателем и контроллеру управления ретардером трансмиссии (входят на чертежах в группу контроллеров 17) на осуществление вспомогательного торможения доступными им средствами, а изменение заданной для поддержания скорости осуществляется при помощи кнопок обозначенных как "+" и "-"; на остановленном автомобиле, при включенной нейтральной передаче в трансмиссии, включение кнопки  (на чертеже не показано) на панели управления, при необходимости, может вызывать режим поддержания заданных оборотов двигателя, в этом случае изменение заданной для поддержания частоты вращения двигателя осуществляется кнопками "+" и "-" (на чертеже не показано);

выполнение функции ассистента трогания на подъеме - происходит на остановленном автомобиле при обнаружении при помощи датчика угла наклона корпуса автомобиля к горизонту (на чертежах показан в общем системе датчиков 16 автомобиля) того, что автомобиль находится на уклоне и передней частью направлен на подъем, выполняется сразу после отпущения тормозной педали 8 рабочей 1 тормозной системы, отдельной электронной педали 12 и выключении стояночного тормоза (или функции "погрузочный тормоз"), во время ее выполнения электронный контроллер управления торможением 15 продолжает подавать сигнал на включение электрогидравлических тормозных клапанов 13, и автомобиль остается неподвижен до тех пор, пока водитель не нажмет педаль акселератора автомобиля (на чертеже не показано) более заданного порогового уровня;

выполнение функции автоматического торможения при изменении передачи трансмиссии на реверсную - применяется на как сервисная функция на некоторых типах автомобилей или специальной техники, когда водитель нагружен работой по выполнению других операций по управлению (например, на колесных погрузчиках), при наличии данной функции, водителю достаточно только изменять передачи трансмиссии, а при смене передачи на реверсную, электронный контроллер управления торможением 15 самостоятельно подаст сигнал контроллеру управления двигателем (на чертежах не показан, входит в группу контроллеров 17 автомобиля) на уменьшение частоты вращения двигателя и активизирует торможение при помощи электрогидравлических тормозных клапанов 13 с заданной интенсивностью до момента полной остановки автомобиля и включения реверсной передачи.

График на фиг. 7 иллюстрирует изменение усилия на отдельной электронной педали 12 по мере ее нажатия и характер изменения давления в исполнительных цилиндрах 6 тормозных механизмов 4 колес 5 при реализации функции вспомогательной тормозной системы, когда нужно, чтобы торможение при помощи отдельной электронной педали 12 в режиме замедлителя осуществлялось только задними колесами 5 автомобиля, но имела возможность при помощи отдельной электронной педали 12 затормозить и передние колеса 5 автомобиля, где $\alpha_{ЭТП}$ - степень угла нажатия педали 12; $F_{ЭТП}$ - усилие, необходимое для нажатия педали 12; $p_{ПК}$ - давление в исполнительных цилиндрах 6 тормозных механизмов 4 передних колес 5; $p_{ЗК}$ - давление в исполнительных цилиндрах 6 тормозных механизмов 4 задних колес 5. Из графика видно, что при нажатии водителем отдельной электронной педали 12 в диапазоне от более 0 до 5% давления на исполнительные цилиндры 6 тормозных механизмов 4 колес 5 не подается - для исключения ситуаций, когда в исполнительных цилиндрах 6 тормозных механизмов 4 колес 5 будет всегда присутствовать некоторое давление, из-за погрешности измерения угла хода педали 12. При нажатии водителем отдельной электронной педали 12 в диапазоне от более 5, но менее 70%, идет повышение давления только в исполнительных цилиндрах 6 тормозных механизмов 4 задних колес 5, причем до $\alpha_{ЭТП}$ равного 50% давление в исполнительных цилиндрах 6 задних тормозных механизмов 4 растет с меньшим темпом, чем при $\alpha_{ЭТП}$ более 50 до 80%. Начиная с $\alpha_{ЭТП}$ 70% и более начинает повышаться давление и в исполнительных цилиндрах 6 передних тормозных механизмов 4. При значении $\alpha_{ЭТП}$ более 80% и до 100% давление

в исполнительных цилиндрах 6 задних тормозных механизмов 4 достигает 100% и остается на этом уровне, а давление в исполнительных цилиндрах 6 передних тормозных механизмов 4 повышается до уровня 90%. При этом усилие на отдельной электронной педали 12 в диапазоне аэп более 0 до 50% возрастает с малым темпом, при аэп равном 50% происходит ступенчатый рост усилия, а при дальнейшем повышении аэп более 50 и до 100% усилие возрастает с большим темпом. Это позволяет водителю комфортно и точно управлять задними ММОТ в режиме замедлителя и почувствовать по изменению усилия отдельной электронной педали 12, что произошел переход в область значений аэп, в которой возможно резкое повышение интенсивности торможения. Конкретные цифры давлений, усилия и точек углового хода отдельной электронной педали 12, при которых происходят названные изменения могут отличаться в зависимости от модели автомобиля, но в целом характер изменения будет соответствовать показанному графику.

