

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044164**

(13) **B1**

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

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2023.07.27**

**(21)** Номер заявки  
**202191018**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2019.10.30**

**(51)** Int. Cl. **B61B 13/08** (2006.01)  
**B61B 13/10** (2006.01)  
**B61F 5/02** (2006.01)  
**B60L 13/04** (2006.01)

---

**(54) ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО С НАКЛОНЯЕМЫМ КУЗОВОМ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СИСТЕМА С ТАКИМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ**

---

**(31)** P.427623

**(32)** 2018.10.30

**(33)** PL

**(43)** 2021.07.27

**(86)** PCT/EP2019/079708

**(87)** WO 2020/089320 2020.05.07

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:

**ХИПЕР ПОЛАНД  
СПУЛКА З ОРГАНИЧОНА  
ОДПОВЕДЗЯЛНОСЦЯ (PL)**

**(72)** Изобретатель:

**Радзишевский Павел, Кублин Томаш,  
Святек Гжегож (PL)**

**(74)** Представитель:

**Гольшко Н.Т., Вашина Г.М. (RU)**

**(56)** WO-A2-2012101535

JP-A-H05162643

US-A1-2018186389

DE-A1-2156366

JP-B2-5184111

KR-B1-101881002

WO-A1-0130630

---

**(57)** В изобретении предложена железнодорожная система (1), содержащая железнодорожное транспортное средство (2), выполненное с возможностью перемещаться по направляющей системе (3). Упомянутое железнодорожное транспортное средство содержит шасси (4) и кузов (5), поддерживаемый на шасси (4) через поворотное соединение (6) с возможностью вращения. Железнодорожное транспортное средство (2) снабжено также силовым поворотным приводом (7), содержащим исполнительный орган (12) и систему управления (14), соединенную с исполнительным органом (12) и с датчиками для осуществления упомянутого вращения кузова (5) относительно шасси (4) и контроля над этим вращением. Кузов (5) установлен на шасси (4) через поворотное соединение (6) с возможностью вращения вокруг оси вращения (P), которая относительно шасси (4) неподвижна, причем масса кузова распределена таким образом, что его центр тяжести (CG) расположен ниже оси вращения (P), а силовой поворотный привод (7) выполнен с возможностью способствовать пассивному вращению кузова относительно шасси и амортизирует это вращение за счет усилия, порождаемого центробежной силой, действующей на центр тяжести кузова относительно оси вращения (P).

---

**044164 B1**

**044164 B1**

### **Область техники, к которой относится предлагаемое изобретение**

Предлагаемое изобретение относится к железнодорожной системе, имеющей в своем составе железнодорожное транспортное средство с наклоняемым кузовом. Предлагаемое железнодорожное транспортное средство может использоваться в железнодорожных системах с вакуумным туннелем на путях магнитной подушки или же в системах без вакуумного туннеля и на обычных рельсовых путях.

### **Предпосылки создания предлагаемого изобретения**

Известны железнодорожные транспортные средства с кренящим механизмом, обеспечивающим боковой наклон кузова для компенсации центробежных сил при движении транспортного средства по кривой. Для частичной компенсации центробежных сил путям на кривых участках часто придают наклон. Во многих железнодорожных сетях угол наклона пути обычно ограничен значением  $8^\circ$  или меньше. Угол наклона зависит от скорости транспортного средства, поэтому угол наклона вагонного кузова в зависимости от скорости может регулировать механизм активного кренения.

Скорость железнодорожных транспортных средств повышается, и в существующие инфраструктуры внедряются новые железнодорожные транспортные средства, поэтому могут потребоваться углы наклона большие, чем могут обеспечить существующие системы. Кроме того, в существующих системах для осуществления наклона кузова потребуются большая мощность, что приведет к увеличению веса транспортного средства ввиду более высоких требований к мощности и увеличенного энергопотребления.

Очень высокие скорости достигаются транспортными средствами на магнитной подушке в системах с вакуумным туннелем, и требования к весу и мощности известного механизма кренения негативно сказываются на эксплуатационных характеристиках поезда и комфорте. Кроме того, более высокие требования к системе управления наклоном негативно сказываются также на надежности и безопасности.

### **Краткое описание предлагаемого изобретения**

Ввиду вышеизложенного цель предлагаемого изобретения состоит в создании железнодорожной системы, имеющей в своем составе транспортные средства с наклоняемым кузовом, которая имела бы хорошие эксплуатационные характеристики, обеспечивала комфортные условия во время движения и имела низкое энергопотребление.

Задачей изобретения является также создание железнодорожных транспортных средств с наклоняемым кузовом, легко приспособляемых к надежной и экономичной работе как на низких, так и на высоких скоростях.

Выгодно создание железнодорожной системы с железнодорожными транспортными средствами с наклоняемым кузовом, обеспечивающими безопасность даже при аварии источников энергоснабжения.

