

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043955**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.07.10

(21) Номер заявки
202190574

(22) Дата подачи заявки
2019.08.20

(51) Int. Cl. **E01B 25/30** (2006.01)
E01B 2/00 (2006.01)
B60L 13/04 (2006.01)
B60L 13/10 (2006.01)

(54) ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СИСТЕМА НА МАГНИТНОЙ ПОДУШКЕ

(31) **P.426732; P.426733**

(32) **2018.08.20**

(33) **PL**

(43) **2021.07.30**

(86) **PCT/EP2019/072304**

(87) **WO 2020/038964 2020.02.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ХИПЕР ПОЛАНД ЭЛЕКТРО С.А.
(PL)

(72) Изобретатель:
**Мельчарек Лукаш, Радзишевский
Павел, Фольянты Катажина, Пачек
Пшемислав, Кублин Томаш (PL)**

(74) Представитель:
Гольшко Н.Т., Вашина Г.М. (RU)

(56) **US-A-3869990**
WO-A1-9951454
WO-A1-2013060344
EP-A-1355008
US-A-5156092
WO-A2-2013135851
WO-A1-0111143
JP-A-H0490958
CN-A-101935966

(57) Железнодорожная система на магнитной подушке, встраиваемая в железнодорожный путь (103) для колесных поездов, содержащая железнодорожный путь (3) магнитной подушки, содержащий линейный двигатель (7) и рельсы (5) магнитной подушки, расположенные по бокам за пределами колеи железнодорожного пути (103) для колесных поездов. Рельс (5) магнитной подушки содержит электропроводный направляющий элемент (9), имеющий по меньшей мере горизонтальную часть (9a) для взаимодействия с железнодорожным транспортным средством (2) на магнитной подушке, содержащим устройство (12) для создания магнитной подушки с магнитами. Направляющий элемент (9) выполнен для пассивной левитации транспортного средства на магнитной подушке за счет электродвижущей силы, генерируемой подвижными магнитами транспортного средства (2) на магнитной подушке.

B1**043955****043955****B1**

Область техники, к которой относится предлагаемое изобретение

Изобретение относится к железнодорожной системе, в частности к железнодорожной системе на магнитной подушке, которая может быть включена в существующую сеть железных или автомобильных дорог.

Предпосылки создания предлагаемого изобретения

Известно, что существующие железнодорожные сети для колесных поездов могут быть модифицированы таким образом, чтобы они включали железнодорожные пути для поездов на магнитной подушке (иначе называемые поездами с магнитной левитацией). Использование инфраструктуры существующего железнодорожного пути дает значительное преимущество с точки зрения сокращения расходов и времени на строительство, хотя это и связано с некоторыми жертвами, так как существующие инфраструктуры обычно не оптимизированы для систем на магнитной подушке, что ведет к снижению производительности, в частности, к ограничению возможных скоростей поездов на магнитной подушке. Важным фактором является легкость реализации в части приспособления существующей сети для включения в нее системы на магнитной подушке так, чтобы это отражалось на существующем обычном железнодорожном пути в минимальной степени. Учитывая, что существующие железнодорожные пути могут иметь разные поверхности, могут быть забалластированными или незабалластированными, нужно считаться также с необходимостью доработок в связи с вариациями поверхности вдоль железнодорожного пути.

Краткое описание предлагаемого изобретения

Ввиду вышеизложенного, задача предлагаемого изобретения состоит в создании железнодорожной системы на магнитной подушке, которая могла бы быть интегрирована в существующую инфраструктуру, в частности в существующую железнодорожную сеть или существующую улично-дорожную сеть, которую можно было бы быстро и легко установить, и которая имела бы хорошую пропускную способность и высокую надежность.

Выгодно создать железнодорожную систему на магнитной подушке для интеграции ее в существующую железнодорожную или улично-дорожную инфраструктуру, чтобы эта система могла быть быстро развернута в существующей инфраструктуре и была бы легко адаптируемой к изменяющимся условиям существующей инфраструктуры.

Выгодно создать железнодорожную систему на магнитной подушке, которая с низкими издержками допускала бы дальнейшую модернизацию для работы с вакуумной трубой.

Задачи предлагаемого изобретения решаются созданием системы по п.1 формулы изобретения.

Задачи предлагаемого изобретения решаются созданием системы по п.2 формулы изобретения.

Задача предлагаемого изобретения решается также созданием связующего адаптера для железнодорожной системы на магнитной подушке по п.21 формулы изобретения.

В настоящем описании раскрыта железнодорожная система на магнитной подушке, предназначенная для интеграции в железнодорожный путь для колесных поездов, включающий железнодорожный путь магнитной подушки, содержащий линейный двигатель и рельсы магнитной подушки, расположенные за пределами рельсовой колеи железнодорожного пути для поездов на колесах, при этом рельс магнитной подушки содержит электропроводный направляющий элемент, имеющий по меньшей мере горизонтальную часть, выполненную с возможностью работать с транспортным средством на магнитной подушке, снабженным устройством для создания магнитной подушки с магнитами.

Согласно первому аспекту осуществления предлагаемого изобретения, направляющий элемент выполнен с возможностью обеспечивать пассивную левитацию транспортного средства на магнитной подушке за счет электродвижущей силы, генерируемой подвижными магнитами транспортного средства на магнитной подушке.

Согласно второму аспекту осуществления предлагаемого изобретения, железнодорожная система на магнитной подушке предназначена для интеграции в незабалластированное грунтовое основание и имеет в своем составе заранее изготовленную опорную плиту, содержащую армирующий скелет, заложенный в субстрат, и рельсы магнитной подушки, установленные на этой опорной плите, которая установлена на незабалластированном грунтовом основании через посредство промежуточного слоя "грунт-плита" между грунтом и плитой, содержащего деформируемый материал, обеспечивающий распределение напряжений.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, упомянутый деформируемый материал, обеспечивающий распределение напряжений, содержит полимерный материал или дорожный битум.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, упомянутая опорная плита, связанная с незабалластированным грунтовым основанием, содержит установочную стойку "грунт-плита", которая регистрирует положение опорной плиты относительно грунтового основания.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, упомянутая установочная стойка "грунт-плита" расположена практически по осевой линии железнодорожного пути.