График на фиг. 8 иллюстрирует принцип управления работой электрогидравлическим тормозным клапаном 13 в начальный момент его включения при малой степени нажатия отдельной электронной педали 12, где $\alpha_{ЭП}$ - степень нажатия педали 12; $I_{ЭТК}$ - ток управления, подаваемый электронным контроллером управления торможением 15 на электромагнит электрогидравлического тормозного клапана 13; t - время; t_0 - начальный момент процесса нажатия на педаль 12; $t_{0_БЗ}$ - начальный момент этапа ускоренного заполнения исполнительного цилиндра 6 тормозного механизма 4; $t_{К_БЗ}$ - момент окончания этапа ускоренного заполнения исполнительного цилиндра 6 тормозного механизма 4; $t_{ЗБТМ}$ - момент окончания процесса заполнения исполнительного цилиндра 6 тормозного механизма 4 (окончание выбора зазоров в механизме и появление усилия торможения на колесе 5); $\alpha_{ЭП_1}$ - некоторая малая начальная степень нажатия отдельной электронной педали 12; $I_{ЭТК_БЗ}$ - ток управления, подаваемый электронным контроллером управления торможением 15 на электромагнит электрогидравлического тормозного клапана 13 во время этапа ускоренного заполнения исполнительного цилиндра 6 тормозного механизма 4; $I_{ЭТК_1}$ - ток управления, подаваемый электронным контроллером управления торможением 15 на электромагнитный тормозной клапан 13 после окончания этапа ускоренного заполнения исполнительного цилиндра 6 тормозного механизма 4, соответствует текущему значению $\alpha_{ЭП_1}$. Из графика видно, что в начальной фазе процесса включения электрогидравлического тормозного клапана 13, при малом нажатии отдельной электронной педали 12, электронный контроллер управления торможением 15 дает больший ток управления на электрогидравлический тормозной клапан 13, чем нужно по текущему положению отдельной электронной педали 12, данный этап завершается до окончания процесса выбора зазоров в тормозных механизмах 4, после чего ток управления снова соответствует текущему положению отдельной электронной педали 12. При торможении сразу с большим нажатием отдельной электронной педали 12, электронный контроллер управления торможением 15 сразу выдает ток на электромагнит клапана 13 соответствующий большому нажатию отдельной электронной педали 12 и этап ускоренного заполнения исполнительного цилиндра 6 отсутствует за ненадобностью. Начальная фаза процесса включения электрогидравлических тормозных клапанов 13 при выполнении автоматического торможения при реализации функций выполняемых программно-аппаратными средствами электронного контроллера управления торможением 15, при необходимости, также происходит с повышенным током управления, и завершается до окончания процесса выбора зазоров в тормозных механизмах 4.

Электрогидравлические распределители 22, управляемые посредством электронного контроллера управления торможением 15, выполнены с возможностью гидравлического отключения от источника давления электрогидравлических тормозных клапанов 13, и используются для повышения безопасности работы дополнительной тормозной системы 9 на случай заклинивания одного или нескольких клапанов 13 в положении "включено", после снятия с них управляющего тока (есть риск заноса автомобиля в движении из-за того, что часть колес 5 осталась тормозить, при расторможенных остальных колесах 5). При нормальной работе клапанов 13 дополнительные электрогидравлические распределители 22 соединяют каналы 20 подвода давления к электрогидравлическим клапанам 13 с источником давления рабочей жидкости, входящим в группу элементов 3 гидропривода 2. При обнаружении заклинивания клапана 13 электронный контроллер управления торможением 15 при помощи распределителя 22 отсоединяет каналы 20 подвода давления к электрогидравлическим клапанам 13 моста 21 автомобиля, где произошло заклинивание, от источника давления рабочей жидкости, входящим в группу 3 элементов гидропривода 2, и соединяет их со сливом, тем самым осуществляя понижение давления в исполнительных цилиндрах 6 тормозных механизмов 4, несмотря на заклинивание клапана 13.