Выгодно иметь возможность легко приспособить железнодорожную систему к работе в вакуумном туннеле на путях магнитной подушки с очень высокими скоростями движения при обеспечении надежности и безопасности и низком энергопотреблении.

Цели изобретения достигнуты созданием системы по п.1 формулы изобретения.

Ниже раскрыта железнодорожная система, имеющая в своем составе железнодорожное транспортное средство, выполненное с возможностью совершать движение по направляющей системе, причем упомянутое железнодорожное транспортное средство содержит шасси и кузов, поддерживаемый на шасси через поворотное соединение с возможностью вращения. Кроме того, железнодорожное транспортное средство содержит поворотный привод, имеющий исполнительный орган и управляющий узел, соединенный с исполнительным органом и датчиками для осуществления вращательного движения кузова относительно шасси и контроля над этим движением. Кузов установлен на шасси с возможностью вращения вокруг оси вращения, которая неподвижна относительно шасси, при этом масса кузова распределена таким образом, что его центр тяжести расположен ниже оси вращения, а поворотный привод выполнен с возможностью способствовать пассивному вращению кузова относительно шасси и амортизировать это вращение за счет порождаемого центробежной силой, действующей на центр тяжести кузова, крутящего момента относительно оси вращения.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов осуществления предлагаемого изобретения исполнительный механизм поворотного привода содержит по меньшей мере один набор электромагнитов, которые расположены на кузове и/или шасси и через магнитное поле связаны по меньшей мере с одним из ферромагнитных элементов на шасси и/или кузове, соответственно, с образованием электромагнитного двигателя, обеспечивающего возможность вращения кузова относительно шасси.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов упомянутый по меньшей мере один набор электромагнитов установлен на кузове.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов упомянутый по меньшей мере один набор электромагнитов установлен на внешней периферии кузова.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов электромагниты расположены вокруг верхнего края кузова.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов электромагниты расположены вокруг нижнего края кузова.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов упомянутый по меньшей мере один набор

ответных магнитных элементов электромагнитного двигателя установлен на наружном корпусе или раме шасси.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов упомянутый по меньшей мере один набор ответных магнитных элементов электромагнитного двигателя установлен на стеновой части туннеля направляющей системы.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов железнодорожное транспортное средство содержит совокупность кузовов, соединенных между собой соединительными звеньями, имеющими трубчатый участок из податливого материала, обеспечивающего определенную степень упругого углового смещения между соседними кузовами.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов железнодорожная система дополнительно содержит ограничитель поворотного соединения, содержащий подвижный палец, подвижно установленный на кузове или на шасси с возможностью введения в углубления (имеется по меньшей мере одно), выполненные в шасси или кузове, соответственно. Упомянутый подвижный палец активно удерживается в разблокированном положении и пассивно перемещается пружиной в заблокированное положение в углублении с ограничением, таким образом, амплитуды поворота кузова относительно шасси в фиксированном положении.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов упомянутый ограничитель поворотного соединения содержит по меньшей мере одну пару подвижных пальцев.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов упомянутое углубление ограничителя поворотного соединения содержит мелкий участок и глубокий участок, причем мелкий участок образует дугу, угловой размер которой больше, чем угловой размер дуги, образуемой глубоким участком.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов упомянутое поворотное соединение содержит периферический подпятник, содержащий ролики, расположенные между шасси и кузовом по дуге с угловым размером ( $\alpha$ ) по нижней периферии кузова.

В другом варианте поворотное соединение содержит центральный подпятник, согласованный с осью вращения.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов осуществления предлагаемого изобретения упомянутая направляющая система содержит путь магнитной подушки и вакуумный туннель.

Другие цели и преимущества изобретения станут ясны из формулы изобретения и последующего подробного описания со ссылками на прилагаемые графические материалы (чертежи).

#### **Краткое описание прилагаемых чертежей**

Далее изобретение описывается со ссылками на прилагаемые чертежи, которыми иллюстрируются варианты осуществления изобретения.

На фиг. 1 схематично изображено железнодорожное транспортное средство согласно одному варианту осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 2 схематично изображено железнодорожное транспортное средство согласно другому варианту осуществления изобретения.

На фиг. 3 схематично изображена часть железнодорожного транспортного средства согласно одному варианту осуществления изобретения; здесь показано соединение между кузовами железнодорожного транспортного средства.

На фиг. 4 изображена блок-схема процесса управления углом наклона кузова железнодорожного транспортного средства согласно одному варианту осуществления изобретения.

На фиг. 5 схематично и упрощенно изображена часть железнодорожного транспортного средства; здесь показано взаимное расположение оси вращения и центра тяжести кузова.