Согласно одному из преимущественных вариантов осуществления предлагаемого изобретения,

упомянутая опорная плита дополнительно содержит фиксирующую вставку, которая установлена в предназначенный для нее вмещающий блок субстрата, при этом рельс магнитной подушки прикреплен к таким фиксирующим вставкам, а фиксирующие вставки обособлены и расположены на расстоянии друг от друга в направлении железнодорожного пути.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, система дополнительно содержит установленный на ней обычный железнодорожный путь для колесных поездов, содержащий рельсы, установленные на упомянутой опорной плите.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, рельсы для обычного железнодорожного пути закреплены на упомянутых фиксирующих вставках.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, к железнодорожному пути для колесных поездов вдоль его осевой линии прикреплен по меньшей мере один линейный двигатель.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, линейный двигатель является синхронным электродвигателем, расположенным вертикально для магнитной связи с магнитами, расположенными по любую сторону сбоку от линейного двигателя.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, линейный двигатель является асинхронным электродвигателем, приподнятым в вертикальном направлении для магнитной связи с электропроводными индукционными пластинами, расположенными по любую сторону сбоку от линейного двигателя.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, железнодорожный путь магнитной подушки содержит по меньшей мере один расположенный вдоль него и прикрепленный к нему линейный двигатель.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, упомянутый направляющий элемент имеет отходящую от его горизонтальной части вертикальную часть для обеспечения бокового проведения транспортного средства на магнитной подушке.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, система дополнительно имеет в своем составе шпалы, содержащие армированный субстрат, и анкерные элементы, выступающие сверху от верхней установочной поверхности шпал, при этом совокупность упомянутых анкерных элементов включает анкерные элементы для обычного рельса и анкерные элементы для рельса магнитной подушки за пределами концов шпалы.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, направляющий элемент установлен на опорном рельсе или опорной стойке, при этом опорный рельс или опорная стойка связана со шпалой или с заранее изготовленной опорной плитой.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, направляющий элемент связан с опорным рельсом с использованием позиционирующего механизма, выполненного с возможностью регулировать вертикальное по высоте и/или горизонтальное положение направляющего элемента.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, система дополнительно содержит в своем составе связующий адаптер, имеющий фиксатор, выполненный с возможностью соединения его с нижней частью рельса железнодорожного пути для колесных поездов, и часть для монтажа на ней направляющего элемента рельса магнитной подушки.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, упомянутый фиксатор связующего адаптера содержит вмещающий профиль и прижимной механизм для прижатия к упомянутой нижней части рельса для колесных поездов.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, рельс магнитной подушки имеет промежуточный слой "адаптер - направляющий элемент", содержащий деформируемый материал, введенный между направляющим элементом и опорным рельсом или связующим адаптером.

Согласно одному из обеспечивающих преимуществ вариантов осуществления предлагаемого изобретения, упомянутый промежуточный слой "адаптер - направляющий элемент" содержит полимерный материал.

Согласно третьему аспекту осуществления предлагаемого изобретения, в настоящем описании раскрыт связующий адаптер для железнодорожной системы, содержащей железнодорожный путь магнитной подушки для интеграции в железнодорожный путь для колесных поездов, причем упомянутый железнодорожный путь магнитной подушки имеет рельсы магнитной подушки, расположенные за пределами рельсовой колеи железнодорожного пути для колесных поездов. Связующий адаптер выполнен с возможностью установки его на шпале или между шпал железнодорожной системы и имеет фиксатор для крепления к рельсу для колесных поездов, содержащий вмещающий профиль, форма которого приспособлена для крепления к нижней части рельса для колесных поездов, и прижимной механизм, который может быть приведен в напряженное состояние для надежного соединения связующего адаптера с нижней частью рельса для колесных поездов.

Согласно одному из обеспечивающих преимущество вариантов осуществления предлагаемого изобретения, упомянутый прижимной механизм содержит один или большее число регулируемых прижимных крюков.

Согласно одному из обеспечивающих преимущество вариантов осуществления предлагаемого изобретения, прижимной механизм содержит опорную стойку для установки направляющего элемента рельса магнитной подушки, и позиционирующий механизм для регулирования положения этой опорной стойки, чтобы тем самым регулировать положение направляющего элемента относительно зажимного механизма.

Согласно одному из обеспечивающих преимущество вариантов осуществления предлагаемого изобретения, упомянутая опорная стойка содержит наклонную регулировочную направляющую поверхность для регулирования высоты направляющего элемента относительно рельса для колесных поездов. Эта регулировочная направляющая поверхность опорной стойки может находиться в непосредственном контакте с наклонной верхней установочной поверхностью шпалы, или же с наклонной верхней поверхностью зафиксированной на шпале подкладки или другого элемента, на который установлен рельс магнитной подушки.

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

Краткое описание прилагаемых графических материалов

Далее предлагаемое изобретение описывается со ссылками на прилагаемые чертежи, которыми иллюстрируются частные примеры (варианты) осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 1а схематично в поперечном сечении изображен железнодорожный путь, включающий железнодорожную систему на магнитной подушке согласно одному из вариантов осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 1b железнодорожный путь, изображенный на фиг. 1а, схематично изображен в поперечном сечении.

На фиг. 2 схематично показан вариант на виде, аналогичном фиг. 1b.

На фиг. 3 схематично изображен вариант осуществления предлагаемого изобретения на виде, аналогичном фиг. 1а.

На фиг. 4а на виде, аналогичном фиг. 1а, схематично изображен другой вариант осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 4b схематично в поперечном сечении изображен связующий адаптер для рельса магнитной подушки согласно одному из вариантов осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 4c упомянутый связующий адаптер изображен на виде по стрелке IVc на фиг. 4b.

На фиг. 4d на виде сверху изображен фрагмент железнодорожного пути согласно одному из вариантов осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 4e на виде сверху изображен фрагмент железнодорожного пути согласно другому варианту осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 5а на виде сбоку с частичным разрезом показана шпала железнодорожной системы согласно одному из вариантов осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 5b железнодорожная шпала, изображенная на фиг. 5а, изображена на виде сверху.