Разработанная тормозная система автомобиля решает поставленную задачу по получению возможности реализации функций, выполняемых программно-аппаратными средствами, таких как АБС, СКТ, круиз-контроль с АПСС и других.

Достоинствами предлагаемого решения согласно изобретению являются

простота доработки тормозной системы прототипа под установку параллельной дополнительной тормозной системы для получения желаемых функций, при сохранении большинства элементов исходной тормозной системы;

минимальное число электрогидравлических тормозных клапанов позволяет реализовать обширный

спектр дополнительных функций;

минимальное число дополнительных гидравлических трубопроводов в тормозной системе при использовании решения, когда в одном корпусе с несколькими электрогидравлическими тормозными клапанами одновременно располагаются и гидроклапаны "ИЛИ", что снижает материалоемкость и повышает надежность системы;

высокая надежность и безопасность дополнительной тормозной системы при использовании решения, когда отдельный электрогидравлический привод содержит дополнительные гидравлические фильтры тонкой очистки в каналах подвода давления к электрогидравлическим тормозным клапанам, что снижает вероятность их заклинивания из-за попадания загрязнений от рабочей тормозной системы;

возможность получения разных законов управления тормозными механизмами переднего и заднего мостов автомобиля, когда нужно, чтобы торможение при помощи отдельной электронной педали в режиме замедлителя осуществлялось только задними колесами автомобиля, но имелась возможность при помощи отдельной электронной педали затормозить и передние колеса автомобиля (на самосвалах, оборудованных задними тормозными механизмами, выполненными в виде ММОТ) уменьшение запаздывания в отклике на малое нажатие отдельной электронной педали за счет введения в процесс управления электрогидравлического тормозного клапана этапа ускоренного заполнения исполнительного цилиндра тормозного механизма, что позволяет водителю получить желаемое плавное торможение без чрезмерного времени ожидания начала торможения.

Источники информации.

1. ВУ № 7741 С1, 28.02.2006.
2. US № 20160214591 А1, 28.07.2016.
3. Внедорожный самосвал 777F. Общие сведения. <http://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/C579686>, 2018.
4. Карьерный самосвал БЕЛАЗ-7555В, 12.1.1. Рабочая тормозная система самосвалов БЕЛАЗ-7555В. Руководство по ремонту 7555-3902080 РС - 2008 (прототип).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Тормозная система автомобиля, включающая рабочую (1) тормозную систему, снабженную гидравлическим приводом (2) с группой элементов (3) гидропривода для тормозных механизмов (4) колес (5), выполненную с возможностью регулировки давления в исполнительных цилиндрах (6) тормозных механизмов (4), посредством тормозного крана (7), управляемого тормозной педалью (8), и параллельно рабочей (1) тормозной системе дополнительную тормозную систему (9) с отдельным приводом (10), связанным с исполнительными цилиндрами (6) тормозных механизмов (4) колес (5) рабочей (1) тормозной системы посредством гидроклапанов (11) с запорно-регулирующим элементом (ИЛИ), и выполненную с возможностью регулировки давления в исполнительных цилиндрах (6) тормозных механизмов (4) посредством отдельной педали (12), отличающаяся тем, что отдельный привод (10) дополнительной тормозной системы (9) выполнен электрогидравлическим с электрогидравлическими тормозными клапанами (13), выполненными с возможностью регулирования давления в выходных каналах (14), а дополнительная тормозная система (9) снабжена электронным контроллером управления торможением (15), выполненным с возможностью вычисления тормозных усилий индивидуально для каждого колеса (5) путем обработки информации от функционально связанных с ним системой датчиков (16) и группой контроллеров (17) автомобиля и с возможностью выдачи управляющих команд для воздействия на электрогидравлические тормозные клапаны (13), а отдельная педаль (12) дополнительной тормозной системы (9) представляет собой электронную педаль с датчиком (18) угла нажатия, который функционально связан с электронным контроллером управления торможением (15), при этом дополнительная тормозная система (9) выполнена с возможностью выполнения функций, реализуемых программно-аппаратными средствами контроллера управления торможением (15).

2. Тормозная система по п.1, отличающаяся тем, что электрогидравлические тормозные клапаны (13) выполнены в виде электрогидравлических пропорциональных редуцированных клапанов, обеспечивающих изменение давления в выходных каналах (14) пропорционально изменению тока на обмотке электромагнита такого клапана, при этом число исполнительных цилиндров (6) тормозных механизмов (4) колес (5), управляемых одним электрогидравлическим тормозным клапаном (13), больше либо равно единице, а число упомянутых клапанов (13) меньше либо равно общему числу колес (5) автомобиля.

