

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040970**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.08.25

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

(21) Номер заявки
202192156

(22) Дата подачи заявки
2020.03.06

(54) **КОНТРОЛИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ РАБОТЫ
УСТРОЙСТВА ПРОТИВОПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

(31) **102019000003423**

(56) US-A-5244171
WO-A1-2006092263
EP-A1-3056397
WO-A1-2013134918
US-B1-6600979

(32) **2019.03.08**

(33) **IT**

(43) **2021.11.22**

(86) **PCT/IB2020/051960**

(87) **WO 2020/183320 2020.09.17**

(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., Игнатъев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)**

(57) Описано контролирующее устройство (701, 801) для отслеживания работы устройства (703, 803) противопроскальзывания железнодорожной тормозной системы, причем контролирующее устройство (701, 801) выполнено с возможностью получения расчетных мгновенных линейных скоростей, связанных с осями (102, ..., 105), управляемыми устройством (703, 803) противопроскальзывания; сравнения расчетных мгновенных линейных скоростей (301, ..., 304), связанных с осями (102, ..., 105), с линейной опорной скоростью (306) железнодорожного транспортного средства; отслеживания состояния давлений в тормозных цилиндрах (111, ..., 114); определения для каждой оси в фазе проскальзывания, правильно или неправильно работает устройство (703, 803) противопроскальзывания в зависимости от заранее заданных рабочих условий, включая заранее заданные тенденции каждой из расчетных мгновенных линейных скоростей (301, ..., 304), связанных с осями (102, ..., 105) в фазе проскальзывания, относительно опорной линейной скорости (306) железнодорожного транспортного средства, в сочетании с каждым из давлений в тормозных цилиндрах (111, ..., 114), связанных с осями (102, ..., 105); поддержания, уменьшения или отмены предварительно загруженного значения (T1, T2) времени по меньшей мере в одном из устройств (726, 727, 826, 827) отсчета времени, когда контролирующее устройство (701, 801) определяет, что устройство (703, 803) противопроскальзывания работает неправильно.

040970
B1

040970
B1

Область техники

Изобретение в целом относится к железнодорожным тормозным системам. В частности, изобретение относится к контролирующему устройству для отслеживания работы устройства противопроскальзывания тормозной системы железнодорожного транспорта.

Уровень техники

В системе железнодорожного транспорта коэффициент мгновенного сцепления между колесом и рельсом представляет собой максимальный предел тормозной силы, прилагаемый в данный момент к осям без того, чтобы колеса указанных осей начинали фазу нарастающего проскальзывания.

Когда ось входит в фазу проскальзывания, если прилагаемая тормозная сила не уменьшается быстро и должным образом, то ось постепенно теряет угловую скорость, пока не достигнет полной блокировки, с последующим немедленным перегревом и повреждением из-за перегрева поверхности колес указанной оси в точке соприкосновения колес с рельсом. Известно, что эта ситуация, помимо значительного увеличения тормозного пути из-за дальнейшего снижения коэффициента трения, может вызвать сход с рельсов транспортного средства на высоких рабочих скоростях.

Чтобы преодолеть описанный ранее недостаток, пневматические железнодорожные тормозные системы оснащают системой защиты, известной как система противопроскальзывания.

Известная система противопроскальзывания проиллюстрирована на фиг. 1 для четырехосного транспортного средства 102, 103, 104, 105. Тормозная система 110 создает пневматическое тормозное давление в зависимости от запроса на тормозное давление или тормозную силу, не показанную на фиг. 1, путем активации тормозных цилиндров 111, 112, 113, 114. Каждый из этих тормозных цилиндров отвечает за торможение осей, соответственно, 102, 103, 104, 105, посредством пневматических подводящих трубопроводов 115, 116. Четыре блока 117, 118, 119, 120 клапанов противопроскальзывания, управляемые устройством 101 противопроскальзывания, расположены между пневматическими подводящими трубопроводами 115, 116 и соответствующими тормозными цилиндрами 111, 112 и 113, 114. Датчики 106, 107, 108, 109 угловой скорости определяют угловую скорость осей, соответственно, 102, 103, 104, 105. Указанные датчики 106, 107, 108, 109 угловой скорости электрически соединены с устройством 101 противопроскальзывания и непрерывно подают электрический сигнал, представляющий информацию о мгновенной угловой скорости каждой оси 102, 103, 104, 105. Устройство 101 противопроскальзывания непрерывно оценивает мгновенную линейную скорость транспортного средства посредством операций, выполняемых с информацией об оцененной мгновенной линейной скорости осей 102, 103, 104, 105, полученной из относительных измеренных угловых скоростей. Эти операции известны специалистам в данной области техники, такие как, например, но не исключительно, вычисление среднего между четырьмя скоростями, или мгновенного максимального значения между четырьмя мгновенными линейными скоростями осей 102, 103, 104, 105, или же, как показано на фиг. 3, максимального значения между четырьмя мгновенными скоростями 301, 302, 303, 304, связанными с осями 102, 103, 104, 105, и пятым значением, вычисленной виртуальной скоростью 305, полученной путем уменьшения значения скорости, полученного в предыдущем цикле выборки системы, уменьшенной на максимально допустимое значение замедления для рассматриваемого транспортного средства, умноженное на период выборки.

Путем непрерывной оценки разностей ΔV между оцененной мгновенной линейной скоростью одиночной оси и оцененной мгновенной линейной скоростью транспортного средства устройство 101 противопроскальзывания определяет, вошла ли одна или более осей в фазу проскальзывания. Если одна или более осей вошла в фазу проскальзывания, устройство противопроскальзывания управляет проскальзыванием указанных осей, соответствующим образом уменьшая и регулируя давление в тормозных цилиндрах, относящихся к проскальзывающим осям, воздействуя на клапанные блоки, относящиеся к указанным проскальзывающим осям, посредством известных алгоритмов, например, описанных в EP 3393873, WO 2017175108, предотвращающих попадание указанных осей в состояние блокировки и пытающихся получить наилучшую тормозную силу, оставаясь в фазе проскальзывания.

Каждый из указанных блоков 117, 118, 119, 120 клапанов противопроскальзывания принимает детализированную форму, представленную парой пневматических электромагнитных клапанов 220, 221, показанных на фиг. 2.

Пневматические электромагнитные клапаны 220, 221 получают питание от устройства 201 противопроскальзывания посредством соответствующих переключающих элементов 202, 203. Такие переключающие элементы 202, 203 обычно являются твердотельными электронными компонентами.

Для простоты иллюстрации на фиг. 2 не показано соединение соленоидов, то есть электрических катушек 204, 205, с землей.

Блоки 117, 118, 119, 120 клапанов противопроскальзывания могут принимать всего четыре состояния.

Первое состояние определяется как "наполнение" и соответствует состоянию, в котором оба электропневматических клапана отключены, как показано на фиг. 2: электропневматический клапан 220 обеспечивает доступ к давлению, присутствующему в пневматическом трубопроводе 215, соответствующему пневматическому каналу 115, 116 на фиг. 1, к тормозному цилиндру 211, соответствующему тормозному цилиндру 111, 112, 113, 114 на фиг. 1, тогда как пневматический электромагнитный клапан 221 предотвращает опорожнение тормозного цилиндра 211 и пневмопровода 215 в атмосферу. Это со-

стояние представляет собой состояние покоя или невмешательства устройства противопроскальзывания, поскольку оно фактически представляет собой прямое соединение между тормозным цилиндром 211 и пневматическим трубопроводом 215, через который тормозная система напрямую регулирует давление в тормозном цилиндре. 211 от нулевого значения до максимального значения.

Второе состояние определяется как "поддержание" и соответствует состоянию, в котором пневматический электромагнитный клапан 220 включен. В этом случае давление в тормозном цилиндре 211 не может быть изменено путем изменения давления в пневматическом трубопроводе 215. Пневматический электромагнитный клапан 221 продолжает удерживать тормозной цилиндр 211 изолированным от атмосферы. В целом, давление в тормозном цилиндре 211 сохраняет свое значение неопределенно долго, если в тормозном цилиндре нет утечек.

Третье состояние определяется как "опорожнение" и соответствует состоянию, в котором оба пневматических электромагнитных клапана 220, 221 включены. В этом случае давление в тормозном цилиндре 211 не может быть изменено путем изменения давления в пневматическом трубопроводе 215. Включенный пневматический электромагнитный клапан 221 соединяет тормозной цилиндр 211 с атмосферой, снижая давление в тормозном цилиндре, возможно, до нулевого значения.

Четвертое состояние определяется как "запрещенное" и соответствует состоянию, в котором только пневматический электромагнитный клапан 221 включен. В этом случае пневматический электромагнитный клапан соединяет как тормозной цилиндр 211, так и пневматический трубопровод 215 непосредственно с атмосферой, вызывая чрезмерный выпуск в атмосферу давления, создаваемого тормозной системой.

Чтобы систематически избегать "запрещенного" состояния, переключающий элемент 203 подключен к узлу 206 после переключающего элемента 202. Таким образом, если переключающий элемент 203 был замкнут из-за неправильного управления входной схемой или из-за его короткого замыкания, он не мог бы активировать пневматический электромагнитный клапан 221, если переключающий элемент 202 не был бы также замкнут, в этом случае также был бы включен пневматический электромагнитный клапан 220, эффективно переводя тормозной цилиндр 211 в "опорожненное" состояние, но предотвращая чрезмерный выброс в атмосферу пневматического канала 215.

Известны различные управляющие схемы пневматических электромагнитных клапанов, с общей точкой на источнике питания или на земле, которые, однако, позволяют систематически избегать "запрещенного" состояния.

В целом, по своему функциональному действию система противопроскальзывания обязательно снижает тормозную силу. Очевидно, что в определенных режимах отказа аппаратного или программного обеспечения устройство противопроскальзывания может поддерживать пневматические электромагнитные клапаны 220, 221 постоянно включенными с последующей полной потерей тормозной силы. Чтобы ограничить случаи постоянно находящихся под напряжением клапанов, Европейские железнодорожные правила UIC541-05 "Тормоза - технические характеристики для конструкции различных тормозных частей - устройство противоюзовой защиты колес (WSP)", §1.1.7. - EN15595 "Железнодорожные приложения - Торможение - Противоюзовая защита колес" §4.2.2 ("BRAKES - SPECIFICATIONS FOR THE CONSTRUCTION OF VARIOUS BRAKE PARTS - WHEEL SLIDE PROTECTION DEVICE (WSP)", §1.1.7. - EN15595 "Railway applications Braking Wheel slide protection" §4.2.2), требуют введения аппаратных устройств 210, 212 отсчета времени, генерирующих время простоя.