На фиг. 6 железнодорожное транспортное средство согласно одному варианту осуществления изобретения схематично и упрощенно изображено в поперечном сечении.

На фиг. 7 схематично и упрощенно в поперечном сечении изображено железнодорожное транспортное средство согласно другому варианту осуществления изобретения в направляющей системе.

На фиг. 8 схематично и упрощенно в поперечном сечении изображено железнодорожное транспортное средство согласно другому варианту осуществления изобретения; здесь показан периферический подпятник кузова транспортного средства.

На фиг. 9а схематично и упрощенно в поперечном сечении изображен кузов железнодорожного транспортного средства согласно одному варианту осуществления изобретения; здесь показан ограничитель поворотного соединения.

На фиг. 9b на виде, подобном представленному на фиг. 9а, ограничитель поворотного соединения изображен в заблокированном положении.

На фиг. 9с схематично и упрощенно в продольном разрезе изображен ограничитель поворотного соединения в свободном положении.

На фиг. 9d на виде, подобном представленному на фиг. 9с, ограничитель поворотного соединения изображен в заблокированном положении.

На фиг. 9е на виде, подобном представленному на фиг. 9с, ограничитель поворотного соединения изображен в частично заблокированном положении.

### Подробное описание вариантов осуществления предлагаемого изобретения

Предлагаемая железнодорожная система включает железнодорожное транспортное средство 2, направляемое направляющей системой 3, содержащей путь, который может представлять собой как рельсовый путь для колесных поездов, так и путь магнитной подушки. В некоторых вариантах направляющая система может содержать железнодорожный туннель 26, который может быть выполнен, в частности, с возможностью создания в этом туннеле разрежения ("вакуумная труба"). Указанные направляющие системы 3, которые могут быть использованы для целей изобретения, сами по себе известны, и их нет необходимости здесь описывать подробно.

Таким образом, изобретение может быть осуществлено с железнодорожными системами различных типов, включая рельс электромагнитной подвески или рельс электродинамической подвески, работающий при атмосферном давлении или в условиях пониженного давления (то есть, вакуумные системы, такие как вакуумный поезд типа "вактрейн" или "гиперпетля"), а также с известными железнодорожными системами, в том числе с трамвайными сетями и метро, в которых используются колесные транспортные средства, на шасси которых имеются наклоняемые части.

Железнодорожное транспортное средство 2 имеет по меньшей мере одно шасси 4 и по меньшей мере один кузов 5, установленный на шасси 4 с помощью поворотного соединения 6. Кузов 5 установлен на шасси 4 с возможностью вращения относительно шасси вокруг оси вращения Р. Ось вращения Р находится в неподвижном или фактически неподвижном положении относительно шасси 4; таким образом, кузов 5 имеет возможность вращения относительно шасси без какого-либо поступательного перемещения. Следует заметить, что это отличает изобретение от известных систем, в которых ось центра вращения кузова имеет также составляющую поступательного перемещения. Одно из преимуществ изобретения состоит в том, что оно при необходимости может быть вписано в железнодорожные габариты существующих инфраструктур с обеспечением больших, чем у обычных транспортных средств, угловых смещений кузова для работы на более высокой скорости или для большего комфорта езды на искривленных участках пути.

Шасси 4 содержит орган взаимодействия 11 с путем, который может иметь колеса для качения по рельсовому пути для колесных поездов или систему магнитной левитации для бесконтактного взаимодействия с путем магнитной подушки; эта система может быть решена в разных видах, и эти решения сами по себе известны в отрасли. Орган взаимодействия с путем может также представлять собой комбинацию колесной системы с системой магнитной подушки, используемых на разных путях, соответственно, на низких скоростях и на высоких скоростях, что может иметь место, например, при интеграции в существующую инфраструктуру. Кроме того, шасси 4 снабжено системой привода, которая может содержать двигатель для обеспечения движущей силы для железнодорожного транспортного средства 2.

Кроме того, железнодорожное транспортное средство имеет силовой поворотный привод 7 для осуществления вращения кузова относительно шасси 4 вокруг оси вращения Р. В одном из вариантов осуществления изобретения этот силовой поворотный привод содержит исполнительный орган 12 электроприводом, который установлен на шасси 4 и соединен с кузовом посредством механической или электромагнитной трансмиссии. В других вариантах силовой поворотный привод 7 содержит электрический исполнительный орган 12, содержащий элементы 30а электромагнитного двигателя, установленные в кузове 5 и находящиеся в электромагнитном взаимодействии с ответными элементами 30b в шасси 4, как показано на фиг. 6 и 8. Возможен вариант, когда ответные элементы 30b электромагнитного двигателя установлены в железнодорожном туннеле 26, как схематично показано на фиг. 7.