3. Тормозная система по п.1, отличающаяся тем, что группа контроллеров (17) автомобиля, функционально связанных с электронным контроллером управления торможением (15), включает контроллер управления трансмиссией, контроллер управления двигателем, контроллер рулевого управления, контроллер подвески, контроллер бортовой системы диагностики или заданное их сочетание.

4. Тормозная система по п.1, отличающаяся тем, что система датчиков (16), функционально связанная с электронным контроллером управления торможением (15), включает датчики скорости колес (5), датчики направления движения и датчики ускорения автомобиля в различных плоскостях, датчики определяющие воздействия на органы управления автомобиля, а также датчики состояния тормозной систе-

мы автомобиля или заданное сочетание указанных датчиков.

5. Тормозная система по п.1, отличающаяся тем, что программно-аппаратные средства электронного контроллера управления торможением (15) выполнены с возможностью обеспечения функций антиблокировочной тормозной системы, системы контроля тяги, круиз-контроля с автоматическим поддержанием скорости на спуске, системы поддержания курсовой устойчивости автомобиля, ассистента торможения на подъеме, вспомогательной тормозной системы, удержания автомобиля на месте, автоматического торможения при изменении передачи трансмиссии на реверсную, а также заданного сочетания указанных функций.

6. Тормозная система по п.1, отличающаяся тем, что отдельная электронная педаль (12) дополнительной тормозной системы (9) характеризуется линейной характеристикой возрастания усилия по мере увеличения степени угла нажатия отдельной электронной педали (12).

7. Тормозная система по п.1, отличающаяся тем, что отдельная электронная педаль (12) дополнительной тормозной системы (9) содержит выделенные зоны изменения степени угла нажатия, в которых усилие по мере нажатия отдельной электронной педали (12) возрастает линейно, а при перемещении из одной зоны в другую усилие ступенчато возрастает.

8. Тормозная система по п.1, отличающаяся тем, что отдельный электрогидравлический привод (10) дополнительной тормозной системы (9) содержит дополнительные гидравлические фильтры (19) тонкой очистки в каналах (20) подвода давления к электрогидравлическим тормозным клапанам (13) количеством равным или меньшим, чем число электрогидравлических тормозных клапанов (13).

9. Тормозная система по п.1, отличающаяся тем, что число исполнительных цилиндров (6) тормозных механизмов (4) колес (5), управляемых посредством тормозного крана (7), меньше либо равно общему числу колес (5) автомобиля, при этом гидравлический привод (2) рабочей (1) тормозной системы выполнен одноконтурным либо многоконтурным, с числом контуров равным или меньшим, чем количество мостов (21) автомобиля.

10. Тормозная система по п.1, отличающаяся тем, что группа элементов (3) гидропривода (2) выполнена с возможностью подачи рабочей жидкости под давлением к тормозному крану (7) и электрогидравлическим тормозным клапанам (13) и включает питающие гидронасосы и пневмогидроаккумуляторы, а также фильтры, радиаторы, соединительные гидравлические каналы, обратные клапаны и гидравлические распределители автомобиля в заданном сочетании.

11. Тормозная система по п.1, отличающаяся тем, что отдельный электрогидравлический привод (10) дополнительной тормозной системы (9) содержит дополнительные электрогидравлические распределители (22), управляемые посредством электронного контроллера управления торможением (15), выполнены с возможностью гидравлического отключения от источника давления электрогидравлических тормозных клапанов (13).

12. Тормозная система по п.1, отличающаяся тем, что гидроклапаны (11) с запорно-регулирующим элементом (ИЛИ) и электрогидравлические тормозные клапаны (13) выполнены в едином корпусе (23) с возможностью соединения исполнительного цилиндра (6) тормозного механизма (4) колеса (5) с выходом (24) гидроклапана (11) с запорно-регулирующим элементом (ИЛИ), при этом один из входов гидроклапана (11) с запорно-регулирующим элементом (ИЛИ) соединен с выходным каналом (14) электрогидравлического тормозного клапана (13), а второй вход гидроклапана (11) с запорно-регулирующим элементом (ИЛИ) соединен с каналом (25), подводящим рабочую жидкость от тормозного крана (7), управляемого тормозной педалью (8).