На фиг. 5c шпала, изображенная на фиг. 5b, представлена по сечению Vc - Vc, обозначенному на фиг. 5b.

На фиг. 6а в аксонометрии схематично изображен линейный двигатель согласно первому варианту его осуществления, который может быть использован в железнодорожной системе согласно одному из вариантов осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 6b аналогично изображен линейный двигатель согласно другому варианту его осуществления.

На фиг. 6c аналогично изображен линейный двигатель согласно еще одному варианту его осуществления.

На фиг. 6d аналогично изображен линейный двигатель согласно еще одному варианту его осуществления.

На фиг. 7а в аксонометрии схематично изображена одна фаза обмотки линейного двигателя согласно одному из вариантов осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 7b аналогично проиллюстрирован другой вариант осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 8а в аксонометрии схематично изображена часть рельса магнитной подушки железнодорожной системы согласно одному из вариантов осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 8b и фиг. 8c схематично показана поляризация магнитов устройства для создания магнитной подушки, установленного на железнодорожном транспортном средстве согласно предлагаемому изобретению.

На фиг. 9а, фиг. 9b, фиг. 8с и фиг. 9d в упрощенном виде схематично изображены различные конфигурации железнодорожной системы на магнитной подушке согласно различным вариантам осуществ-

ления предлагаемого изобретения.

На фиг. 10a схематично в поперечном сечении изображена обычная автомобильная дорога.

На фиг. 10b на виде, аналогичном фиг. 10a, изображена железнодорожная система на магнитной подушке, интегрированная в обычную автомобильную дорогу.

На фиг. 11a в частичном в поперечном разрезе изображен железнодорожный путь согласно другому варианту осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 11b на виде, аналогичном фиг. 11a, тот же железнодорожный путь изображен в другом поперечном сечении.

На фиг. 12 схематично изображена железнодорожная система с вариантами, проиллюстрированными на фиг. 11a и фиг. 11b.

На фиг. 13 аналогично изображен другой вариант железнодорожной системы с вариантами, проиллюстрированными на фиг. 11a и фиг. 11b, дополнительно включающей вакуумную трубу.

Подробное описание вариантов осуществления предлагаемого изобретения

Как можно видеть на прилагаемых чертежах, иллюстрируемая железнодорожная система включает обычный железнодорожный путь 103 для проезда обычных колесных поездов 102 и железнодорожный путь 3 магнитной подушки согласно предлагаемому изобретению для проезда железнодорожных транспортных средств 2 на магнитной подушке. Железнодорожный путь 3 на магнитной подушке может быть интегрирован в существующую железнодорожную систему для колесного подвижного состава, или же он может включать в себя обычную железнодорожную систему для колесного подвижного состава в заново создаваемой инфраструктуре. Эта железнодорожная система может включать участки из существующих обычных железнодорожных путей и новые участки как часть той же самой сети, или же вдоль существующей линии, например, определенные участки существующей линии могут быть заменены новыми участками в зависимости от состояния технического обслуживания железнодорожной системы. Таким образом, предлагаемое изобретение позволяет модернизировать или создавать новые участки железнодорожной сети безболезненно и с полной интеграцией.

Железнодорожные пути 103 и 3 лежат на грунтовом основании 101, которое может быть забалластированным - основание 101a, содержащее гравий и камни, или же незабалластированным - основание 101b из бетона или дорожного битума, которое может составлять часть внешнего дорожного покрытия для механических транспортных средств или других элементов инфраструктуры, например, мостов, туннелей и других инженерных сооружений.

Обычный железнодорожный путь 103 для проезда колесных поездов на забалластированном грунтовом основании 101a включает шпалы 104, которые изготовлены из предварительно напряженного армированного бетона, или же, особенно в более старых объектах инфраструктуры, из дерева. Рельсы 105 прикреплены к шпалам с помощью крепежных средств 106, которые сами по себе хорошо известны и не нуждаются здесь в подробном описании.

Железнодорожный путь 3 магнитной подушки согласно предлагаемому изобретению содержит рельс 5 магнитной подушки для придания направления железнодорожному транспортному средству 2 на магнитной подушке и линейный двигатель 7 для создания тяговой силы для приведения в движение железнодорожного транспортного средства 2 на магнитной подушке. Железнодорожный путь 3 магнитной подушки может иметь опорой обычную существующую шпалу 104 или, согласно одному из вариантов осуществления предлагаемого изобретения, шпалу 4, или же, согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения, заранее изготовленную опорную плиту 13. Все или некоторые упомянутые выше варианты осуществления предлагаемого изобретения могут быть реализованы на протяжении одной железнодорожной линии на разных ее участках в зависимости от состояния существующей инфраструктуры.

Рельсы 5 магнитной подушки установлены за пределами рельсовой колеи, образованной обычными рельсами 105, общая высота которых не достигает дна обычного колесного железнодорожного транспортного средства 102, что само по себе соответствует хорошо известным стандартам. Каждый рельс 5 магнитной подушки содержит направляющий элемент 9, который может иметь разный профиль в зависимости от варианта. Направляющий элемент установлен на опоре, которая может быть реализована в виде непрерывного опорного рельса 10 или в виде обособленных опорных стоек 28 связующего адаптера 11, факультативно, через посредство промежуточного слоя 42 "адаптер - направляющий элемент". Направляющий элемент 9 и опорный рельс 10 или связующий адаптер 11 прикреплены к шпале 4, 104 или к опорной плите 13 в зависимости от варианта осуществления предлагаемого изобретения.

В первом варианте осуществления предлагаемого изобретения, проиллюстрированном на фиг. 3, направляющий элемент 9 и опорный рельс 10 установлены непосредственно на шпале 4, 104.

В других обеспечивающих преимущества вариантах осуществления предлагаемого изобретения, изображенных на фиг. 4a, фиг. 4b, фиг. 4c, фиг. 4d и фиг. 4e, предусмотрен связующий адаптер 11, выполненный с возможностью поддерживать направляющий элемент 9, при этом связующий адаптер 11 выполнен с возможностью прикрепления его к рельсам 105 железнодорожного пути 103 для колесных поездов.