Кроме того, силовой поворотный привод 7 имеет в своем составе систему управления 14, соединенную с датчиками, в число которых входят по меньшей мере датчик для измерения углового положения кузова 5 относительно шасси 4 и датчик 14b для измерения центробежных сил, это может быть, например, инерциальный датчик. Для измерения относительного положения и смещения кузова относительно шасси можно использовать различные известные в отрасли датчики положения, например, оптические, магнитные, емкостные или индуктивные датчики, или же их комбинации. Кроме того, датчики положения могут быть независимыми и/или встроенными в систему привода. Центробежные (инерциальные) датчики также хорошо известны и не нуждаются здесь в дальнейшем описании.

Система управления 14 силовым поворотным приводом содержит блок регулирования 14а, 14с, принимающий сигналы от датчиков и соединенный с исполнительным органом 12 контуром регулирования, стремящимся уменьшить центробежную силу до нулевой величины или до величины, близкой к нулю, в пределах интервала углового перемещения кузова относительно шасси. Блок регулирования может содержать, например, вычислительный узел 14а, соединенный с контроллером 14с времени исполнения.

В зависимости от выбранных параметров центробежная сила может быть скомпенсирована величиной наклона не полностью, так что боковая сила относительно пола кузова может попадать в интервал  $\pm 0,05 \text{ Г}$  (то есть, приблизительно от  $-0,34 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$  до  $+0,34 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$ ) или иметь любую величину, которая может быть сочтена допустимой боковой силой, действующей на грузы или пассажиров, находящиеся в кузове железнодорожного транспортного средства. Угловой интервал тоже зависит от допустимых нагрузок, определенных инструкциями и стандартами, в частности, железнодорожными стандартами, со-

гласно которым боковая и вертикальная нагрузки не могут превышать 0,15 Г, что задает угловой интервал  $\pm 29,6^\circ$ .

В некоторых вариантах осуществления изобретения кузов 5 выполнен с возможностью вращения относительно шасси 4 в угловом интервале  $\pm 45^\circ$  относительно гравитационной вертикали. Угловой интервал зависит от максимальной скорости железнодорожного транспортного средства и радиуса кривизны пути, по которому транспортное средство едет с этой скоростью. Преимущество предлагаемого изобретения состоит в том, что угловой интервал не ограничен и может иметь величину, требуемую с точки зрения вращения кузова относительно шасси вокруг статической оси вращения.

Чтобы поспособствовать вращению кузова 5 и обеспечить амортизацию для устранения или уменьшения колебаний кузова относительно шасси, предусмотрен контур управления с обратной связью S1-S4. Сигналы от измерительных датчиков подаются S1 в вычислительный узел, где они обрабатываются S3, после чего передаются в контроллер, преобразующий S4 их в команды, которые получает S5 исполнительный орган для приведения кузова во вращение.

В первом варианте осуществления изобретения, показанном на фиг. 1, кузов 5 соединен с шасси 4 через поворотное соединение 6, имеющее центральный подпятник, согласованный с осью вращения Р. В этом варианте поворотный привод имеет исполнительный орган 12, который содержит двигатель 19, соединенный через трансмиссию 21 с элементом, неподвижно скрепленным с кузовом, например с шестеренкой на центральном вале, соединенной с коробкой передач, составляющей часть трансмиссии 21. Различные механические и электромагнитные исполнительные органы сами по себе известны и могут быть реализованы в объеме изобретения. Центральный подпятник может быть выполнен в виде роликового подпятника или смазываемого подпятника скользящего трения; такие подпятники сами по себе известны в отрасли и не нуждаются в дальнейшем описании.

Во втором варианте осуществления изобретения, проиллюстрированном на фиг. 2, поворотное соединение 6 имеет периферический подпятник, взаимодействующий с трубчатой частью кузова 5, например с трубчатым корпусом кузова 5. В этом варианте соседние кузова 5 соединены междукузовным соединительным звеном 9, которое может быть подвижным, в частности, упруго подвижным соединительным звеном, позволяющим соседним кузовам прокручиваться друг относительно друга на определенный угол для учета изменяющегося крена кузовов в зависимости от действующих на них центробежных сил. Междукузовное соединительное звено 9 может содержать армированный трубчатый соединительный элемент, выполненный из эластомерного материала с армирующими волокнами в нем для ограничения упругой деформации соединительного звена заданным интервалом. Пример подходящего материала: каучукосодержащий материал, армированный арамидным волокном или металлическими прутками. Относительное вращение кузовов, возникающее от разницы углов, может быть осуществлено скручиванием такого материала или, например, на радиальных уплотнениях вала.