13. Тормозная система по любому из пп.1 и 12, отличающаяся тем, что в едином корпусе (23) с одним электрогидравлическим тормозным клапаном (13) расположен один гидроклапан (11) с запорно-регулирующим элементом (ИЛИ).

14. Тормозная система по любому из пп.1 и 12, отличающаяся тем, что в едином корпусе (23) с двумя электрогидравлическими тормозными клапанами (13) расположены два гидроклапана (11) с запорно-регулирующим элементом (ИЛИ).

15. Тормозная система по любому из пп.1 и 12, отличающаяся тем, что в едином корпусе (23) с электрогидравлическими тормозными клапанами (13) количеством, равным числу колес (5) автомобиля, расположено такое же количество гидроклапанов (11) с запорно-регулирующим элементом (ИЛИ).

16. Тормозная система по любому из пп.1, 8, 11 и 12, отличающаяся тем, что единый корпус (23) содержит электрогидравлические тормозные клапаны (13) количеством меньше или равным числу колес (5) автомобиля и такое же количество гидроклапанов (11) с запорно-регулирующим элементом (ИЛИ), а также датчики давлений, входящие в систему датчиков (16), и дополнительные распределители (22), выполненные с возможностью отключения электрогидравлических тормозных клапанов (13) от источника давления, фильтры (19) тонкой очистки рабочей жидкости в заданном сочетании.

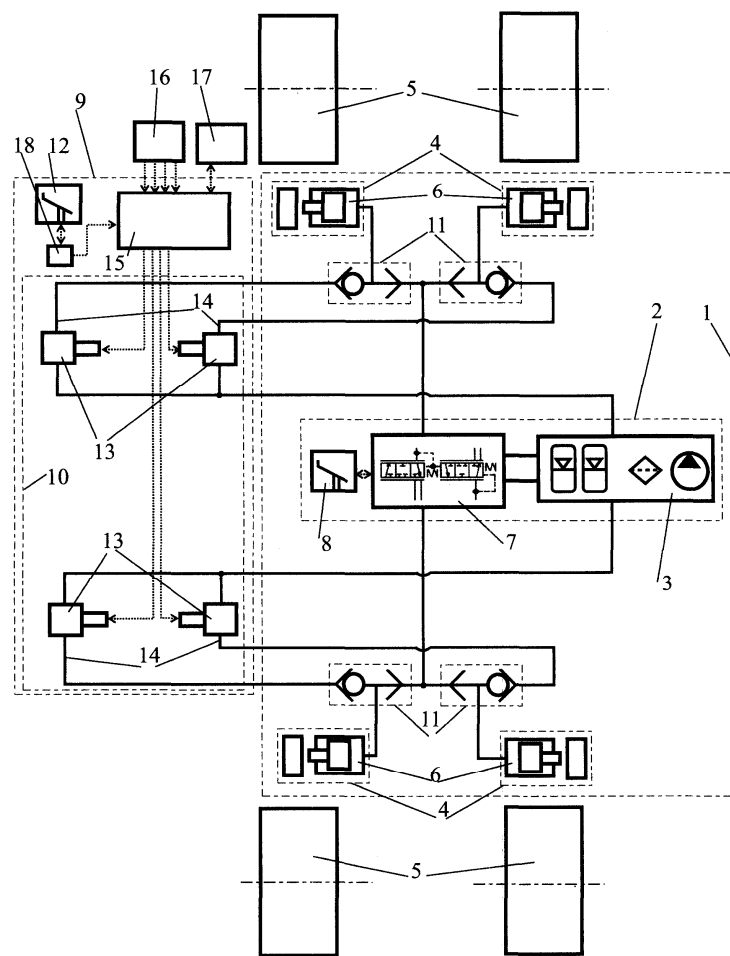
17. Способ управления тормозной системой автомобиля по п.1, включающий использование тормозных механизмов (4) колес (5) рабочей (1) тормозной системы и отдельного электрогидравлического привода (10) дополнительной тормозной системы (9), параллельной рабочей (1) тормозной системе, с электрогидравлическими тормозными клапанами (13), связанными с исполнительными цилиндрами (6) тормозных механизмов (4) колес (5) рабочей (1) тормозной системы посредством гидроклапанов (11) с