Эти устройства отсчета времени вводятся для временного ограничения непрерывной активации пневматических электромагнитных клапанов 210, 212. В частности, вышеуказанные правила налагают ограничение по времени в 10 с, обычно соблюдаемое большинством железнодорожных операторов. Однако есть железнодорожные операторы, которые считают целесообразным использовать время, отличное от рекомендованного вышеуказанными правилами.

На фиг. 2 представлена функциональная реализация системы управления системой противопроскальзывания. Микропроцессор 207 выполняет алгоритмы распознавания и управления осями, например, но не исключительно описанные в EP 3393873, WO 2017175108, генерируя соответствующие управляющие сигналы 208, 209 для переключающих элементов 202, 203.

Когда микропроцессор 207 переводит управляющий сигнал 208 на логический уровень "1", то есть намереваясь активировать переключающий элемент 202, переход $0 \rightarrow 1$ управляющего сигнала 208 активирует устройство 210 отсчета времени, которое, в свою очередь, переводит его выход 213 на логический уровень "1" для временного интервала T_1 , равного, например, но не исключительно, 10 с. Логический клапан 216 выполняет функцию "И" между управляющим сигналом 208 и сигналом выхода 213, передавая сигнал 214 для фактического управления закрытием переключающего элемента 202 для последующего включения пневматического электромагнитного клапана 220.

Когда микропроцессор 207 переводит управляющий сигнал 208 на логический уровень "0" до истечения времени T_1 , чтобы отключить пневматический электромагнитный клапан 220, он переводит устройство 210 отсчета времени в состояние перезапуска посредством его низкого активного входа R, подготавливая его к последующему переходу $0 \rightarrow 1$.

Если командный сигнал 208 остается постоянно заблокированным на логическом уровне "1" из-за аппаратного сбоя микропроцессора 207 или из-за ошибки программного обеспечения алгоритма управления противопроскальзыванием, то время T1, отсчитываемое устройством 210 отсчета времени, истечет, вызывая возврат сигналов 213, 214 на логический уровень "0" с последующим постоянным отключением пневматического электромагнитного клапана 220.

То же самое происходит с устройством 212 отсчета времени в отношении пневматического электромагнитного клапана 221.

В некоторых случаях имеется датчик 222 давления, который показывает микропроцессорной схеме 207 давление на входе пневматического электромагнитного клапана 220 через соединение 224, и датчик 223 давления, который показывает микропроцессорной схеме 207 давление в тормозном цилиндре 211 через соединение 225.

Известны варианты схем для реализации функции отсчета времени и запрета команд включения пневматических электромагнитных клапанов 220, 221.

Цепи отсчета времени, показанные на фиг. 2, повторяются для каждого блока клапанов противопроскальзывания 111, 112, 113, 114.

Описанное выше решение представляет собой известный уровень техники, признанный всеми железнодорожными операторами и агентствами по безопасности железных дорог как способ снижения риска того, что сбой аппаратных средств или проблемы с программным обеспечением могут вызвать постоянное чрезмерное снижение пневматического давления во время торможения.

В ситуациях правильной работы, чтобы удерживать одну или более осей 102 ... 105 в управляемом состоянии проскальзывания, пока состояние торможения остается в условиях ухудшенного сцепления, система противопроскальзывания выполняет непрерывную коррекцию давления, подаваемого на один или более тормозных цилиндров 111 ... 114, таким образом, сбрасывая устройство 210, 212 отсчета времени.

Однако использование схем отсчета времени в соответствии с ранее описанным предшествующим уровнем техники приводит к обратным результатам, несмотря на то, что устройство противопроскальзывания выполняет свою функцию правильно.

Первый случай проиллюстрирован на фиг. 4. В ответ на запрос на торможение тормозная система 110 увеличивает давление 404 в тормозном цилиндре 211. Из-за ухудшенного состояния сцепления между колесом 202 и рельсом 240, когда тормозная сила оси, создаваемая давлением 404, превышает доступную силу сцепления, колесо 202 начинает проскальзывать. Расчетная линейная скорость 401 оси начинает отличаться от линейной скорости 402 поезда в момент 403. Немедленно устройство 201 противопроскальзывания со своими собственными алгоритмами активирует фазу "опорожнения", вызывая переход 0 → 1 в управляющих сигналах 208, 209 для включения пневматических электромагнитных клапанов, соответственно, 220, 221. С момента 403 давление начинает падать, и устройства 210, 212 отсчета времени, активируемые переходами 0 → 1, начинают отсчет времени, соответственно, T1, T2. Когда мгновенная расчетная линейная скорость 401 оси входит в область 405 допустимых отклонений, устройство 201 противопроскальзывания переключается с фазы "опорожнения" на фазу "поддержания", переводя сигнал 209 на логический уровень "0" для отключения пневматического электромагнитного клапана 221. Таким образом, устройство 212 отсчета времени сбрасывается. Если мгновенная расчетная линейная скорость 401 остается в пределах области 405 допустимых отклонений, то устройство 201 противопроскальзывания сохраняет неизменным состояние "поддержания". В этом случае устройство 210 отсчета времени продолжает действовать, достигая значения T1, переводя свой выход 213 в логическое состояние "0", отключая переключающий элемент 202, возвращая систему в состояние наполнения с последующей окончательной блокировкой колес.

Второй случай, показанный на фиг. 5, имеет место в случаях чрезвычайно низкого сцепления и осей с очень высокими моментами инерции, например, в случае осей, соединенных с приводными двигателями через редуктор.

В ответ на запрос на торможение тормозная система 110 увеличивает давление 504 в тормозном цилиндре 211. Из-за состояния сцепления между колесом 202 и рельсом, когда тормозная сила оси, создаваемая давлением 504, превышает доступную силу сцепления, колесо начинает проскальзывать. Мгновенная расчетная линейная скорость 501 оси начинает отличаться от линейной скорости 502 поезда в момент 503. Устройство 201 противопроскальзывания немедленно активирует фазу "опорожнения", вызывая переход 0 → 1 в управляющих сигналах 208, 209 для подачи питания на пневматические электромагнитные клапаны, соответственно, 220, 221. С момента 503 давление начинает падать, и устройства 210, 212 отсчета времени, активируемые переходами 0 → 1, начинают отсчет времени, соответственно, T1, T2. Из-за очень низкого сцепления, хотя давление 504 уменьшается по сравнению с активацией фазы опорожнения, мгновенная расчетная линейная скорость 501 продолжает падать, опускаясь намного ниже области 505 допустимых отклонений, останавливая свое снижение, когда тормозная сила, создаваемая давлением 504, становится меньше низкой силы сцепления.

В этом случае устройство 201 противопроскальзывания продолжает оставаться в фазе "опорожне-

ния", ожидая, пока мгновенная расчетная линейная скорость 501 оси окажется в пределах области допустимых отклонений. Из-за низкого сцепления и высокого момента инерции мгновенная расчетная линейная скорость 501 оси начинает увеличиваться очень медленно с ускорением $dv/dt > 0$, но очень низким. В этом случае устройства 210, 212 отсчета времени продолжают работать, достигая значения, соответственно, T1, T2. В частности, устройство 210 отсчета времени переводит свой выход 213 в логическое состояние "0", отключая переключающий элемент 202, отключая соленоиды 204, 205, возвращая систему в состояние "наполнения" с последующей окончательной блокировкой, колес.

Следует отметить, что в случае, проиллюстрированном на фиг. 5, мгновенная расчетная линейная скорость 501 может выходить за пределы области 505 допустимых отклонений из-за чрезвычайно низкого сцепления одновременно с медленным временем отклика пневматических электромагнитных клапанов (220, 221) или из-за внезапных колебаний сцепления, не показанных на фиг. 5. В обоих случаях система противопроскальзывания регулирует давление в тормозном цилиндре, связанное с указанной мгновенной расчетной линейной скоростью 501, возвращая ее в пределы области 405 допустимых отклонений. Это нормальное событие, причем оно допускается до тех пор, пока непрерывное постоянство мгновенной расчетной линейной скорости 501 вне области 505 допустимых отклонений не сохраняется дольше времени ТВ.

Третий случай, проиллюстрированный на фиг. 6, возникает в случаях программной неисправности алгоритма или аппаратного сбоя микроконтроллера 207.

В ответ на запрос на торможение тормозная система 110 увеличивает давление 604 в тормозном цилиндре 211. Из-за состояния низкого сцепления между колесом 202 и рельсом 240, когда тормозная сила оси, создаваемая давлением 604, превышает имеющуюся силу сцепления, колесо начинает проскальзывать. Расчетная линейная скорость 601 оси начинает отличаться от линейной скорости 602 поезда в момент 603. Устройство 201 противопроскальзывания немедленно активирует фазу "опорожнения", вызывая переход $0 \rightarrow 1$ в управляющих сигналах 208, 208 для включения пневматических электромагнитных клапанов, соответственно, 220, 221. С момента 603 давление начинает падать, и устройства 210, 212 отсчета времени, активируемые переходами $0 \rightarrow 1$, начинают отсчитывать время, соответственно, T1, T2. Как следствие снижения 604 давления мгновенная расчетная линейная скорость 601 оси 202 начинает восстанавливаться при пересечении области 605 допустимых отклонений с положительным наклоном. В то же время, по причинам неожиданной программной или аппаратной неисправности микропроцессора 207, устройство противопроскальзывания не реагирует, мгновенная расчетная линейная скорость 601 оси 202 полностью восстанавливает мгновенную линейную скорость 602 транспортного средства, давление не восстанавливает первоначальное значение или по меньшей мере значение, необходимое для удержания оси 202 в условиях контролируемого проскальзывания. В этом случае, только когда устройства 210, 212 отсчета времени достигли значения, соответственно, T1, T2, в частности, устройство 210 отсчета времени, переведет свой выход 213 в логическое состояние "0", отключив переключающий элемент 202, сняв подачу питания на соленоиды 204, 205, возвращая систему в состояние "наполнения" с последующим торможением, даже если колеса блокируются. В этом конкретном случае тормозной цилиндр остается неоправданно и на все время T1, T2 без приложенного тормозного давления, тогда как вместо этого из соображений безопасности было бы целесообразно восстановить тормозное давление, не дожидаясь истечения времени T1, T2.

Один из способов преодоления первых двух описанных случаев может состоять в том, чтобы перезапустить устройства отсчета времени до истечения времени T1, T2, эффективно принудительно увеличивая время T1, T2 и вызывая программные переходы $1 \rightarrow 0 \rightarrow 1$ управляющих сигналов 208, 209, например, чтобы вызвать перезапуск устройств отсчета времени, но достаточно быстро, чтобы перекрываться механической инерцией пневматических электромагнитных клапанов 220, 221. В первом случае устройство противопроскальзывания может продолжать работать в правильном режиме работы; во втором случае для оси 202 будет обеспечена возможность восстановления мгновенной скорости до тех пор, пока она может достигать область 405 допустимых отклонений, что позволяет устройству противопроскальзывания повторно прикладывать минимальное давление. В некоторых случаях железнодорожные операторы запрашивали увеличение времени T1, T2 на основе реальных случаев, обычно происходящих в осенне-зимний период с ситуациями очень низкого сцепления, вызванными прелыми листьями или снегом, осевшими на рельсах на протяженных участках.