Периферийный подпятник 17 с обеспечением преимущества может содержать ролики 17а, они установлены на нижней части шасси 4, и на них установлен кузов 5. Кузов 5 имеет участок цилиндрической формы (имеет осевую симметрию относительно оси вращения Р), простирающийся, по меньшей мере частично, над нижней частью кузова на угол  $\alpha$ , который обеспечивает возможность вращения кузова на заданный максимальный угол наклона. Несущая поверхность 17b на кузове 5 может быть снабжена покрытием из материала повышенной твердости и роликами с дополняющей поверхностью, которая может иметь ту же или меньшую твердость, так что обеспечены низкий износ и высокая долговечность. В одном из вариантов ролики фиксированно соединены с кузовом 5 и прокатываются по дополняющей опорной поверхности, зафиксированной на шасси, однако это решение не обеспечивает таких преимуществ, как в первом варианте.

Еще в одном варианте осуществления изобретения в периферическом подпятнике вместо роликов использована пневматическая или магнитная подушка, обеспечивающая фактически бесконтактное опирание кузова 5 на шасси 4. Пневматическую опорную подушку можно регулировать, повышая давление при возникновении центробежной силы и обеспечивая возможность вращения кузова относительно шасси с низким коэффициентом трения. Объемом изобретения охватывается также комбинация роликов с пневматической подушкой. Можно отметить, что для уменьшения трения или для выведения кузова из контакта с шасси при вращении кузова относительно шасси может быть использована также магнитная подушка.

В одном из аспектов изобретения центр тяжести CG кузова 5 находится ниже оси вращения Р кузова 5. На вышедшее на искривленный участок пути транспортное средство действует центробежная сила, которая, будучи приложенной к кузову, порождает крутящий момент относительно оси вращения, кренящий кузов относительно шасси в сторону устранения боковых сил, действующих на содержимое кузова. В отсутствие трения между кузовом и шасси при вращательном движении центробежная сила, действующая на центр тяжести, обеспечивала бы полную компенсацию центробежной силы с устранением боковых сил, действующих на пассажиров или грузы в кузове. Однако из-за трения и сил инерции, возникающих из-за изменений высоты пути или его неровностей, поворотный привод, получающий информацию от датчиков положения и инерциальных датчиков, помогает вращению, преодолевая силы трения,

и амортизирует колебания вращательного движения кузова, а также уменьшает избыточное ускорение от сил инерции. Для комфорта пассажиров при поездке важно также уменьшить не только ускорение, но и рывки, возникающие при изменении ускорения. Амортизирующая и усилительная функция поворотного привода служит также для управления возвращением кузова в нейтральное или вертикальное положение при выходе из искривленного участка пути. Таким образом, поворотный привод 7 для осуществления таких действий требует меньшей мощности, чем полностью активная система наклона, так как главное вращающее усилие обеспечено действующей на кузов центробежной силой. По сравнению с известными системами наклона более низкая мощность, требуемая для осуществления наклона, приводит также к снижению веса и понижению энергопотребления, и то и другое обеспечивает преимущество с точки зрения производительности и экономии энергии.

Как видно на фиг. 6, исполнительный орган 12 поворотного привода содержит электромагнитный двигатель, совместно образованный кузовом 5 и наружным корпусом или рамой 15 опорной части 13 шасси 4. В другом варианте, который проиллюстрирован на фиг. 7, поворотный привод содержит электромагнитный двигатель, совместно образованный кузовом 5 и частью железнодорожного туннеля 26 направляющей системы 3, например, верхней стеновой частью 26а туннеля.

Исполнительный орган содержит электромагниты 30а, установленные на кузове 5, например, по внешней периферии верхней части стенки кузова 5, как показано на фиг. 6, 7 и 8, причем эти электромагниты соединены с системой управления 14. Электромагниты 30а через магнитное поле связаны с магнитными элементами 30b, расположенными на корпусе 15 или на стенке туннеля 26. В качестве магнитных элементов 30b могут быть использованы постоянные магниты или электромагниты. Возможен вариант, когда магнитные элементы 30b выполнены из магнитно-мягкого материала, образуя совместно с электромагнитами 30а реактивный синхронный электродвигатель. Электромагниты 30а, взаимодействующие с магнитными элементами 30b через воздушный зазор, образуют двигатель, обеспечивающий возможность создания крутящего момента относительно оси вращения Р кузова.

В предпочтительных вариантах осуществления изобретения элементы двигателя, установленные на кузове, выполнены как электромагниты, соединенные с блоком регулирования поворотного привода, установленным в железнодорожном транспортном средстве 2, так что активное управление наклоном выполняется непосредственно управляющим узлом, находящимся в железнодорожном транспортном средстве. В вариантах, проиллюстрированных на фиг. 6 и 8, оба компонента (30а и 30b) двигателя поворотного соединения находятся в железнодорожном транспортном средстве, поэтому электромагниты могут быть расположены на кузове 5 или на наружном корпусе или раме 15 шасси 4, или же и на кузове 5, и на наружном корпусе или раме 15 шасси 4.