запорно-регулирующим элементом (ИЛИ), регулировку давления отдельной электронной педалью (12) в выходных каналах (14) электрогидравлических тормозных клапанов (13) с использованием электронного контроллера управления торможением (15), вычисление тормозных усилий индивидуально для каждого колеса (5), обработку информации от функционально связанных с ним системы датчиков (16) и группы контроллеров (17) автомобиля, отличающийся тем, что в режиме торможения с малой степенью угла нажатия отдельной электронной педалью (12) дополнительной тормозной системы (9) в начальной фазе процесса включают электрогидравлические тормозные клапаны (13) и производят ускоренное заполнение исполнительных цилиндров (6) тормозных механизмов (4) колес (5), для чего электронным контроллером управления торможением (15) регулируют подачу тока на электрогидравлические тормозные клапаны (13) и обеспечивают величину, превышающую значение тока, необходимое согласно текущему положению угла нажатия электронной педали (12) до момента окончания процесса выбора зазоров в тормозных механизмах (4) колес (5), а затем величину тока устанавливают равной значению для текущего положения отдельной электронной педали (12); в режиме торможения с большим углом нажатия отдельной электронной педали (12) дополнительной тормозной системы (9) посредством электронного контроллера управления торможением (15) значение величины тока на электрогидравлических тормозных клапанах (13) задают в начальный момент равной значению тока для большого угла нажатия отдельной электронной педали (12); в режиме автоматического торможения начальную фазу процесса включения электрогидравлических тормозных клапанов (13) реализуют в зависимости от заданной интенсивности торможения.

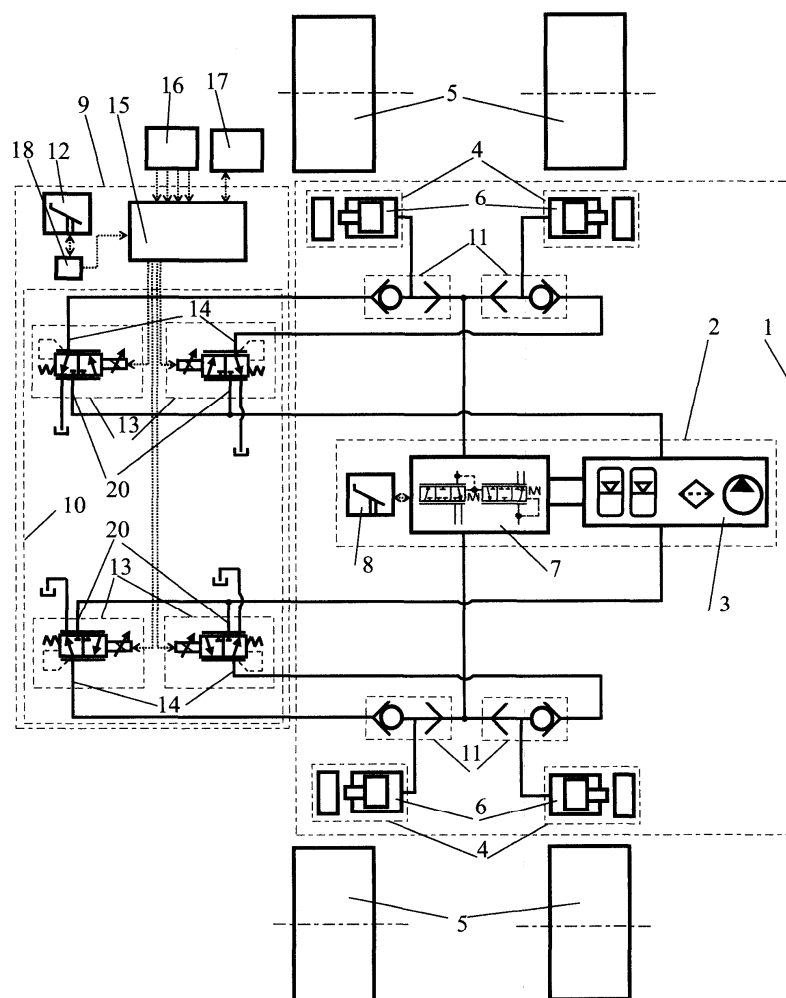
18. Способ управления тормозной системой по п.17, отличающийся тем, что в режиме автоматического торможения с малой интенсивностью производят ускоренное заполнение исполнительного цилиндра (6) тормозного механизма (4).

19. Способ управления тормозной системой по п.17, отличающийся тем, что в режиме автоматического торможения с большой интенсивностью не производят ускоренное заполнение исполнительного цилиндра (6) тормозного механизма (4).