В первом варианте его использования связующий адаптер 11 установлен на шпалах 4, 104, как

можно видеть на фиг. 4d, или на незабалластированном основании (например, на поверхности автомобильной дороги). Во втором варианте его использования связующий адаптер 11 установлен между шпалами 4, 104 (в направлении железнодорожного пути), как можно видеть на фиг. 4е. Вторым вариантом можно воспользоваться, когда существующие железнодорожные шпалы недостаточно хорошо приспособлены для установки железнодорожного пути магнитной подушки в крайних точках наружного габарита этих шпал, или же для облегчения и ускорения развертывания железнодорожного пути магнитной подушки вдоль забалластированного грунтового основания 101а.

Связующий адаптер 11, согласно одному из вариантов осуществления предлагаемого изобретения, наилучшим образом проиллюстрированный на фиг. 4b и 4с, имеет в своем составе фиксатор 30 для рельса колесных поездов, имеющий вмещающий профиль 38, форма которого приспособлена для соединения с нижней частью обычного рельса 105, и прижимной механизм, например, в виде одного или большего числа регулируемых прижимных крюков 40, которые могут быть затянуты для надежного соединения связующего адаптера 11 с нижней частью рельса 105.

Связующий адаптер 11 может быть прикреплен к участку рельса между шпалами 4, 104, как показано на фиг. 4е, или на шпалах 4, 104, как можно видеть на фиг. 4d, при этом шпалы лежат, например, на забалластированной поверхности, при этом гравий и камни под участком рельса, где расположен прижимной механизм, убраны.

Связующий адаптер может быть установлен на каждой шпале или между шпалами, или же на каждой второй или каждой третьей шпале. Иначе говоря, связующие адаптеры в направлении рельса 5 могут быть разделены одной или большим числом шпал, на которых никакого связующего адаптера не установлено.

В варианте осуществления предлагаемого изобретения, изображенном на фиг. 4b и 4с, предусмотрена пара зажимных крюков, которые расположены на противоположных сторонах опорных стоек 28.

Связующий адаптер содержит также опорную стойку 28 для установки направляющего элемента 9. В одном из вариантов осуществления предлагаемого изобретения опорная стойка 28 содержит регулировочную направляющую поверхность 36а, которая относится к позиционирующему механизму 32, который содержит также регулировочный винт 34 для регулирования положения направляющего элемента 9 относительно прижимного механизма 40 и вмещающий профиль 38 фиксатора 30, монтируемого на рельсе для колесных поездов. Позиционирующий механизм может иметь в своем составе элемент упругости 44, который может быть выполнен, например, из пластинчатых пружин и может быть предусмотрен в позиционирующем механизме, чтобы упруго поджимать опорную стойку 28, противодействуя регулировочному винту.

В варианте, изображенном на фиг. 4b, регулировочная направляющая поверхность 36а опорной стойки 28 находится в непосредственном контакте с наклонной верхней установочной поверхностью 36b шпалы 4, или же с наклонной верхней поверхностью зафиксированной на шпале подкладки (не показана) или другого элемента, на который установлен рельс 5 магнитной подушки.

В вариантах, изображенных на фиг. 4с и фиг. 4b, регулировочные направляющие поверхности 36а и 36b слегка наклонены относительно горизонтали, чтобы смещение опорной стойки 28 при повороте регулировочного винта 34 поднимало или опускало направляющий элемент 9. Таким образом, высоту направляющего элемента 9 по направлению железнодорожного пути относительно рельса 105 железнодорожного пути 103 для колесных поездов можно регулировать, учитывая неровности и технологические допуски основания рельса, которые могут несколько изменять положение фиксатора 30 для рельса для колесных поездов и его угол относительно угла установки смежных связующих адаптеров на соседних участках железнодорожного пути.

Для регулирования поперечного положения направляющего элемента 9 между ним и опорным рельсом 10 или связующим адаптером 11 может быть установлен дополнительный позиционирующий механизм. Следует заметить, что в вариантах (не показаны) позиционирующий механизм для регулирования высоты и/или поперечного положения может быть установлен между направляющим элементом 9 и опорным рельсом 10 или связующим адаптером 11 взамен установки позиционирующего механизма между опорной стойкой 28 и шпалой 4 или в дополнение к ней.

Промежуточный слой 42 "адаптер - направляющий элемент" может быть выполнен из полимерного или композиционного материала, или же из другого материала, обеспечивающего некоторую гибкость между направляющим элементом 9 и опорным рельсом 10 или связующим адаптером 11. Такое решение полезно с точки зрения демпфирования местных напряжений в контакте между направляющим элементом и опорным рельсом и/или с точки зрения демпфирования вибраций и смещений между направляющим элементом и опорным рельсом или связующим адаптером 11.

С обеспечением преимущества промежуточный слой 42 "адаптер - направляющий элемент" может служить диэлектрическим разделителем между направляющим элементом и опорным рельсом или связующим адаптером 11. Это может способствовать уменьшению электрохимической коррозии между металлами, в частности, на границе раздела между алюминием и сталью. Этот диэлектрический слой может также улучшить и оптимизировать силу магнитной левитации, порождаемую вихревыми токами, возникающими при прохождении магнитного поля в транспортном средстве, которое порождает элек-

тродвижущую силу, создающую магнитную подушку.

В варианте, изображенном на фиг. 3, опорный рельс 10 показан установленным непосредственно на шпале 4, 104 с помощью средств фиксации 6, которые могут быть реализованы в разных видах, например, в виде болтов и зажимов, хорошо известных в отрасли и применяемых для крепления на обычных железнодорожных линиях, или же это могут быть сварные или клеевые соединения непосредственно со шпалой, например, с помощью подходящего клея, выдерживающего высокие нагрузки в экстремальных условиях.