С другой стороны, в третьем случае было бы целесообразно иметь очень короткие временные промежутки T1, T2, чтобы избежать, особенно в условиях аварийного торможения, пребывания в течение длительного времени без приложения давления к тормозному цилиндру в состоянии неисправного устройства противопроскальзывания.

При принятии решения о том, какие возможные решения следует принять, необходимо учитывать европейские правила:

EN50126 "Железнодорожные приложения. Спецификация и демонстрация надежности, доступности, ремонтнопригодности и безопасности (RAMS). Основные требования и общий процесс" ("Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS).

Basic requirements and generic process");

EN50128 "Железнодорожные приложения - Системы связи, сигнализации и обработки - Программное обеспечение для систем управления и защиты железных дорог" ("Railway applications - Communications, signaling and processing systems -Software for railway control and protection systems");

EN50129 "Железнодорожные приложения. Системы связи, сигнализации и обработки. Электронные системы сигнализации, связанные с безопасностью" ("Railway applications. Communication, signalling and processing systems. Safety related electronic systems for signalling").

В частности, стандарт EN50126 (согласно последней версии, опубликованной 8 марта 2019 г.) определяет методологию присвоения уровней безопасности SIL0/1/2/3/4 подсистемам на основе результатов анализа безопасности, а стандарты EN50128 и EN50129 (согласно последней версии, опубликованной 8 марта 2019 г.) определяют критерии проектирования, которые должны применяться к программным и аппаратным компонентам, соответственно, на основе назначенных уровней SIL. Основываясь на применении ранее процитированных стандартов, можно выразить следующие утверждения и концепции.

Электронные системы, используемые для реализации функции рабочего торможения, обычно могут быть выполнены в соответствии с положениями, продиктованными вышеуказанными стандартами, ограничивая указанную реализацию уровнями безопасности не выше SIL2.

Электронные системы, используемые для реализации функции экстренного торможения, могут быть выполнены в соответствии с положениями, продиктованными вышеуказанными правилами, ограничивая указанную реализацию уровнями безопасности не ниже SIL3.

Современные системы противоскальзывания обычно производятся в соответствии с уровнями SIL2 стандартов EN50128, EN50129. Возможное решение для перезапуска устройств отсчета времени с быстрыми переходами $1 \rightarrow 0 \rightarrow 1$ противоречит тому же условию безопасности, по которому вводятся эти устройства отсчета времени. Только конструкция, выполненная в соответствии с уровнем $SIL \geq 3$ по стандартам EN50128, EN50129, основанная на соблюдении надлежащих размеров всей системы противоскальзывания и последующей рациональной реакции, может обеспечить адекватное и безопасное введение решения о перезапуске устройств отсчета времени при экстренном торможении.

Сложность алгоритмов противоскальзывания, тот факт, что они все чаще используют адаптивные критерии, делает разработку систем противоскальзывания в соответствии с уровнями безопасности $SIL \geq 3$ согласно стандартам EN50128, EN50129 чрезвычайно сложной и дорогой. Известно, что соотношение сложности разработки и стоимости сертификации между системами $SIL \leq 2$ и системами $SIL \geq 3$ обычно составляет от 1:20 до 1:40. Большой объем параметризации, сложность адаптации интерфейсов между алгоритмами противоскальзывания, алгоритмами управления тормозами, алгоритмами синхронизации между пневматическим торможением и рекуперативным торможением, полученными с использованием приводных двигателей, требуют частичного непрерывного переписывания алгоритмов противоскальзывания с последующей дорогостоящей повторной сертификацией SIL4 EN50128.

Кроме того, использование устройства, разработанного в соответствии с уровнем SIL 2 EN50128, EN50129, которое фактически используется для уменьшения тормозной силы в течение определенного периода, противоречит обычному анализу безопасности для аварийного торможения, выполняемому в соответствии со стандартом EN50126. Фактически, это частый случай, когда железнодорожные операторы или агентства по безопасности теперь запрашивают блокировку устройств противоскальзывания во время экстренного торможения, что противоречит необходимости включения устройства противоскальзывания, особенно во время экстренного торможения, поскольку в этой ситуации необходимо иметь все средства, способствующие восстановлению сцепления и достижению кратчайшего пути до полной остановки.

Таким образом, в предшествующем уровне техники необходимо избегать выполнения действий по произвольному повторному запуску устройств отсчета времени посредством самого устройства противоскальзывания, применяя только промежутки времени T1, T2, предусмотренные UIC и EN, дополнительно соглашаясь на блокировку устройства противоскальзывания при экстренном торможении.

Сущность изобретения

Таким образом, цель настоящего изобретения состоит в том, чтобы избежать контрпродуктивных случаев использования известных устройств противоскальзывания с помощью решения, которое снижает сложность и затраты на разработку.

Таким образом, в патенте описывается использование контролирующего устройства для железнодорожной системы противоскальзывания. Контролирующее устройство выполнено с возможностью контролировать поведение соответствующей системы противоскальзывания и путем применения непосредственных или опосредованных воздействий на устройства отсчета времени указанной системы противоскальзывания, а также повышать ее общий уровень безопасности, чтобы достичь уровней безопасности, требуемых тормозными системами во время фазы экстренного торможения. Кроме того, улучшается вмешательство контролирующего устройства в работу устройств отсчета времени.

Кроме того, контролирующее устройство может заменить систему противоскальзывания, если возникают неисправности указанной системы противоскальзывания.

Вышеуказанные и другие цели и преимущества достигаются, в соответствии с одним аспектом изобретения, с помощью контролирующего устройства, имеющего признаки, определенные в п.1 формулы изобретения. Предпочтительные варианты выполнения изобретения определены в зависимых пунктах формулы изобретения, содержание которых следует понимать как неотъемлемую часть настоящего описания.

Краткое описание чертежей

Теперь будут описаны функциональные и конструктивные особенности некоторых предпочтительных вариантов выполнения электронной системы управления аварийным и рабочим торможением, в соответствии с изобретением. Будет сделана ссылка на прилагаемые чертежи, на которых

фиг. 1 изображает известную систему противопроскальзывания;

фиг. 2 - функциональный вариант выполнения системы управления системой противопроскальзывания;

фиг. 3 - тенденцию изменения мгновенной скорости осей и вычисленной виртуальной скорости;

фиг. 4 - пояснительные графики первого контрпродуктивного случая схем отсчета времени согласно предшествующему уровню техники;

фиг. 5 - пояснительные графики второго контрпродуктивного случая схем отсчета времени согласно предшествующему уровню техники;

фиг. 6 - пояснительные графики третьего контрпродуктивного случая схем отсчета времени согласно предшествующему уровню техники;

фиг. 7 и 8 - соответственно, варианты выполнения контролирующего устройства;

фиг. 9 - непрерывный обмен сигналами квитирования контролирующего устройства с системой противопроскальзывания для проверки правильности реакции устройства противопроскальзывания; и

фиг. 10 посредством примера изображает обмен информацией между контролирующим устройством и системой противопроскальзывания, когда средство соединения состоит из коммуникационного канала.

Подробное описание

Прежде чем подробно объяснять множество вариантов выполнения изобретения, следует отметить, что изобретение не ограничивается в своем применении деталями конструкции и конфигурацией компонентов, представленных в последующем описании или показанных на чертежах. Изобретение может иметь другие варианты выполнения и быть реализовано или практически осуществлено различными способами. Также следует понимать, что фразеология и терминология предназначены для описательных целей и не должны рассматриваться как ограничивающие. Использование слов "включать" и "содержать" и их вариации подразумевает включение элементов, цитируемых после них, и их эквивалентов, а также дополнительных элементов и их эквивалентов.

Ниже описан первый вариант выполнения контролирующего устройства 701, 801 для отслеживания работы устройства 703, 803 противопроскальзывания железнодорожной тормозной системы.

Устройство противопроскальзывания предназначено для приема сигналов мгновенных скоростей, по меньшей мере от двух осей 102, ..., 105, для управления давлением в тормозных цилиндрах 111, ..., 114, связанных с осями 102, ..., 105, с помощью блоков (117 ... 120) электроклапанов для предотвращения блокировки осей (102 ... 105) и управления проскальзыванием указанных осей (102 ... 105) путем регулирования давления в тормозных цилиндрах (111, ..., 114), связанных с осями 102, ..., 105 с помощью блоков 117, ..., 120 электроклапанов.

Каждый блок 117, ..., 120 электроклапанов содержит два пневматических электромагнитных клапана 220, 221. Каждый пневматический электромагнитный клапан 220, 221 содержит устройство 210, 212, 726, 727, 826, 827 отсчета времени, выполненное с возможностью измерения времени подачи питания соответствующего пневматического электромагнитного клапана 220, 221, и генерации сигнала, предназначенного для отключения соответствующего пневматического электромагнитного клапана 220, 221, если измеренное время подачи питания соответствующего пневматического электромагнитного клапана 220, 221 превышает заранее заданное предварительно загруженное значение T_1 , T_2 времени.

Контролирующее устройство 701, 801 выполнено с возможностью получать мгновенные расчетные линейные скорости 301, ..., 304, связанные с осями 102, ..., 105, управляемыми устройством 703, 803 противопроскальзывания, сравнивать мгновенные расчетные линейные скорости 301, ..., 304, связанные с осями 102, ..., 105, с линейной опорной скоростью (306) железнодорожного транспортного средства, отслеживать состояние давлений в тормозных цилиндрах 111, ..., 114.

Контролирующее устройство 701, 801 также выполнено с возможностью определять, для каждой оси в фазе проскальзывания, правильно ли работает устройство 703, 803 противопроскальзывания или оно работает некорректно, в зависимости от заранее заданных рабочих условий, включая заранее заданные тенденции каждой из расчетных мгновенных линейных скоростей 301, ..., 304, связанных с осями 102, ..., 105 в фазе проскальзывания, относительно опорной линейной скорости 306 железнодорожного транспортного средства, в связи с каждым из давлений в тормозных цилиндрах 111, ..., 114, связанных с осями 102, ..., 105.

Кроме того, контролирующее устройство 701, 801 выполнено с возможностью поддерживать,

уменьшать или отменять предварительно загруженное значение T1, T2 времени по меньшей мере в одном из устройств 726, 727, 826, 827 отсчета времени, связанных с осями 102, ... 105, в фазе проскальзывания, во время выполнения подсчета указанных предварительно загруженных времен T1, T2 указанными устройствами 726, 727, 826, 827 отсчета времени, когда контролирующее устройство 701, 801 определяет, что устройство 703, 803 противопроскальзывания работает неправильно.