Возможен вариант, когда элементы двигателя исполнительного органа 12 поворотного привода 7 расположены также в нижней части кузова по периферии его поперечного сечения, например, рядом с периферическим подпятником, будучи встроенными в него, или же отделенными от него.

В вариантах, подобных проиллюстрированному на фиг. 7, в случае, когда ответные элементы 30b электромагнитного двигателя установлены на железнодорожном туннеле 26, они могут быть выполнены в виде электромагнитов, приводимых в действие только на участках, по которым проезжает поезд, подобно тому, как это имеет место для поездов на воздушной подушке, где электромагниты включают последовательно по пути перемещения транспортного средства.

Как показано на фиг. 9а-9е, железнодорожное транспортное средство может иметь ограничитель 8 поворотного соединения, который ограничивает амплитуду вращения кузова относительно шасси, в частности, в случае аварии источника энергоснабжения поворотного привода. Во избежание резких колебаний кузова при аварии источника энергоснабжения поворотного привода желательно зафиксировать положение кузова относительно шасси. Кроме того, ограничитель 8 поворотного соединения может быть использован для предотвращения избыточного проворачивания кузова относительно шасси в случае неполадок в работе поворотного привода. Как можно видеть на фиг. 9а-9е, ограничитель 8 поворотного соединения может содержать подвижные пальцы 16, выполненные с возможностью введения в углубление 22, при этом пальцы и соответствующее им углубление выполнены на кузове и шасси соответственно. Каждый подвижный палец перемещается со скольжением и отклоняется пружиной 18 в сторону углубления и связан с электромагнитным, пневматическим или гидравлическим исполнительным органом, выполненным с возможностью удерживать палец 16 вне углубления. После пропадания питания исполнительного органа наклона исполнительный орган пальца выключается и пружина вводит подвижные пальцы в углубление 22.

Преимущество обеспечивает решение, когда углубление 22 имеет мелкий участок 22а, простирающийся по дуге с угловым размером  $\beta$ , например, в интервале от 40 до 120°, и глубокий участок 22b, образованный в пределах мелкого участка 22а и простирающийся по дуге с угловым размером  $\phi$ , который меньше угла  $\beta$ .

Как можно видеть на фиг. 9а, в случае аварии источника энергоснабжения при движении транспортного средства по кривой кузов совершает вращательное движение, выходя из среднего положения, и чтобы обеспечить возможность движения с высокой скоростью, два подвижных пальца 16 вводятся в

углубление 22, при этом один палец, а именно 16b, входит прямо в глубокий участок 22b углубления, а другой палец, 16a, попадает в мелкий участок 22a углубления. Этим предотвращается неуправляемое вращение кузова на угол, превышающий допустимую величину, и как только транспортное средство выходит на прямой участок пути, выходя из кривой, кузов сам приходит в вертикальное положение и в этот момент оба пальца входят в глубокий участок 22b углубления, как показано на фиг. 9b. Этим обеспечивается вертикальное положение кузова относительно шасси 4 и предотвращается дальнейшее вращение кузова.

Как можно видеть на фиг. 9a, пара пальцев может быть единственной, но может быть предусмотрено и больше одной пары пальцев, как показано на фиг. 9b. Кроме того, в пределах объема изобретения может быть предусмотрено решение, когда углублений больше одного. В частности, каждый палец может взаимодействовать со своим углублением, отделенным от других углублений.

Как наилучшим образом проиллюстрировано на фиг. 9d, свободный конец пальца снабжен выполненным из резины или другого упругого материала амортизирующим элементом 24, уменьшающим удар при вхождении пальца в глубокий или мелкий участок углубления. Пальцы могут быть выполнены из стали или другого материала, так чтобы поперечное сечение пальца и прочность материала были достаточны, чтобы выдерживать удары при вхождении в углубления в процессе вращения кузова относительно шасси.

Ограничители поворотного соединения приводятся в действие при нормальной работе железнодорожного транспортного средства, например, при низких скоростях движения на длинных и прямых участках пути, или же на стоянках, когда транспортное средство отключено от питания, при этом кузов блокируется относительно шасси.

Хотя это и не проиллюстрировано на чертежах, соединение кузова с шасси может быть дополнительно оснащено механическими амортизаторами с целью гашения колебаний кузова относительно шасси дополнительно к электромагнитному гашению колебаний, обеспечиваемому поворотным приводом.