В одном из вариантов (не показан) связующий адаптер может быть установлен между опорным рельсом и шпалой, при этом связующий адаптер, например, содержит позиционирующий механизм, обеспечивающий возможность регулировать высоту и/или поперечное положение опорного рельса и, поэтому, также направляющего элемента 9.

В вариантах, изображенных на прилагаемых чертежах, направляющий элемент показан в виде по сути плоской полосы или пластины, имеющей горизонтальную часть 9а для задания вертикального положения транспортного средства на магнитной подушке, а в предпочтительных вариантах может содержать также вертикальную часть 9б для задания бокового (горизонтального) положения транспортного средства на магнитной подушке. На внутренней стороне может быть предусмотрена также дополнительная вертикальная часть 9с для крепления направляющего элемента к опорному рельсу 10 или к опорной стойке 28.

Для обеспечения возможности генерирования электродвижущей силы, согласно хорошо известному физическому принципу генерирования электродвижущей силы при прохождении магнитного поля около проводника, толкающей устройство для создания магнитной подушки движущегося транспортного средства 2 на магнитной подушке кверху, опорный элемент 9 выполнен из электропроводного материала. Поэтому, согласно одному аспекту осуществления предлагаемого изобретения, система создания магнитной подушки является пассивной системой, в которой сила магнитной левитации создается устройством для создания магнитной подушки на транспортном средстве 2, когда оно перемещается с определенной скоростью, чтобы генерировать силу магнитной левитации, выводящую это транспортное средство из контакта с направляющим элементом 9.

Транспортное средство 2 на магнитной подушке снабжено колесами или салазками (не показаны), позволяющими ему до достижения определенной скорости катиться или скользить вдоль направляющего элемента 9. На практике скорость, при которой может быть развита достаточная сила магнитной левитации, обычно находится в интервале от 40 км/ч до 60 км/ч. Ввиду относительно низкой скорости, при которой транспортное средство на магнитной подушке находится в контакте с направляющим элементом 9, и с учетом того, что даже до отрыва сила левитации уменьшает силу тяжести транспортного средства, действующую на направляющий элемент, нет необходимости в том, чтобы колеса транспортного средства на магнитной подушке имели высокую механическую прочность и стойкость по сравнению с обычными колесами железнодорожных транспортных средств. Они могут быть меньше и легче, могут быть выполнены, например, из полимерного или полимерного композиционного материала, или же из металла с полимерным покрытием, предотвращающим избыточное давление на направляющий элемент и напряжение в нем. В предпочтительных вариантах твердость материала поверхности колес транспортного средства на магнитной подушке ниже, чем твердость электропроводного материала, из которого изготовлен направляющий элемент 9.

К числу предпочтительных материалов для изготовления направляющего элемента относятся сталь и сплавы алюминия. Однако могут быть использованы и другие электропроводные материалы, например, сплавы меди. Направляющий рельс 9 может также состоять из разных материалов в многослойной структуре, например, металл на композиционном материале, связанные вместе.

Направляющий элемент 9 может быть изготовлен горячим прессованием, прокаткой или с помощью других известных формовочных процессов. В определенных вариантах направляющий элемент может поставляться установленным на участок опорного рельса 10, или же он может монтироваться на месте на отдельном опорном рельсе. Во избежание магнитной поляризации и уменьшения гистерезиса предпочтительно решение, когда направляющий элемент 9 изготовлен из немагнитного материала.

В определенных вариантах опорный рельс 10 может быть непрерывным, или же он может быть секционированным с зазорами или без зазоров между секциями.

Ввиду того что направляющий элемент 9 действует как поверхность, над которой образуется магнитная подушка, он тоже может быть секционированным, при этом его секции могут быть как соединены, так и не соединены вместе, - в последнем случае учитывается тепловое расширение направляющего элемента и опорного рельса и может быть компенсирована разница в относительном тепловом расширении между рельсом для колесных поездов, грунтом и рельсом магнитной подушки.

Направляющий элемент 9 изображен здесь как компонент с практически плоскими горизонтальными и вертикальными частями, однако должно быть понятно, что без отступления от существа и объема предлагаемого изобретения он может иметь разные сложные формы и может быть напрямую включен в опорный рельс 10 или выполнен как одно целое с ним, образуя единый профилированный брус.

Как можно видеть на фиг. 8а, устройство 12 для создания магнитной подушки на железнодорожном

транспортном средстве 2 содержит магниты 12а, которые в одном из предпочтительных вариантов являются постоянными магнитами с чередующейся поляризацией, например, с изменением направления поляризации на 180° , как показано на фиг. 8b, или же на 90° , как показано на фиг. 8с (согласно известной сборке Халбаха). Возможны и другие решения в отношении чередования направлений полюсов, например, с участками, имеющими поворот на 45° или 30° относительно прилегающих участков. Но железнодорожное транспортное средство может быть снабжено и электромагнитами - взамен постоянных магнитов или в дополнение к ним. В последнем случае это может быть полезно с точки зрения создания увеличенной силы магнитной левитации при более низких скоростях движения, при этом при более высоких скоростях электромагниты могут выключаться или включаться.

При осуществлении предлагаемого изобретения железнодорожное транспортное средство может работать в разных режимах, в частности, в следующих.

1. НАЧАЛО ДВИЖЕНИЯ / ЗАМЕДЛЕНИЕ - ввиду высокого энергопотребления линейный двигатель получает питание от внешнего источника электропитания. Постоянные магниты установлены для создания магнитной подушки и стабилизации, например, как схематично показано на фиг. 9а.

2. КРЕЙСЕРСКИЙ РЕЖИМ или УСКОРЕНИЕ (в системе с вакуумной трубой) - чтобы поддерживать практически постоянную скорость, не требуется двигатель высокой мощности, поэтому на железнодорожном транспортном средстве включают тяговые электромагниты, которые могут одновременно обеспечивать и тягу, и магнитную подушку, например, как схематично показано на фиг. 9b. В таком случае мощность обычно в три-пять раз меньше пиковой, потребляемой при ускорении.