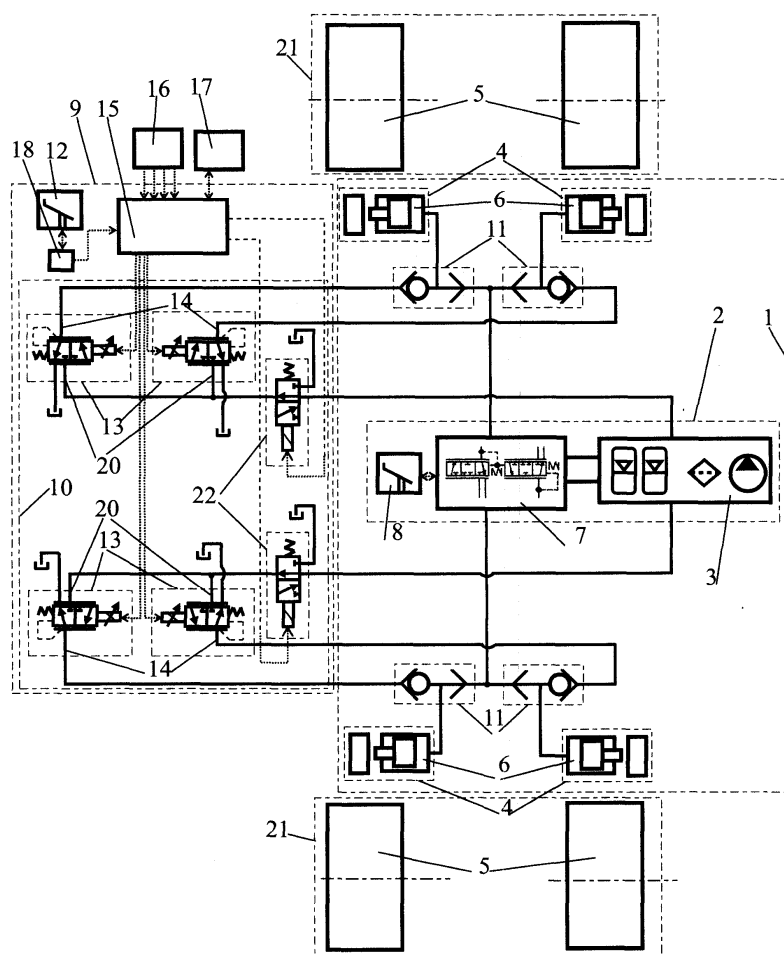
20. Способ управления тормозной системой по п.17, отличающийся тем, что время ускоренного заполнения исполнительных цилиндров (6) тормозных механизмов (4) колес (5) при каждом новом торможении рассчитывают с учетом времени, прошедшего после момента выключения тормозных механизмов (4) колес (5) после предыдущего торможения ими, и, если это время мало, то время ускоренного заполнения исполнительных цилиндров (6) уменьшают.