#### **Перечень ссылочных обозначений:**

- 1 - железнодорожная система
- 2 - железнодорожное транспортное средство
- 3 - направляющая система
- железнодорожный путь
- 4 - шасси
- система привода
- двигатель
- 5 - кузов (для перевозки грузов и/или пассажиров)
- 6 - поворотное соединение
- подпятник
- центральный подпятник
- 7 - силовой поворотный привод
- 8 - ограничители поворотного соединения
- 9 - межкузовное соединительное звено
- 11 - орган взаимодействия с путем (колеса, магнитная подушка)
- 12 - исполнительный орган
- 13 - опорная часть для кузова
- 14 - система управления
- 14a, 14c - блок регулирования
- 14b - датчик(и)
- 15 - наружный корпус или рама
- 16 - подвижный палец
- 17 - периферический подпятник
- 17a - ролики
- 17b - несущая поверхность ролика
- 18 - пружина
- 19 - двигатель
- 20 - исполнительный орган пальца
- 21 - трансмиссия
- 22 - углубление
- 22a - мелкий участок углубления
- 22b - глубокий участок углубления
- 24 - амортизирующий элемент
- 26 - железнодорожный туннель
- 26a - верхняя стеновая часть туннеля
- 30a - элементы электромагнитного двигателя
- 30b - ответные элементы электромагнитного двигателя

- электромагнитный исполнительный орган  
30b - ответные элементы электромагнитного двигателя

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Железнодорожная система (1), включающая железнодорожное транспортное средство (2), выполненное с возможностью перемещаться по направляющей системе (3), причем упомянутое железнодорожное транспортное средство содержит шасси (4) и кузов (5), поддерживаемый на шасси (4) через поворотное соединение (6) с возможностью вращения, при этом железнодорожное транспортное средство (2) снабжено также силовым поворотным приводом (7), содержащим исполнительный орган (12) и систему управления (14), соединенную с исполнительным органом (12) и с датчиками для осуществления упомянутого вращения кузова (5) относительно шасси (4) и контроля над этим вращением, характеризующаяся тем, что кузов (5) закреплен на шасси (4) через поворотное соединение (6) с возможностью вращения вокруг оси вращения (P), которая относительно шасси (4) неподвижна, причем масса кузова распределена таким образом, что центр тяжести (CG) последнего расположен ниже оси вращения (P), а силовой поворотный привод (7) выполнен с возможностью способствовать пассивному вращению кузова относительно шасси и амортизировать это вращение за счет крутящего момента, порождаемого центробежной силой, действующей на центр тяжести кузова относительно оси вращения (P), при этом исполнительный орган (12) силового поворотного привода (7) содержит по меньшей мере один набор электромагнитов (30a), установленных или на кузове, или на шасси и находящихся в магнитной связи по меньшей мере с одним набором ответных элементов (30b), установленных или на шасси, или на кузове, соответственно, совместно образуя электромагнитный двигатель, выполненный с возможностью приведения кузова во вращение относительно шасси.

2. Железнодорожная система по п.1, в которой упомянутый по меньшей мере один набор электромагнитов установлен на кузове.

3. Железнодорожная система по п.2, в которой упомянутый по меньшей мере один набор электромагнитов установлен на внешней периферии кузова.

4. Железнодорожная система по п.3, в которой упомянутые электромагниты расположены вокруг верхнего края кузова.

5. Железнодорожная система по п.3, в которой упомянутые электромагниты расположены вокруг нижнего края кузова.

6. Железнодорожная система по любому из пп.1-5, в которой упомянутый по меньшей мере один набор ответных элементов (30b) электромагнитного двигателя установлен на наружном корпусе или раме (15) шасси (4).

7. Железнодорожная система по любому из пп.1-5, в которой упомянутый по меньшей мере один набор ответных элементов (30b) электромагнитного двигателя установлен на стеновой части туннеля (26) направляющей системы.

8. Железнодорожная система по любому из пп.1-7, в которой железнодорожное транспортное средство содержит совокупность кузовов (5), соединенных соединительными звеньями (9), имеющими трубчатый участок из податливого материала, обеспечивающего определенную степень упругого углового смещения между соседними кузовами.

9. Железнодорожная система по любому из пп.1-8, дополнительно снабженная ограничителем (8) поворотного соединения, содержащим по меньшей мере один подвижный палец (16), установленный на кузове и/или на шасси, и выполненным с возможностью подвижного взаимодействия с по меньшей мере с одним углублением, выполненным соответственно в шасси и/или в кузове, причем упомянутый подвижный палец выполнен с возможностью его активного приведения в действие для обеспечения разблокированного положения и с возможностью его пассивного перемещения с помощью пружины (18) для введения в упомянутое углубление с целью обеспечения заблокированного положения, при этом упомянутое углубление выполнено с возможностью ограничивать амплитуду углового смещения кузова относительно шасси и/или заблокировать смещение кузова относительно шасси в неподвижном положении.

10. Железнодорожная система по п.9, в которой упомянутый ограничитель поворотного соединения содержит по меньшей мере одну пару подвижных пальцев.