3. В системе с вакуумной трубой (без учета аварийных ситуаций) ускорение можно придавать транспортному средству с помощью линейного двигателя, следовательно, оно может двигаться пассивно с низким энергопотреблением, которое, благодаря малому аэродинамическому сопротивлению, в 40-100 раз меньше пиковой мощности линейного двигателя при ускорении.

Для создания магнитной подушки и тяги при пассивном движении могут использоваться электропроводные индукционные пластины для подвижных элементов, выполненные, например, из алюминия. Питание для бортовых электромагнитов может осуществляться от аккумуляторов, от топливных элементов, беспроводной передачей энергии, от пантографа, или же с использованием любой комбинации вышеперечисленных средств.

С обеспечением преимущества систему пассивной магнитной левитации, когда поезд на магнитной подушке снабжен колесами, которые при низких скоростях могут находиться на колее магнитной подушки, или же на другой колее (например, на существующей колее для колесных поездов), очень просто интегрировать в существующую железнодорожную сеть и избежать сложностей, связанных с индукторами в колее магнитной подушки. В системе активной магнитной левитации индукторы повышают сложность установки и удорожают ее, а также снижают надежность системы в случае выхода из строя какого-либо участка активной колее магнитной подушки. Системой пассивной магнитной левитации значительно упрощаются монтаж и регулирование направляющего элемента, как и регулирование его высоты. Кроме того, обеспечить повышенную надежность и долговечность системы легче, если в направляющем элементе нет индукторов.

Расположение направляющих элементов за пределами существующих обычных рельсовых путей также обеспечивает преимущество, которое состоит в том, что такое решение обеспечивает высокую устойчивость к угловому колебательному движению транспортного средства на магнитной подушке.

Следует заметить, что признаки "горизонтальный" и "вертикальный" в тексте настоящей заявки предполагают также некоторое фактическое отклонение от соответствующего направления на несколько угловых градусов с учетом того, что транспортное средство на магнитной подушке наклоняется на поворотах железнодорожного пути.

Как можно видеть на фиг. 5а, фиг. 5b и фиг. 5с, шпала 4 согласно одному из вариантов осуществления предлагаемого изобретения для новых установок содержит субстрат, в частности, бетонный субстрат 46 с арматурой 48, что само по себе является известным решением. Кроме того, шпала содержит совокупность анкерных элементов 50, которые погружены в субстрат и имеют участок, выступающий над верхней опорной поверхностью шпалы для создания элементов крепления как для обычных рельсов, так и для рельсов магнитной подушки за наружными концами шпалы.

На фиг. 6а, фиг. 6b, фиг. 6с и фиг. 6d показаны разные решения для линейного двигателя, которые могут быть использованы в предлагаемой железнодорожной системе. Линейный двигатель, изображенный на фиг. 6а, имеет якорь 24 с обмоткой, состоящей из совокупности витков 26, как это делается на линейном двигателе. Витки могут быть сгруппированы по три: по одному для каждой фазы трехфазной системы.

Якорь может быть выполнен из ферромагнитного материала (железный), или же из неферромагнитного (безжелезного) материала. Последнее предпочтительно, витки могут быть выполнены из проволоки, из многожильного провода, или же из изогнутых полосок, полученных нарезанием медного листа.

Линейный двигатель 7 имеет статор 7а, который может быть установлен по осевой линии железнодорожного пути, как можно видеть на фиг. 1а, фиг. 1b, фиг. 3 и фиг. 9а, при этом железнодорожное транспортное средство снабжено подвижным элементом 7b с постоянными магнитами или электромаг-

нитями, которые имеют магнитную связь с линейным двигателем для создания силы, что само по себе является известным решением.

В решении, проиллюстрированном на фиг. 6b, предусмотрено два набора витков, а на противоположных сторонах статора 7a линейного двигателя предусмотрены подвижные магнитные элементы 7b, и это решение является предпочтительным с точки зрения создания мощности более высокой, чем в системе, изображенной на фиг. 6a.

На фиг. 6a и фиг. 6b линейные двигатели являются синхронными, но может быть использован и асинхронный линейный двигатель, как показано на фиг. 6c и фиг. 6d, где для создания силы путем индукции подвижный элемент выполнен электропроводным.

Различные типы линейных двигателей сами по себе хорошо известны и не нуждаются здесь в подробном описании.

В одном из предпочтительных вариантов линейный двигатель с обеспечением преимущества расположен по осевой линии обычного железнодорожного пути и может быть установлен независимо от железнодорожного пути 3 магнитной подушки для быстрой установки и без каких-либо помех для обычного железнодорожного транспортного средства 102. Предпочтительным является решение, представленное на фиг. 6b, где статор 7a линейного двигателя установлен вертикально между подвижными магнитными элементами 7b железнодорожного транспортного средства 2. Одно из преимуществ такого решения состоит в том, что оно не требует точного регулирования высоты линейного двигателя, при этом боковое положение между железнодорожными путями точно регулировать легче, чем высоту.

В объем предлагаемого изобретения, однако, включено также решение для двигателя, показанное на фиг. 9d, в котором двигатель тот же, что на фиг. 6a или фиг. 6c, при этом статор линейного двигателя уложен горизонтально, будучи связан с магнитным подвижным элементом, который тоже расположен горизонтально на железнодорожном транспортном средстве 2. В другом варианте, как можно видеть на фиг. 2, фиг. 11a, фиг. 11b, фиг. 12 и фиг. 13, могут использоваться линейные двигатели, связанные с рельсами 5 магнитной подушки и расположенные вдоль них с одной или с обеих сторон, при этом позиционирование двигателя относительно железнодорожного транспортного средства хорошо контролируется ввиду фиксированного положения относительно направляющего элемента 9. Такой двигатель может использоваться вместо линейного двигателя, располагаемого по осевой линии железнодорожного пути, или же он может быть использован в дополнение к последнему, как показано на фиг. 11a, фиг. 11b, фиг. 12 и фиг. 13. Дополнительные линейные двигатели могут использоваться для адаптации к транспортным средствам с разными системами, иначе говоря, для адаптации к железнодорожным транспортным средствам, у которых либо линейный двигатель посередине, либо линейный двигатель за пределами рельсовой колеи, или же линейные двигатели в количестве больше одного могут использоваться для увеличения силы, особенно при разгоне или при торможении поезда на магнитной подушке. Для создания большой силы торможения средствами электромагнетизма использование линейных двигателей в количестве больше одного может быть особенно выгодным.