Таким образом, контролирующее устройство 701, 801 предназначено для прямого или опосредованного воздействия на устройства отсчета времени.

Предпочтительно, контролирующее устройство 701, 801 дополнительно выполнено с возможностью поддерживать или увеличивать предварительно загруженное значение T1, T2 времени по меньшей мере в одном устройстве 726, 727, 826, 827 отсчета времени во время подсчета указанных предварительно загруженных времен T1, T2 указанными устройствами 726, 727, 826, 827 отсчета времени, связанными с осями 102 ... 105 в фазе проскальзывания, когда контролирующее устройство определяет, что устройство 703, 803 противопроскальзывания работает правильно.

Предпочтительно можно определить, что устройство 703, 803 противопроскальзывания работает правильно, если оси в состоянии проскальзывания принимают одно из следующих заранее определенных рабочих условий:

расчетная мгновенная линейная скорость 401 осей включена в область 405 допустимых отклонений по меньшей мере в течение заранее заданного времени TP1;

расчетная мгновенная линейная скорость 501 осей характеризуется наличием мгновенного ускорения, превышающего заранее заданный порог A_s ускорения, по меньшей мере в течение заранее заданного времени TP2.

Область 405, 505, 605 допустимых отклонений может зависеть от линейной опорной скорости 402, 502, 602.

Предпочтительно можно определить, что устройство 703, 803 противопроскальзывания работает некорректно, если по меньшей мере одна ось в состоянии проскальзывания принимает одно из следующих заранее заданных рабочих условий:

значение мгновенного давления 604 тормозного цилиндра, связанного с указанной по меньшей мере одной осью в состоянии проскальзывания, соответствует состоянию "поддержания", в котором значение давления в тормозном цилиндре поддерживается постоянным, или состоянию "опорожнения", при котором значение давления в тормозном цилиндре равно нулю, одновременно с мгновенным значением 606 линейной скорости, связанным с указанным мгновенным давлением 604, характеризующейся тем, что она номинально равна линейной опорной скорости транспортного средства 602 в течение заданного времени TP3;

значение мгновенного давления 604 тормозного цилиндра, связанного с указанной по меньшей мере одной осью в состоянии проскальзывания, соответствует состоянию "поддержания" или "опорожнения", одновременно со значением 607 мгновенной линейной скорости, связанным с указанным мгновенным давлением 604, характеризующейся развитием за пределами области 605 допустимых отклонений с ускорением ниже заранее заданного значения A_s в течение заранее заданного времени TP3.

Предпочтительно можно определить, что устройство 703, 803 противопроскальзывания работает некорректно, если процедура непрерывного управления между контролирующим устройством 701, 801 и устройством 703, 803 противопроскальзывания настроена неправильно.

Процедура непрерывного управления может включать обмен первым главным сигналом 901, сгенерированным контролирующим устройством 701, 801 и принятым устройством 703, 803 противопроскальзывания, и вторым подчиненным сигналом 902, сгенерированным устройством 703, 803 противопроскальзывания и принятым контролирующим устройством 701, 801.

Главный сигнал 901 имеет непрерывные переходы S1, ..., Sn логических состояний, определенные контролирующим устройством 701, 801, а подчиненный сигнал имеет переходы A1, ..., An логических состояний ответа, генерируемые устройством 703, 803 противопроскальзывания в ответ на переходы S1, ..., Sn главного сигнала 901.

Переходы A1, ..., An логических состояний ответа должны происходить в течение времени ТОК, начиная с соответствующего перехода S1, ..., S3 главного сигнала 901, так что считается, что указанное устройство 703, 803 противопроскальзывания работает правильно.

Или же процедура непрерывного управления может включать непрерывное формирование запросов 1030 информации, генерируемых контролирующим устройством 701, 801 и принимаемых устройством 703, 803 противопроскальзывания, и ответов 1031 на запросы 1030 информации.

Ответы 1031 генерируются устройством 703, 803 противопроскальзывания и принимаются контролирующим устройством 701, 801. Запросы информации принимаются контролирующим устройством 801, 803 случайным образом из заранее определенного списка 1020, предварительно загруженного в энергонезависимую память контролирующего устройства 801, 803.

Ответы 1031 вычисляются независимо устройством 703, 803 противопроскальзывания и контролирующим устройством 701, 801.

Считается, что устройство 703, 803 противопроскальзывания работает правильно, пока контроли-

рующее устройство видит соответствие между ответом, вычисленным им самим, и ответом 1031, отправленным устройством противопроскальзывания.

В дополнительном аспекте отслеживание состояния давления в тормозном цилиндре 111, ..., 114 может осуществляться непосредственно с помощью датчиков 222, 223 давления, специфичных для каждого блока 117, ..., 120 клапанов противопроскальзывания, связанного с каждым тормозным цилиндром 111, ..., 114. Один из двух пневматических электромагнитных клапанов 220, 221 может быть пневматическим электромагнитным клапаном 220 наполнения. Датчики 222, 223 давления могут соответственно показывать тормозное давление перед каждым электромагнитным пневматическим клапаном 220 наполнения блоков 117, ..., 120 клапанов противопроскальзывания и давление в каждом тормозном цилиндре 111, ..., 114.

Предпочтительно, отслеживание состояния давления в тормозном цилиндре 111, ..., 114 может осуществляться опосредованно путем наблюдения за состоянием управляющих сигналов 208, 209, относящихся к каждому блоку 117, ..., 120 клапанов противопроскальзывания, связанному с каждым тормозным цилиндром 111, ..., 114.

В дополнительном аспекте предварительно загруженное значение времени T1, T2 может иметь значение больше или равное нулю секунд и меньше десяти секунд.

Контролирующее устройство 701, 801 предпочтительно может быть выполнено с возможностью вычисления линейной опорной скорости 306, 402, 502, 602 железнодорожного транспортного средства посредством операций, выполняемых с мгновенными скоростями 301, ..., 304 осей 102, ..., 105 и по меньшей мере с одной вычисленной виртуальной скоростью 305.

Контролирующее устройство 701, 801 может быть дополнительно выполнено с возможностью вычисления линейной опорной скорости 306, 402, 502, 602 соответствующего железнодорожного транспортного средства с помощью операций, выполняемых с дополнительными мгновенными значениями скорости осей, связанных с дополнительными контролирующими устройствами или устройствами противопроскальзывания, связанными с тем же железнодорожным поездом. Дополнительные контролируемые устройства и устройства противопроскальзывания могут быть подключены к контролирующему устройству 701, 801 посредством коммуникационной сети.

Вышеуказанные дополнительные значения скорости могут передаваться генерирующими устройствами согласно стандарту EN50159 через указанную коммуникационную сеть в соответствии с уровнем безопасности, равным или превышающим уровень безопасности, используемый для разработки контролирующего устройства 701, 801.

В еще одном дополнительном аспекте контролирующее устройство 701, 801 может быть выполнено с возможностью отправки команд устройству противопроскальзывания 703, 803. Команды представляют собой команды, требующие логических переходов на управляющие выходы 208, 209, и отправляются через соединительное средство 750, 850. Соединительное средство 750, 850, таким образом, может соединять контролирующее устройство 701, 801 с устройством 703, 803 противопроскальзывания. Соединительное средство 750, 850 может содержать один или более цифровых сигналов или коммуникационный канал. Множество цифровых аппаратных сигналов может обеспечить простой обмен сигналами квитирования.

Коммуникационным каналом может быть, например, но не исключительно, RS232, RS485, CAN.

Предпочтительно, контролирующее устройство 701 может быть выполнено с возможностью повторного считывания текущего значения остаточного времени с устройств 726, 727 отсчета времени каждого блока 117, ..., 120 клапанов противопроскальзывания и для повторной загрузки указанных устройств 726, 727 отсчета времени значением выше, чем одно повторное считывание, в случае, когда предполагается продлить оставшееся время, подлежащее подсчету. Или же контролирующее устройство 701 может быть выполнено с возможностью повторной загрузки указанных устройств 726, 727 отсчета времени значением, меньшим, чем одно повторное считывание, или нулевым значением, в случае, когда оно предназначено для реализации уменьшения или обнуления оставшегося времени, подлежащего подсчету.

Контролирующее устройство может быть выполнено с возможностью

повторно считывать текущее значение остаточного времени внутренних счетчиков 828, 829, связанных с устройствами 826, 827 отсчета времени каждого блока 117, ..., 120 клапанов противопроскальзывания;

если предполагается продлить оставшееся время для подсчета, "повторно запускать" устройства 826, 827 отсчета времени, относящиеся к соответствующей оси 112, ..., 115, и повторно загрузить внутренние счетчики 828, 829, связанные с устройствами 826, 827 отсчета времени предварительно загруженными значениями T1, T2 времени, присущими устройствам 826, 827 отсчета времени;

если предполагается обнулить оставшееся время для подсчета, "перезапустить" устройства 826, 827 отсчета времени, относящиеся к соответствующей оси 112, ..., 115, и обнулить внутренние счетчики 828, 829, связанные с устройствами 826, 827 отсчета времени.

Предпочтительно, контролирующее устройство 701, 801 может быть выполнено с возможностью опосредованного "перезапуска" устройств 726, 727, 826, 827 отсчета времени, вызывающих изменение 404 давления, достаточное для того, чтобы вызвать выход мгновенной расчетной линейной скорости 401

из области 405 допустимых отклонений. Изменение 401 давления может быть получено путем воздействия на соответствующие сигналы 720, 721, 820, 821.

Предпочтительно, контролирующее устройство 701, 801 может быть выполнено с возможностью блокирования устройства 703, 803 противопроскальзывания с помощью соответствующих сигналов 720, 721, 820, 821 для непосредственного приведения в действие клапанов противопроскальзывания 117, ..., 120 посредством дополнительных сигналов 732, 733, 832, 833 для работы алгоритма противопроскальзывания.

Предпочтительно, контролирующее устройство 701, 801 может быть выполнено с возможностью блокирования устройства 703, 803 противопроскальзывания с помощью соответствующих сигналов 720, 721, 820, 821 и для непосредственного управления блоками 117, ..., 120 клапанов противопроскальзывания через дополнительные сигналы 732, 733, 832, 833 для работы алгоритма антиблокировки.

Предпочтительно, контролирующее устройство 701, 801 может содержать сторожевую схему 706, 806, предназначенную для контроля правильной работы контролирующего устройства 701, 801. Сторожевая схема 706, 806 имеет переключающий элемент 710, 810, размещенный последовательно на питающей ветви соленоидов 714, 715, 814, 815, присущих блокам 117, ..., 120 клапанов противопроскальзывания. Переключающий элемент 710, 810 может быть установлен в замкнутом состоянии сторожевой схемой 706, 806, когда сторожевая схема 706, 806 видит правильную работу указанного контролирующего устройства 701, 801. Переключающий элемент 710, 810 может быть установлен в разомкнутом состоянии сторожевой схемой 706, 806, когда сторожевая схема 706, 806 видит некорректную работу контролирующего устройства 701, 801.