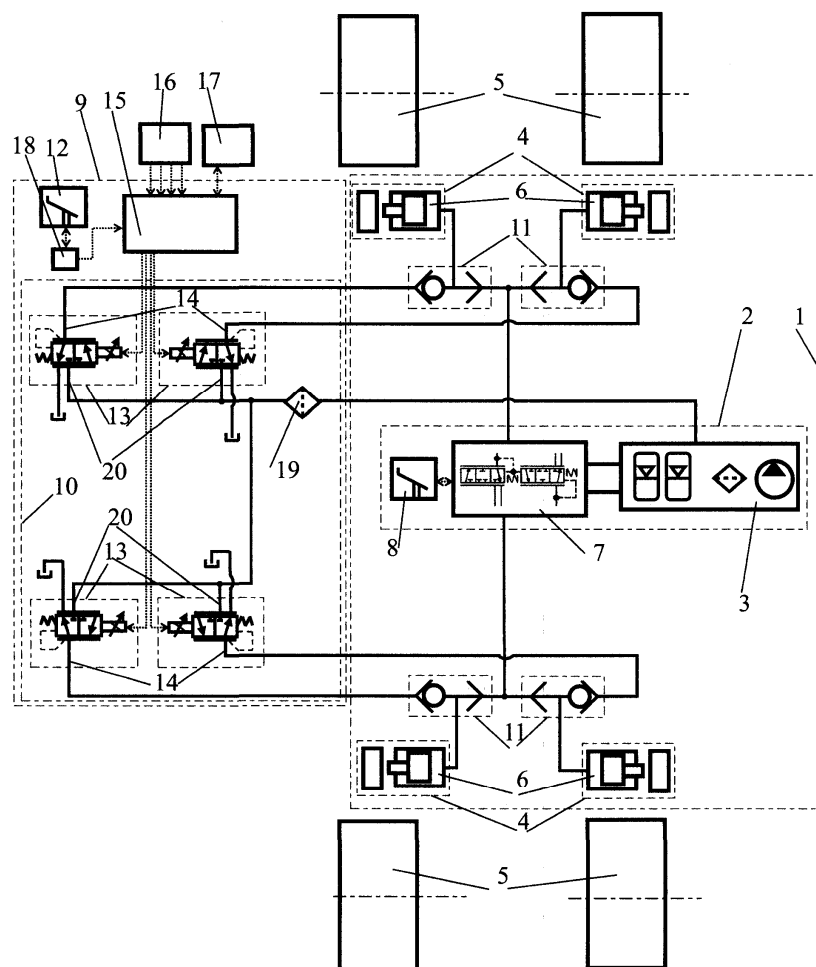
Фиг. 1



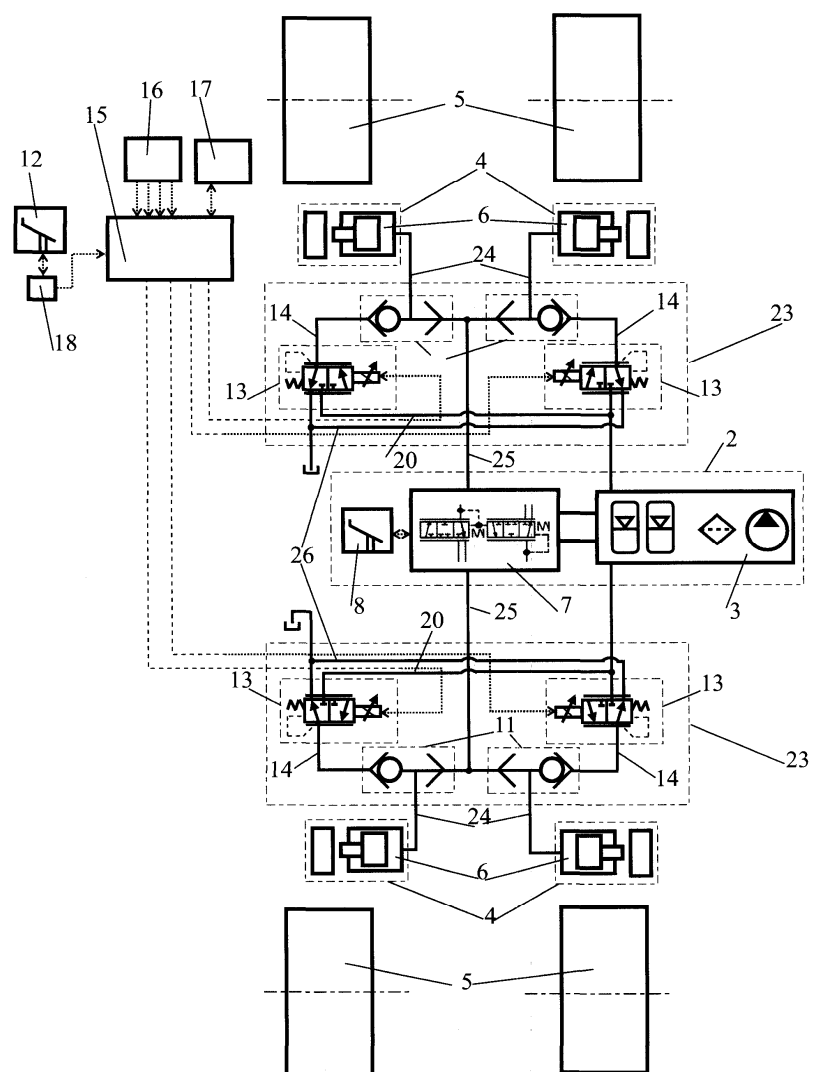
Фиг. 2



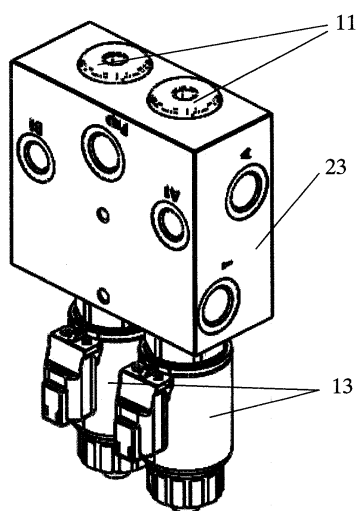
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