В дополнение к прокладке железнодорожного пути магнитной подушки вдоль существующего обычного железнодорожного пути принципы предлагаемого изобретения можно использовать для легкой интеграции железнодорожной системы на магнитной подушке в существующую инфраструктуру автомобильной дороги, как показано на фиг. 10a и фиг. 10b. На фиг. 10a изображена автомобильная дорога или шоссе, например, с тремя полосами, при этом эту дорогу можно модифицировать, так чтобы одна полоса использовалась для железнодорожной системы на магнитной подушке. В последнем случае железнодорожная система на магнитной подушке с обеспечением преимущества может быть снабжена вакуумной трубой 8. Различные признаки рельса 5 магнитной подушки, описанные выше, могут быть использованы также в системе с вакуумной трубой.

При установке на существующем незабалластированном основании 101b, которое может быть бетонным или выполненным из дорожного битума, согласно одному аспекту осуществления предлагаемого изобретения, для установки на незабалластированном основании 101b предусмотрена заранее изготовленная опорная плита 13 через посредство промежуточного слоя 19 "грунт-плита". Упомянутый промежуточный слой 19 "грунт-плита" может быть выполнен из дорожного битума, из полимерного материала или из другого деформируемого материала, обеспечивающего определенное распределение напряжений и гасящее колебания соединение между опорной плитой 13 и незабалластированным основанием 101b.

Вблизи осевой линии опорной плиты предусмотрен фиксирующий элемент 21, выполненный, например, в виде обособленных установочных стоек "грунт-плита" или в виде непрерывного или нерегулярно перемежающегося бруса, назначение которого состоит в закреплении и позиционировании опорной плиты относительно незабалластированного основания 101b.

Преимущества, обеспечиваемые упомянутым деформируемым промежуточным слоем 19 "грунт-плита", состоят в том, что он нейтрализует различия в плоскостности между поверхностями, а также улучшает распределение напряжений между опорной плитой и грунтом.

Опорная плита 13 имеет размеры, обеспечивающие возможность перевозки ее по железной или автомобильной дороге, и ее ширина обычно составляет от 2 м до 10 м, а длина - от 2 м до 12 м. На опорной плите на расстоянии друг от друга могут быть предусмотрены фиксирующие вставки 18. Эти фикси-

рующие вставки 18 выполнены с возможностью фиксирования железнодорожного пути 3 магнитной подушки, а также для прикрепления рельса 105 железнодорожного пути 103 для колесных поездов, если железнодорожный путь для колесных поездов тоже предусмотрен в такой комбинированной системе. Фиксирующая вставка 18 может быть установлена внутри вмещающего блока 20, предусмотренного в субстрате 16 опорной плиты. Между фиксирующей вставкой 18 и вмещающим блоком 20 может быть предусмотрен промежуточный слой 22 для гашения колебаний и/или распределения напряжений между фиксирующей вставкой 18 и субстратом 16. Упомянутый промежуточный слой 22 может быть выполнен из полимера, дорожного битума или другого деформируемого материала.

Фиксирующая вставка 18 может быть также отрегулирована по высоте и углу наклона относительно субстрата опорной плиты 13, для того чтобы, например, обеспечить небольшой угловой наклон железнодорожного пути, в частности, на поворотах железнодорожного пути.

Опорная плита 13 содержит субстрат 16 и армирующий скелет 14 в виде одного или нескольких компонентов, погруженных в субстрат. В одном из вариантов армирующие скелеты 14 производят на фабрике и доставляют на место установки, а затем вокруг этих армирующих скелетов там же заливают субстрат 16. Или же армирующий скелет 14 и субстрат 16 могут формироваться в виде заранее изготовленного компонента на фабрике или в месте, отделенном от места проведения работ, и доставляться на место для установки на основание 101.

Для обеспечения армирования бетона предпочтительно решение, когда армирующий скелет 14 выполнен из металла.

В одном из обеспечивающих преимущество вариантов, показанном на фиг. 13, на опорной плите 13 установлена вакуумная труба 8, в которой создано разрежение с целью уменьшения аэродинамического сопротивления для железнодорожных транспортных средств 2 на магнитной подушке. Это разрежение благоприятно также и для проезда железнодорожных транспортных средств на колесах, имеющих герметизированные отсеки. Вместо этого или в дополнение, рельсы для колесных поездов могут служить для проезда обслуживающего колесного транспортного средства, имеющего более низкую скорость по сравнению с транспортным средством на магнитной подушке. Вместо этого или в дополнение, рельсы для колесных поездов могут служить для транспортных средств на магнитной подушке, дополнительно снабженных стальными колесами, обеспечивающими функциональную совместимость с железнодорожной инфраструктурой для колесных поездов, так чтобы после выхода из вакуумной трубы транспортное средство могло обычным образом ехать на колесах.

Системы с вакуумной трубой сами по себе известны на железнодорожном транспорте. В вариантах осуществления предлагаемого изобретения обеспечивающая преимущество вакуумная труба содержит по меньшей мере две стеновые части 8a, 8b, которые собраны вместе и соединены между собой верхними концами, а нижними концами они соединены с боковыми краями опорной плиты 13. После соединения стеновых частей 8a, 8b между собой и с опорной плитой 13 для обеспечения герметичности трубы, способствующей созданию в ней разрежения, в местах соединений наносят герметизирующие слои 50a, 50b. Такой герметизирующий слой может быть выполнен из полимерного материала, предназначенного для заполнения трещин с созданием герметизации.