Контролирующее устройство может дополнительно содержать элемент 704, 804 аварийного переключения, размещенный параллельно переключающему элементу 710, 810. Элемент 704, 804 аварийного переключения может находиться в замкнутом состоянии, когда сигнал 705, 805 аварийного запроса находится в "неактивном" состоянии, и в разомкнутом состоянии, когда сигнал 705, 805 аварийного запроса находится в "активном" состоянии.

Предпочтительно, контролирующее устройство 701, 801 разработано в соответствии с уровнями SIL ≥ 3 относительно стандартов EN50128 и EN50129. Кроме того, вышеуказанные дополнительные значения скорости будут генерироваться генерирующими устройствами в соответствии со стандартами EN50128, EN50129 в соответствии с уровнем, равным или превышающим уровень безопасности, используемый для разработки контролирующего устройства 701, 801.

В дополнительном аспекте контролирующее устройство 701, 801 может быть реализовано посредством резервных микропроцессорных схем, или посредством резервных программируемых логических схем, или посредством по меньшей мере одной микропроцессорной схемы и по меньшей мере одной программируемой логической схемы.

Предпочтительно, устройства 726, 727 отсчета времени и прилагаемые логические функции 722, 723, 734, 735 могут быть реализованы внутри контролирующего устройства. Функции, эквивалентные устройствам 726, 727 отсчета времени и прилагаемым логическим функциям 722, 723, 734, 735, могут быть реализованы посредством программного кода или внутри программируемых логических схем.

Фиг. 7 и 8 изображают некоторые неисключительные примеры вариантов выполнения.

Один пример варианта выполнения подробно описан ниже.

Контролирующее устройство 701, 801 принимает два или большее количество сигналов 702, 802 мгновенной скорости осей 102, 103, 104, 105, поступающих от датчиков 106, 107, 108, 109 скорости. Например, но не исключительно, посредством способа, ранее описанного и проиллюстрированного на фиг. 4, контролирующее устройство 701, 801 вычисляет мгновенную линейную скорость транспортного средства в реальном времени. Кроме того, не показано на фиг. 7, 8, контролирующее устройство 701, 801 подключено через коммуникационную шину к другим бортовым системам, таким как, например, но не исключительно, другие контролирующие или устройства противопроскальзывания, от которых оно может получать информацию о скорости других осей.

Поскольку вычисленная мгновенная линейная скорость транспортного средства играет непосредственную роль в анализе состояния отслеживаемой системы противопроскальзывания, функция условного вычисления имеет тот же уровень безопасности, которому должно подчиняться контролирующее устройство 701, 801. По этой причине передача информации о скорости осей, принадлежащих другим бортовым системам, также должна выполняться в соответствии с описанными процедурами для тех же уровней безопасности, которым подчиняется контролирующее устройство 701, 801, в соответствии с европейским стандартом EN50159 Железнодорожные приложения - Системы связи, сигнализации и обработки - Связь, относящаяся к безопасности, в системах передачи.

Одни и те же два или большее количество сигналов 752, 852 мгновенной скорости осей 102, 103, 104, 105 принимаются устройством 703, 803 противопроскальзывания для выполнения алгоритма противопроскальзывания. В качестве альтернативы, сигналы 752, 852 мгновенной скорости могут быть сгенерированы и переданы контролирующим устройством 701, 801 для устройства 703, 803 противопроскальзывания в качестве воспроизведения сигналов 702, 802 мгновенной скорости. В качестве дополнительной альтернативы, сигналы 752, 852 мгновенной скорости могут генерироваться контролирующим устройством

вом 701, 801 и передаваться на устройство 703, 803 противопроскальзывания через соединительное средство 750, 850.

Сигнал 705, 805 экстренного торможения может находиться в "неактивном" состоянии, чтобы указывать на отсутствие запроса на экстренное торможение, он находится в "активном" состоянии, чтобы указывать на наличие запроса на экстренное торможение.

Переключающий элемент 704, 804 находится в замкнутом состоянии, когда сигнал 705, 805 экстренного торможения является "неактивным". Переключающий элемент 704, 804 находится в разомкнутом состоянии, когда сигнал 705, 805 экстренного торможения является "активным".

Функция сторожевого устройства 706, 806 поддерживает свой выход 711, 811 на логическом уровне "1", пока указанная функция сторожевого устройства 706, 806 подтверждает правильность работы контролирующего устройства 701, 801, и переключает свой выход 711, 811 до логического уровня "0", когда указанная сторожевая схема 706, 806 подтверждает неправильную работу контролирующего устройства 701, 801.

В правильном рабочем состоянии, поскольку сигнал на выходе 711,811 находится на логическом уровне "1", контролирующее устройство 701, 801 может замкнуть переключающий элемент 710, 810, переводя внутренний сигнал 708, 808 на логический уровень "1". Переключающий элемент 710, 810 размыкается сигналом 709, 809, когда внутренний сигнал 708, 808 переводится на логический уровень "0" контролирующим устройством 701, 801, или же когда сторожевая схема 706, 806 обнаруживает ошибку в работе контролирующего устройства 701, 801.

Системы безопасности, разработанные в соответствии со стандартом EN50126, требуют наличия "безопасного состояния" или состояния, при котором целевой уровень безопасности проекта гарантируется при наличии неисправности, которая приводит к полной неэффективности самой системы безопасности.

В системе противопроскальзывания, управляемой системой безопасности более высокого уровня, "безопасное состояние" - это, например, но не исключительно, состояние блокировки системы во время экстренного торможения.

Параллельность переключающих элементов 710, 704 или 810, 804 составляет "безопасное состояние" системы: если на контролирующем устройстве 701, 801 произойдет сбой, который не позволяет ему выполнять безопасные действия по контролю, согласно которым система противопроскальзывания 703, 803 может работать во время экстренного торможения, сторожевая схема приводит переключающий элемент 710 в разомкнутое состояние, позволяя сигналу 705, 805 экстренного торможения в активном состоянии экстренного торможения прекращать подачу питания на соленоиды 714, 715 или 814, 815, размыкать переключатель 704, 804, приводя всю систему в состояние запрета функции противопроскальзывания во время экстренного торможения. Если требуется заблокировать функцию противопроскальзывания даже во время рабочего торможения, если на контролирующем устройстве 701, 801 происходит сбой, который не позволяет ему выполнять безопасные действия по контролю, сигнал 730, 830 подключается к сигналу соответственно, 709, 809. Таким образом, сторожевое устройство 706, 806 блокирует устройство 703, 803 противопроскальзывания также во время рабочего торможения, размыкая переключающий элемент 731, 831, когда в контролирующем устройстве 701, 801 обнаруживается неисправность.

Переключающий элемент 712, 812 функционально соответствует переключающему элементу 202, используемому для подачи питания на соленоид 715, 815, соответствующий соленоиду 204 пневматического электромагнитного клапана 220. Переключающий элемент 713, 813 функционально соответствует переключающему элементу 203, используемому для подачи питания на соленоид 714, 814, соответствующий соленоиду 205 пневматического электромагнитного клапана 221.

Устройства 726, 727 отсчета времени являются цифровыми счетчиками, счет которых синхронизируется часами, не показанными на чертеже. Их содержимое может быть прочитано или изменено контролирующим устройством 701 посредством двунаправленных шин, соответственно, 724, 725.

Устройства 826, 827 отсчета времени являются моностабильными устройствами аналогового типа. Чтобы узнать оставшееся время, которое должно быть подсчитано двумя устройствами 826, 827 отсчета времени, контролирующее устройство 801 имитирует поведение указанных устройств 826, 827 отсчета времени с помощью двух программных счетчиков 828, 829. Два программных счетчика 826, 827 предварительно загружены временем, номинально соответствующим времени T1, T2 подсчета соответствующих устройств 826, 827 отсчета времени. Управляющие сигналы 208, 209 считываются контролирующим устройством 801. Когда комбинации командных сигналов 208, 818 и 209, 819 работают путем запуска или перезапуска соответствующих устройства 826, 827 отсчета времени через соответствующие логические вентили 824, 825, контролирующее устройство 801 выполняет те же операции с двумя соответствующими программными счетчиками 826, 827, таким образом, имея непрерывную информацию в реальном времени о состоянии подсчета времени соответствующих устройств 826, 827 отсчета времени.

Контролирующее устройство 701, 801 обычно поддерживает сигналы 732, 733 или 832, 833 на логическом уровне "0", делая логические вентили "ИЛИ" 734, 735 или 834, 835 прозрачными для выходных сигналов логических вентилях "И" 722, 723 или 822, 823.

Контролирующее устройство 701, 801 обычно поддерживает сигналы 720, 721 или 820, 821 на ло-

гическом уровне "1", чтобы позволить логическим элементам "И" соответственно 722, 723 или 822, 823 работать в соответствии со статусом других входных сигналов к указанным логическим элементам 722, 723 или 822, 823. Когда сигналы 720, 721 или 820, 821 поддерживаются контролирующим устройством 701, 801 на логическом уровне "1", а сигналы 732, 733 или 832, 833 поддерживаются на логическом уровне "0", устройство 703, 803 противопроскальзывания воздействует на устройства 726, 727 или 826, 827 отсчета времени и на переключающие элементы 712, 713 или 812, 813 аналогично тому, что описано для схемы на фиг. 2.

В любое время, например когда контролирующее устройство 701, 801 обнаруживает неисправность в устройстве 703, 803 противопроскальзывания, контролирующая схема 701, 801 может решить в качестве первого решения заблокировать систему противопроскальзывания, размыкая контакт 731, 831 с помощью сигналов 730, 830 или путем перевода сигналов 818, 819, или 720, 721, или 820, 821 на логический уровень "0". Кроме того, контролирующее устройство 701, 801 может принять решение заменить устройство 703, 803 противопроскальзывания, заблокировав устройство 703, 803 противопроскальзывания, переведя сигналы 720, 721 или 820, 821 на логический уровень "0" и напрямую управляя состоянием соленоидов 715, 714 или 815, 814 путем непосредственного управления переключающими элементами 712, 713 или 812, 813 через соответствующие сигналы 733, 732 или 833, 832. В этом случае алгоритм, используемый контролирующим устройством 701, 801 может иметь очень упрощенный тип, чтобы упростить сертификацию EN50128 SIL ≥ 3 , например, простой расчетный алгоритм, чувствительный к изменениям мгновенной скорости оси, и с порогом мгновенной скорости оси, ниже которого блок клапанов противопроскальзывания переводится в состояние "опорожнения" на время, достаточное для предотвращения блокировки колес.