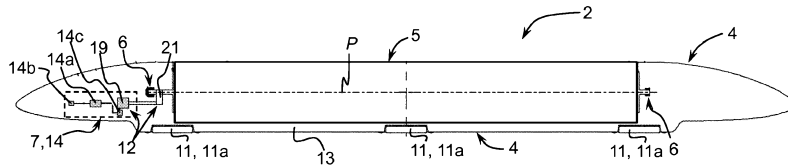
11. Железнодорожная система по любому из пп.9 или 10, в которой углубление (22) ограничителя поворотного соединения имеет мелкий участок (22a) и глубокий участок (22b), причем мелкий участок образует дугу, угловой размер которой больше, чем угловой размер дуги, образуемой глубоким участком (22b).

12. Железнодорожная система по любому из пп.1-11, в которой поворотное соединение (6) включает периферический подпятник (17), содержащий ролики (17a), расположенные между шасси и кузовом по дуге с угловым размером ( $\alpha$ ) по нижней периферии кузова.

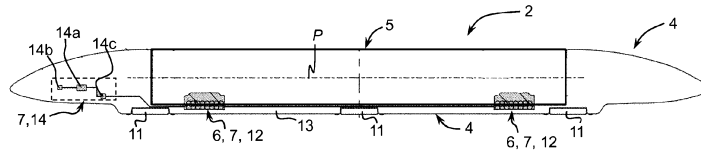
13. Железнодорожная система по любому из пп.1-11, в которой поворотное соединение (6) содержит центральный подпятник, согласованный с осью вращения (P).

14. Железнодорожная система по любому из пп.1-12, в которой упомянутая направляющая система

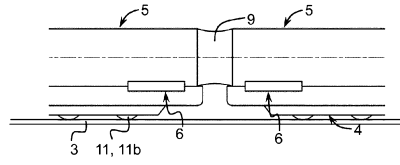
содержит путь магнитной подушки и вакуумный туннель (26).



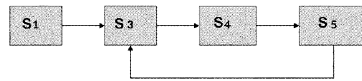
Фиг. 1



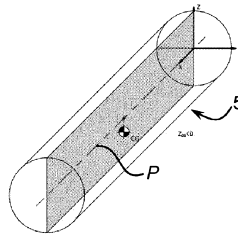
Фиг. 2



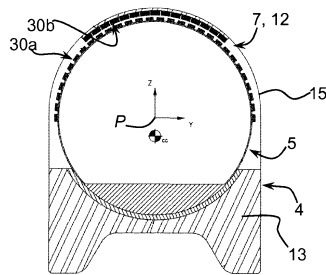
Фиг. 3



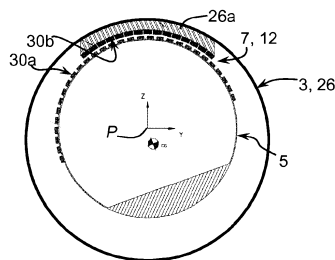
Фиг. 4



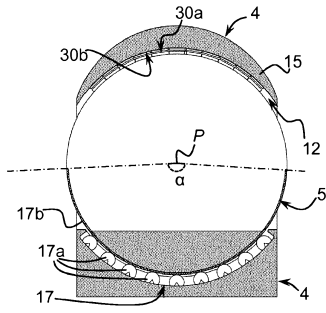
Фиг. 5



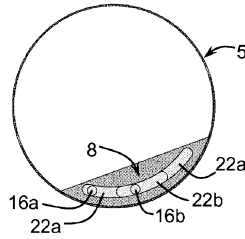
Фиг. 6



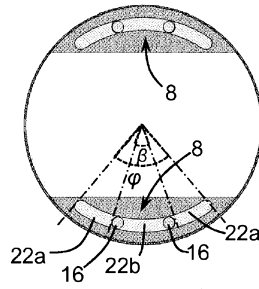
Фиг. 7



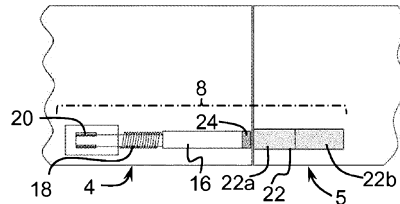
Фиг. 8



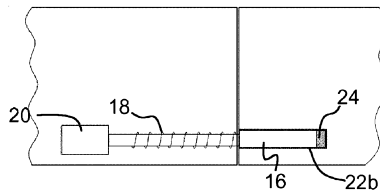
Фиг. 9а



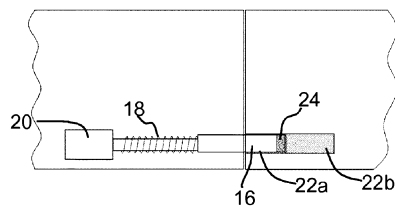
Фиг. 9b



Фиг. 9с



Фиг. 9d



Фиг. 9е