Контролирующее устройство 701, 801 может постоянно отслеживать действия устройства 703, 803 противопроскальзывания, сравнивая индивидуальное поведение мгновенной линейной скорости каждой оси 102, 103, 104, 105 с линейной опорной скоростью транспортного средства, и одновременно наблюдать за состоянием каждого пневматического давления применительно к тормозному цилиндру, специфичного для каждой оси 102, 103, 104, 105.

Кроме того, контролирующее устройство 701, 801 может контролировать работу выходов 208, 209 устройства 703, 803 противопроскальзывания.

Состояние давления применительно к тормозному цилиндру 211 можно наблюдать как разность между тормозным давлением 215, считываемым с помощью датчика 222, и давлением в тормозном цилиндре 211, считываемым с помощью датчика 223 давления.

Состояние "наполнения", указывающее на полное торможение, соответствует значению давления в тормозном цилиндре 211, номинально равному давлению 215 торможения.

Состояние "поддержания" соответствует значению давления в тормозном цилиндре 211, постоянному и меньшему, чем тормозное давление 215. В частности, специалистам в данной области техники известно, что разница между тормозным давлением 215 и давлением в тормозном цилиндре 211 указывает на величину сцепления в точке контакта между осью и рельсом, то есть чем больше разница, тем меньше коэффициент трения.

Состояние "опорожнения", указывающее на полное отпускане тормоза, соответствует нулевому значению давления в тормозном цилиндре 211.

В отсутствие датчиков 222, 223 давления состояние давления применительно к тормозному цилиндру 211 может быть получено из состояния управляющих сигналов 208, 209 в соответствии с первоначально предоставленными определениями, то есть состояние "наполнения" соответствует отключению обоих пневматических электромагнитных клапанов, состояние "поддержания" соответствует включению только пневматического электромагнитного клапана 220, состояние "опорожнения" соответствует одновременному включению пневматических электромагнитных клапанов 220, 221.

Для каждой оси 102, ..., 105 и на основе индивидуального поведения мгновенной скорости каждой оси 102, ..., 105 с опорной скоростью транспортного средства и состоянием каждого пневматического давления применительно к тормозному цилиндру 111, ..., 114, специфичному для каждой оси 102, ..., 105, контролирующее устройство 701, 801 может решить не вмешиваться или продлить, уменьшить, перезапустить время T1, T2, связанное с каждым блоком 117, ..., 120 клапанов в соответствии с исправной работой или выявленными неисправностями.

Случаи, в которых контролирующее устройство может решить не вмешиваться или продлить время T1, T2, представлены, например, но не исключительно, на фиг. 4 и 5.

Устройство контроля может принять решение не вмешиваться, когда мгновенная линейная скорость 607 остается за пределами области 604 в течение времени, превышающего ТВ.

Случай, в котором контролирующее устройство может принять решение об уменьшении или перезапуске времени T1, T2, представлен, например, но не исключительно на фиг. 6.

Контролирующее устройство 701 может увеличить время T1, T2 устройств 726, 727 отсчета времени, соответственно, например, но не исключительно, посредством считывания остаточного времени в устройствах 726, 727 отсчета времени с помощью шин, соответственно, 724, 725, и путем повторной загрузки в указанные устройства 726, 727 отсчета времени значения времени, превышающего оставшееся

время. Контролирующее устройство 701 может сократить время T1, T2 устройств 726, 727 отсчета времени, например, но не исключительно, путем считывания остаточного времени в устройствах 726, 727 отсчета времени с помощью шин, соответственно, 724, 725, и путем повторной загрузки в указанные устройства 726, 727 отсчета времени значения времени, меньшего, чем оставшееся время, или нулевого значения.

Контролирующее устройство 801 может увеличивать время T1, T2 устройств 826, 827 отсчета времени, соответственно, например, путем прямого повторного запуска устройств отсчета времени с помощью быстрого перехода $1 \rightarrow 0 \rightarrow 1$, выполняемого для сигналов 818, 819. В этом случае устройства отсчета времени перезагрузят время, соответственно, T1, T2.

Контролирующее устройство 801 может перезапустить время T1, T2 устройств отсчета времени, соответственно, 826, 827, например, напрямую сбрасывая устройства 826, 827 отсчета времени на постоянной основе посредством постоянного перехода $1 \rightarrow 0$, выполняемого для сигналов 818, 819.

Во втором режиме контролирующее устройство 701, 801 может опосредованно повторно запустить время T1, T2, вызывая минимальную дестабилизацию системы, так что сама цепь 703, 803 противопроскальзывания напрямую повторно запускает устройства 726, 727 или 826, 827 отсчета времени. Контролирующее устройство 701, 801 может дестабилизировать систему, вызывая состояние "опорожнения" путем включения сигналов 732, 733 или 832, 833 на время, достаточное для того, чтобы вызвать снижение давления в тормозном цилиндре 221, при этом указанное уменьшение является достаточным, чтобы вывести расчетную линейную скорость 401 за верхнюю часть области 405 допустимых отклонений. В этот момент устройство противопроскальзывания, если оно активно и правильно функционирует, будет реагировать, переводя систему в состояние "наполнения", воздействуя на сигналы 208, 209 и повторно запуская устройства 726, 727 или 826, 827 отсчета времени. Кроме того, устройство противопроскальзывания вызовет попадание расчетной линейной скорости 401 в область 405 допустимых отклонений. Контролирующее устройство 701, 801 определяет правильную реакцию устройства 703, 803 противопроскальзывания путем контроля выходов 208, 209 устройства 703, 803 противопроскальзывания.

Кроме того, контролирующее устройство 701, 801 может побудить устройство 703, 803 противопроскальзывания, запросив само устройство 701, 801 противопроскальзывания, выполнить переход $1 \rightarrow 0 \rightarrow 1$ на выходах 208, 209 по запросу, сделанному через коммуникационное средство 750, 850. Этот способ особенно полезен в случае, показанном на фиг. 5, где устройство противопроскальзывания имеет тенденцию постоянно удерживать свои выходы 208, 209 в логическом состоянии "1" до тех пор, пока расчетная линейная скорость 501 оси не попадает в область 505 допустимых отклонений. Любой другой ранее описанный способ привел бы к повторному срабатыванию устройств 726, 727 или 826, 826 отсчета времени с целью увеличения времени, но не приведет к переходу выходов 208, 209, такому, который позволяет контролирующему устройству 701, 801 проверять состояние "срока службы" устройства 703, 803 противопроскальзывания.

В случае, проиллюстрированном на фиг. 7, наблюдая неисправность системы, контролирующее устройство 701, 801 может принять решение о немедленном и постоянном повторном приложении тормозного давления, воздействуя на доступные сигналы, не дожидаясь, пока устройства 726, 727 или 826, 827 сделают время T1, T2 истекшим.

Кроме того, контролирующее устройство может заменить собой устройство противопроскальзывания, как описано выше, блокируя устройство 703, 803 противопроскальзывания, переводя сигналы 720, 721 или 820, 821 на логический уровень "0" и напрямую контролируя состояние соленоидов 715, 714 или 815, 814 путем непосредственного управления переключающими элементами 712, 713 или 812, 813 через сигналы, соответственно, 733, 732 или 833, 832.

Схемы на фиг. 7 или 8 являются специфическими для каждого блока 117, 118, 119, 120 клапанов, связанного с устройством 101, 703, 803 противопроскальзывания и контролирующим устройством 701, 801.

Один способ усиления критериев, в соответствии с которым контролирующее устройство 701, 801 считает правильным поведение системы 703, 803 противопроскальзывания, заключается в том, что контролирующее устройство 701, 801 реализует непрерывный обмен сигналами квитирования с системой 703, 803 противопроскальзывания с помощью соединительных средств 750, 850, проверяя правильную реакцию устройства противопроскальзывания.

Если соединительное средство 750, 850 состоит из дискретных сигналов аппаратной связи, на фиг. 9 показан иллюстративный, но не исключительный способ: цифровой сигнал 901, принадлежащий набору дискретных сигналов 750, 850, генерируется контролирующим устройством 701, 801 и принимается устройством 703, 803 противопроскальзывания. Цифровой сигнал 902, принадлежащий набору дискретных сигналов 750, 850, генерируется устройством 703, 803 противопроскальзывания и принимается контролирующим устройством 701, 801. Сигнал 901 генерируется, например, но не исключительно, с переменной частотой. Сигнал 902 генерируется в ответ на сигнал 901, то есть устройство 703, 803 противопроскальзывания отвечает изменением A1, A2, ... An логического состояния сигнала 902 при каждом изменении S1, S2 ... Sn логического состояния сигнала 901. Устройство 703, 803 противопроскальзывания отслеживает сигнал 901 и выполняет изменения A1, A2, ... An исключительно с помощью программных

функций, интегрированных в процесс выполнения программы, относящийся к функции противоскальзывания, полностью освобожденной от выполнения при вызове прерывания. Контролирующее устройство 701, 801 считает, что состояние работоспособности устройства 703, 803 противоскальзывания является правильным, когда изменение логического состояния A1, A2, ... сигнала 902 обнаруживается в ответ на изменение логического состояния S1, S2, ... Sn сигнала 901 в течение максимального времени ТОК.

Если соединительное средство 750, 850 состоит из коммуникационного канала, иллюстративный, но не исключительный способ представлен обменом информацией, показанным на фиг. 10.

Контролирующее устройство 701, 801 имеет список 1020 из n запросов информации, доступной для отправки на устройство 703, 803 противоскальзывания. Запросы информации предоставляют, например, но не исключительно, запросы информации, относящейся к переменным состояниям системы, ответы которой заранее неизвестны, но могут быть получены в реальном времени как от контролирующего устройства 701, 801, так и от устройства 703, 803 противоскальзывания.

Контролирующее устройство 701, 801 выполняет последовательность 1001 операций циклически, например, но не исключительно, с переменной частотой на этапе 1002 выполняется генерация случайного числа в диапазоне 0-n, где n соответствует максимальному количеству возможных запросов информации, и запрос информации берется из списка 1020 запросов информации.

На этапе 1003 контролирующее устройство 701, 801 отправляет запрос информации на устройство 703, 803 противоскальзывания через коммуникационный канал, составляющий соединительное средство 750, 850.

На этапе 1012 устройство 703, 803 противоскальзывания обрабатывает ответ на запрос принятой информации.

На этапе 1013 устройство 703, 803 противоскальзывания отправляет обработанный ответ на контролирующее устройство 701, 801.

На этапе 1004 контролирующее устройство 701, 801, в свою очередь, обрабатывает ответ на запрос информации, взятый на этапе 1002 из списка запросов информации 1020.

На этапе 1005 контролирующее устройство 701, 801 проверяет соответствие между обработанным им ответом и ответом, обработанным устройством 703, 803 противоскальзывания.

В обоих описанных случаях, если контролирующее устройство 701, 801 обнаруживает неправильную реакцию со стороны устройства 703, 803 противоскальзывания, оно может принять решение немедленно перезапустить время T1, T2 и запретить работу устройства 703, 803 противоскальзывания размыканием переключающего элемента 701, 801 или переводом сигналов 720, 721, 820, 821 в логическое состояние "0".

Функции, описанные на фиг. 7 и 8, могут быть реализованы в различных альтернативных вариантах выполнения.

Контролирующая схема 701, 801 может быть реализована с помощью одного или нескольких микропроцессоров, или с помощью одной или нескольких схем FPGA, или с помощью сборки, образованной микропроцессором и схемой FPGA, в соответствии с такой архитектурой, в которой интеграция контролирующей схемы 701, 801 с системой противоскальзывания приводит к общему уровню безопасности функции противоскольжения SIL ≥ 3 согласно EN50126.

Функциональные возможности, соответствующие части схемы, содержащейся внутри пунктирной линии 760, могут опционально быть полностью реализованы в программном режиме в микропроцессорах или FPGA, составляющих контролирующее устройство 701.

Переключающие элементы 704, 710, 731 или 804, 810, 831 могут представлять собой реле или твердотельные устройства.

Ограничения показанного выше варианта выполнения составляют предпочтительный в настоящее время вариант выполнения, но могут быть изменены без отступления от более широкого объема, определенного в основном пункте формулы изобретения.

Полученное таким образом преимущество состоит в том, что получают решение, которое устраняет контрпродуктивные случаи, связанные с известными устройствами противоскальзывания, благодаря решению, имеющему сложность и меньшие затраты.

Были описаны различные аспекты и варианты выполнения способа реализации контролирующего устройства согласно изобретению. Понятно, что каждый вариант выполнения может быть объединен с любым другим вариантом выполнения. Более того, изобретение не ограничивается описанными вариантами выполнения, но может изменяться в пределах объема, определенного прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Контролирующее устройство (701, 801) для отслеживания работы устройства (703, 803) противоскальзывания железнодорожной тормозной системы, при этом указанное устройство противоскальзывания выполнено с возможностью

получения сигналов мгновенной скорости по меньшей мере двух осей (102, ..., 105);
управления давлениями в тормозных цилиндрах (111, ..., 114), связанных с указанными осями (102, ..., 105), посредством блоков (117, ..., 120) электроклапанов;
предотвращения блокировки осей (102, ..., 105) и управления проскальзыванием указанных осей (102, ..., 105) путем управления давлениями в тормозных цилиндрах (111, ..., 114), связанных с указанными осями (102, ..., 105), посредством указанных блоков (117, ..., 120) электроклапанов,
причем каждый блок из указанных блоков (117, ..., 120) электроклапанов содержит два пневматических электромагнитных клапана (220, 221); при этом каждый пневматический электромагнитный клапан (220, 221) имеет устройство (210, 212, 726, 727, 826, 827) отсчета времени, выполненное с возможностью измерения времени подачи питания на соответствующий пневматический электромагнитный клапан (220, 221), причем каждый блок выполнен с возможностью создания сигнала, отключающего указанный соответствующий пневматический электромагнитный клапан (220, 221), если измеренное время подачи питания на соответствующий пневматический электромагнитный клапан (220, 221) превышает заранее заданное предварительно загруженное значение времени (T1, T2),
причем контролирующее устройство (701, 801) выполнено с возможностью
получения расчетных мгновенных линейных скоростей (301, ..., 304), связанных с осями (102, ..., 105), управляемыми указанным устройством (703, 803) противопроскальзывания;
сравнения указанных расчетных мгновенных линейных скоростей (301, ..., 304), связанных с осями (102, ..., 105), с линейной опорной скоростью (306) железнодорожного транспортного средства;
отслеживания состояния давлений в тормозных цилиндрах (111, ..., 114);
определения для каждой оси в фазе проскальзывания, правильно ли работает указанное устройство противопроскальзывания (703, 803) или оно работает неправильно в зависимости от заранее заданных рабочих условий, включая заранее заданные тенденции каждой из расчетных мгновенных линейных скоростей (301, ..., 304), связанных с осями (102, ..., 105) в фазе проскальзывания, относительно опорной линейной скорости (306) железнодорожного транспортного средства, в сочетании с каждым из давлений в тормозных цилиндрах (111, ..., 114), связанных с осями (102, ..., 105);
поддержания, уменьшения или отмены предварительно загруженного значения времени (T1, T2) по меньшей мере в одном из устройств (726, 727, 826, 827) отсчета времени, связанных с осями (102, ..., 105) в фазе проскальзывания, во время выполнения подсчета указанного предварительно загруженного времени (T1, T2) указанными устройствами (726, 727, 826, 827) отсчета времени, когда контролирующее устройство (701, 801) определяет, что устройство противопроскальзывания (703, 803) работает неправильно.

2. Контролирующее устройство (701, 801) по п.1, дополнительно выполненное с возможностью поддержания или увеличения предварительно загруженного значения времени (T1, T2) по меньшей мере в одном устройстве (726, 727, 826, 827) отсчета времени во время подсчета указанного предварительно загруженного времени (T1, T2) указанными устройствами (726, 727, 826, 827) отсчета времени, связанными с осями (102, ..., 105) в фазе проскальзывания, когда указанное контролирующее устройство определяет, что устройство противопроскальзывания (703, 803) работает правильно.

3. Контролирующее устройство (701, 801) по любому из пп.1 или 2, в котором определяется, что указанное устройство противопроскальзывания (703, 803) работает правильно, если оси в состоянии проскальзывания принимают одно из следующих заранее заданных рабочих условий:

расчетная мгновенная линейная скорость (401) осей попадает в область (405) допустимых значений, по меньшей мере, в течение заранее заданного времени (TP1);

расчетная мгновенная линейная скорость (501) осей характеризуется наличием мгновенного ускорения, превышающего заданный порог (As) ускорения, по меньшей мере, в течение заранее заданного времени (TP2).

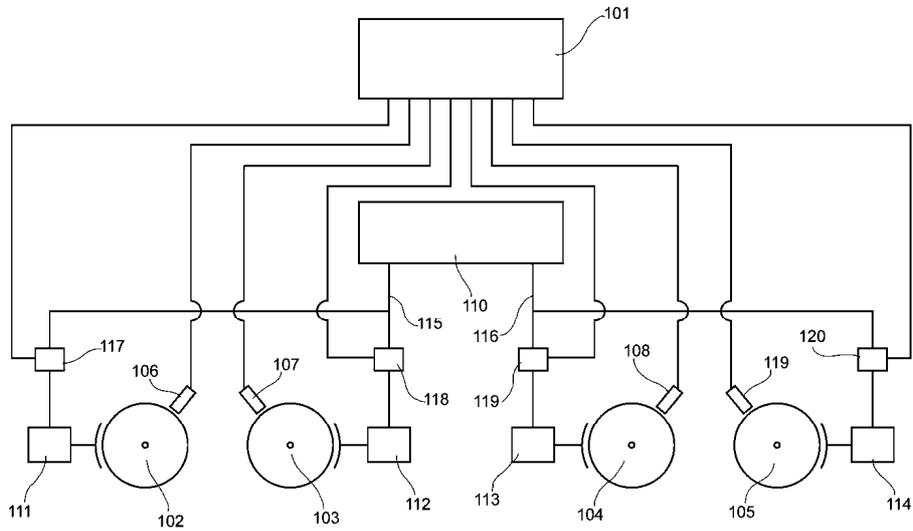
4. Контролирующее устройство (701, 801) по любому из предшествующих пунктов, в котором определяется, что указанное устройство противопроскальзывания (703, 803) работает неправильно, если по меньшей мере одна ось в состоянии проскальзывания принимает одно из следующих заранее заданных условий эксплуатации:

значение мгновенного давления (604) тормозного цилиндра, связанного с указанной по меньшей мере одной осью в состоянии проскальзывания, представляет состояние "поддержания", при котором значение давления в тормозном цилиндре поддерживается постоянным, или состояние "опорожнения", при котором значение давления в тормозном цилиндре равно нулю, одновременно со значением (606) мгновенной линейной скорости, связанным с указанным мгновенным давлением (604), которая характеризуется тем, что она номинально равна линейной опорной скорости транспортного средства (602) в течение заранее заданного времени (TP3);

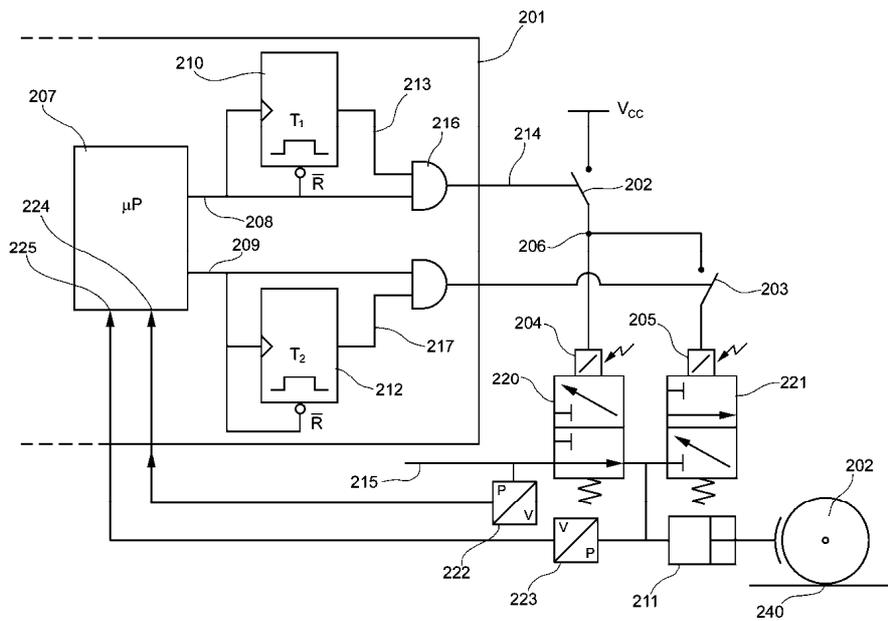
значение мгновенного давления (604) тормозного цилиндра, связанного с указанной по меньшей мере одной осью в состоянии проскальзывания, представляет состояние "поддержания" или "опорожнения" одновременно со значением (607) мгновенной линейной скорости, связанным с указанным мгновенным давлением (604), которая характеризуется изменением за пределами области (605) допустимых значений с ускорением, меньшим, чем заданное значение (As), в течение заранее заданного времени

(ТРЗ).

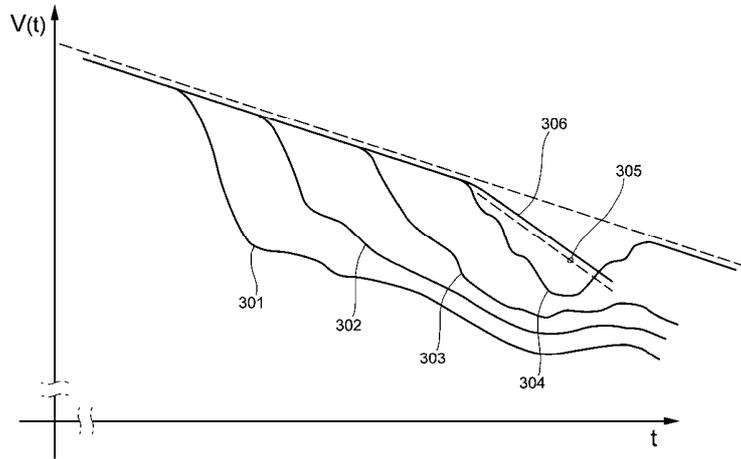
5. Контролирующее устройство (701, 801) по любому из предшествующих пунктов, в котором определяется, что указанное устройство противоскользвания (703, 803) работает неправильно, если процедура непрерывного управления между контролирующим устройством (701, 801) и устройством (703, 803) противоскользвания установлена неправильно.



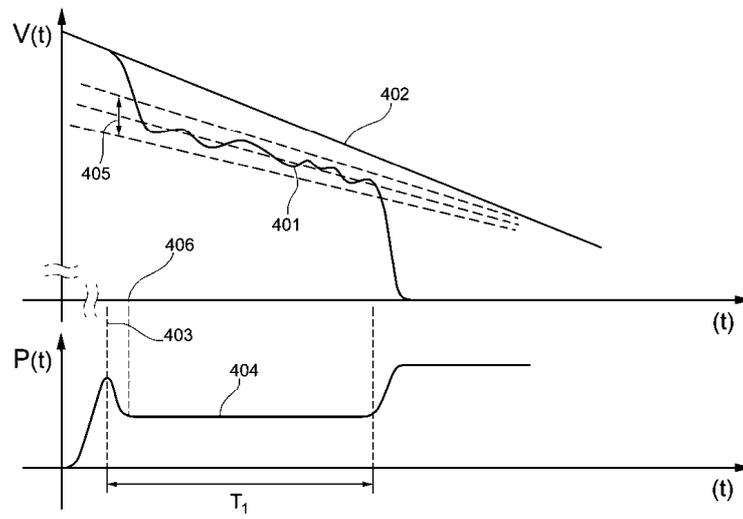
Фиг. 1



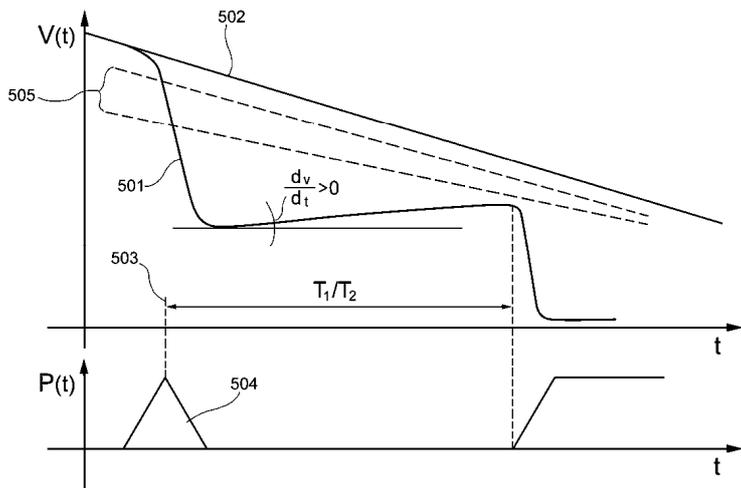
Фиг. 2



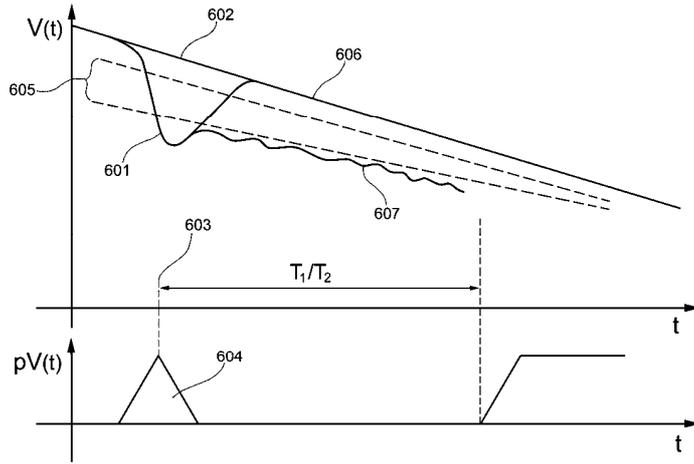
Фиг. 3



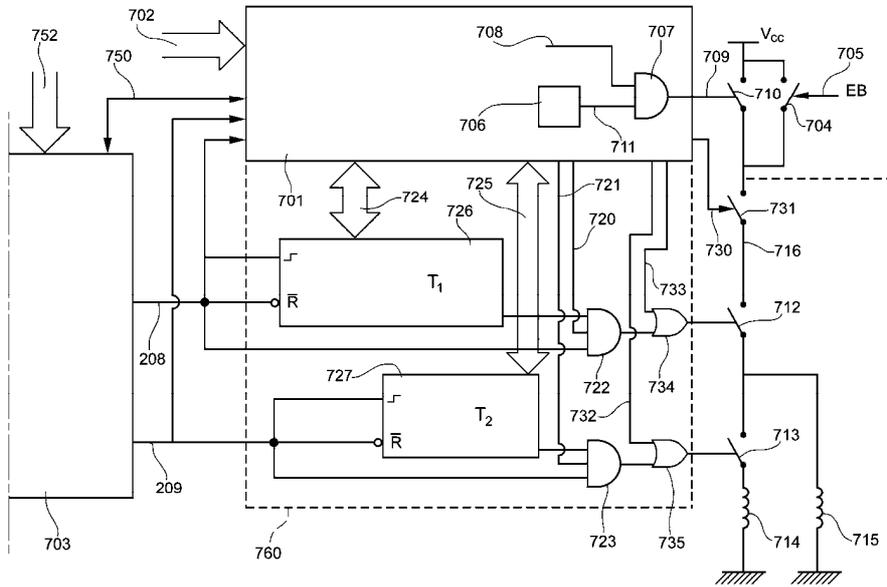
Фиг. 4



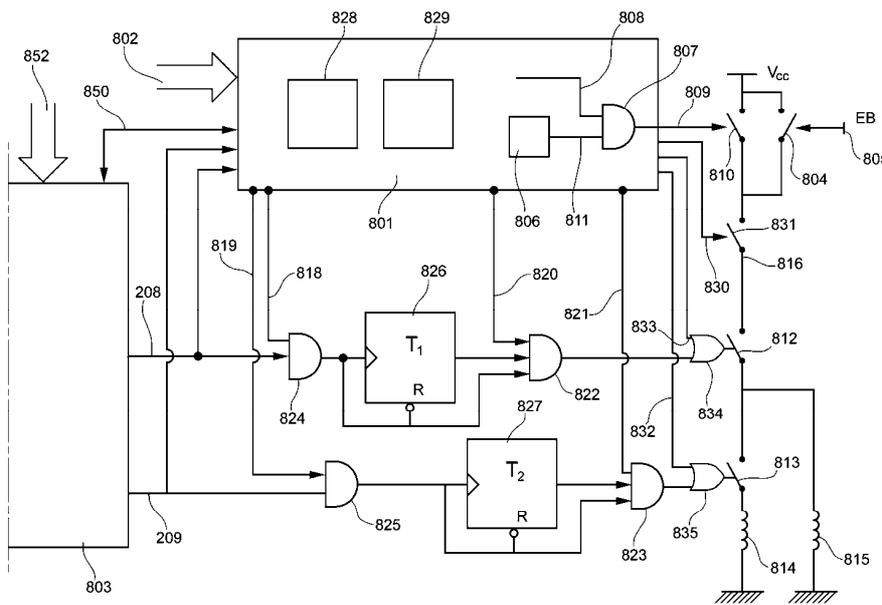
Фиг. 5



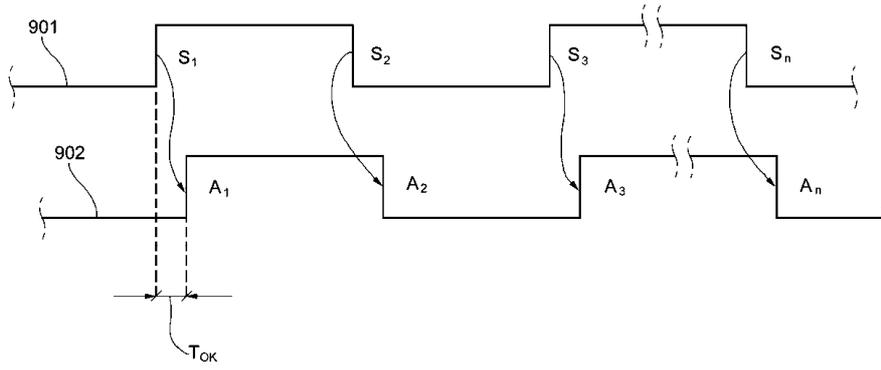
Фиг. 6



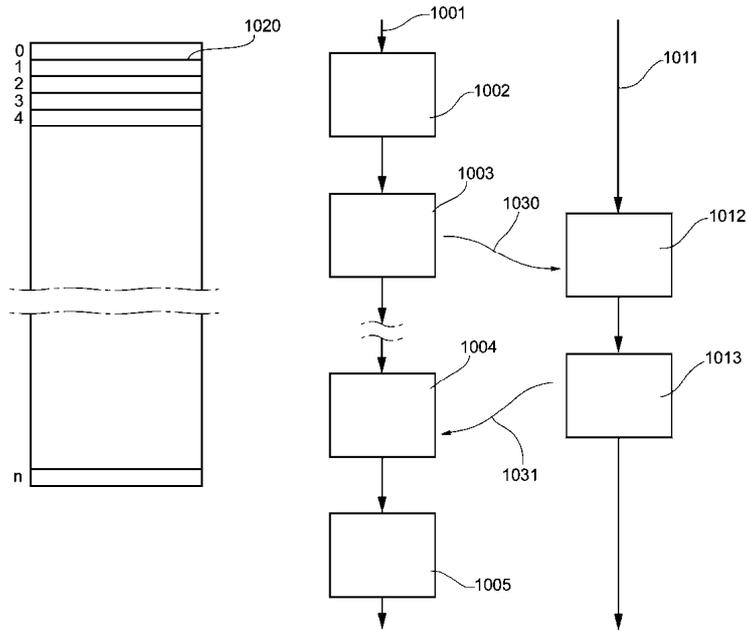
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10