Перечень ссылокных обозначений:

железнодорожная система 0,
 грунтовое основание (железнодорожного пути) 101,
 забалластированное (гравий, камни) 101a,
 незабалластированное (бетон, дорожный битум...) 101b,
 заранее изготовленная опорная плита 13,
 армирующий скелет 14,
 субстрат (например, бетон) 16,
 вмещающий блок (для фиксирующей вставки) 20,
 фиксирующая вставка 18,
 промежуточный слой 22,
 промежуточный слой "грунт-плита" 19,
 установочная стойка "грунт-плита" 21,
 колесное железнодорожное транспортное средство 102,
 железнодорожный путь для колесных поездов 103,
 шпала / незабалластированное основание для рельса 104, 4,
 рельс для колесных поездов 105,
 крепежные средства 106,
 транспортное средство на магнитной подушке 2,
 устройство для создания магнитной подушки 12,
 магниты 12a,
 железнодорожный путь магнитной подушки 3,
 шпала 4, 104,
 субстрат(бетон),

арматура из натяжных стержней 48,
 анкерные элементы 50,
 наклонная установочная поверхность 36b,
 крепежные средства 6,
 рельс магнитной подушки 5,
 направляющий элемент 9,
 опорный рельс 10,
 связующий адаптер 11,
 опорная стойка 28,
 фиксатор для рельса колесных поездов 30,
 вмещающий профиль 38,
 прижимной крюк 40,
 позиционирующий механизм 32,
 регулировочный винт 34,
 регулировочная направляющая поверхность 36a,
 элемент упругости 44,
 промежуточный слой "адаптер - направляющий элемент" 42,
 линейный двигатель 7,
 статор 7a,
 якорь 24,
 витки обмотки 26,
 подвижный элемент 7b,
 постоянные магниты,
 электропроводная индукционная пластина вакуумная труба 8,
 стеновые части 8a, 8b,
 нижний конец,
 верхний конец,
 герметизирующий слой 52a, 52b.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Железнодорожная система на магнитной подушке, встраиваемая в железнодорожный путь (103) для колесных поездов, содержащая железнодорожный путь (3) магнитной подушки, включающий линейный двигатель (7) и рельсы (5) магнитной подушки, расположенные по бокам за пределами колеи железнодорожного пути (103) для колесных поездов, при этом рельс (5) магнитной подушки содержит электропроводный направляющий элемент (9), имеющий по меньшей мере горизонтальную часть (9a) для взаимодействия с железнодорожным транспортным средством (2) на магнитной подушке, содержащим устройство (12) для создания магнитной подушки с магнитами, при этом направляющий элемент (9) выполнен для пассивной левитации транспортного средства на магнитной подушке за счет электродвижущей силы, генерируемой подвижными магнитами транспортного средства (2) на магнитной подушке, при этом система дополнительно включает связующий адаптер (11), содержащий фиксатор (30) для соединения с нижней частью обычного рельса (105) для железнодорожных путей (103) для колесных поездов и дополнительно содержащий часть для установки на ней направляющего элемента рельса (5) магнитной подушки, причем упомянутый фиксатор (30) связующего адаптера содержит вмещающий профиль (38) и прижимной механизм (40) для упомянутого соединения с нижней частью рельса (105).

2. Система по п.1, в которой прижимной механизм содержит один или более регулируемых прижимных крюков.

3. Система по любому из предыдущих пунктов, содержащая опорную стойку (28) для установки направляющего элемента (9) рельса (5) магнитной подушки и позиционирующий механизм (32) для регулирования положения опорной стойки с обеспечением регулирования тем самым положения направляющего элемента относительно прижимного механизма.

4. Система по п.3, в которой опорная стойка имеет наклонную регулировочную направляющую поверхность (36a) для регулирования направляющего элемента по высоте относительно рельса для колесных поездов.

5. Система по п.4, в которой упомянутая регулировочная направляющая поверхность опорной стойки находится в непосредственном контакте с наклонной верхней установочной поверхностью (36b) шпалы или же с наклонной поверхностью зафиксированной на шпале подкладки или другого элемента, на который установлен рельс (5) магнитной подушки.

6. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой рельс (5) магнитной подушки содержит промежуточный слой (42) "адаптер - направляющий элемент", содержащий деформируемый материал для введения между направляющим элементом (9) и опорным рельсом (10) или связующим адаптером (11).

7. Система по п.6, в которой упомянутый промежуточный слой (42) "адаптер - направляющий элемент" содержит полимерный материал.

8. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой по меньшей мере один линейный двигатель (7) прикреплен к железнодорожному пути (103) для колесных поездов по центральной линии железнодорожного пути.

9. Система по п.8, в которой линейный двигатель является синхронным электродвигателем, расположенным вертикально для магнитной связи с магнитами, расположенными по любую сторону сбоку от линейного двигателя.

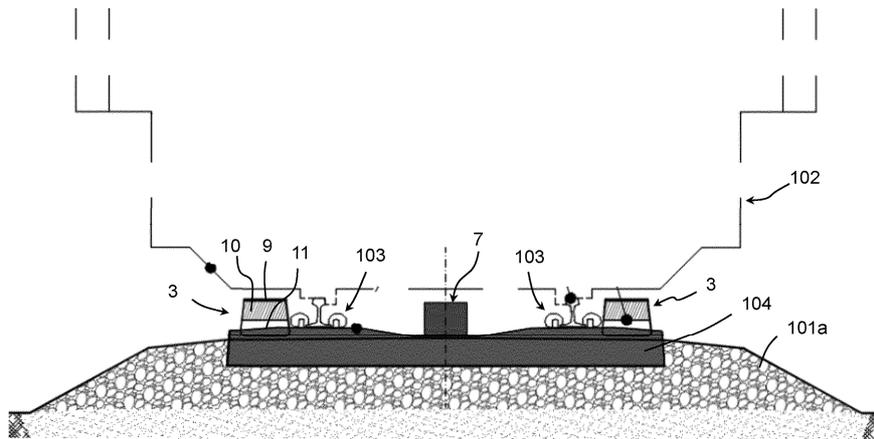
10. Система по п.8, в которой линейный двигатель является асинхронным электродвигателем, расположенным вертикально для магнитной связи с магнитами, расположенными по любую сторону сбоку от линейного двигателя.

11. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой железнодорожный путь магнитной подушки содержит по меньшей мере один линейный двигатель, расположенный в направлении рельса (5) магнитной подушки и прикрепленный к нему.

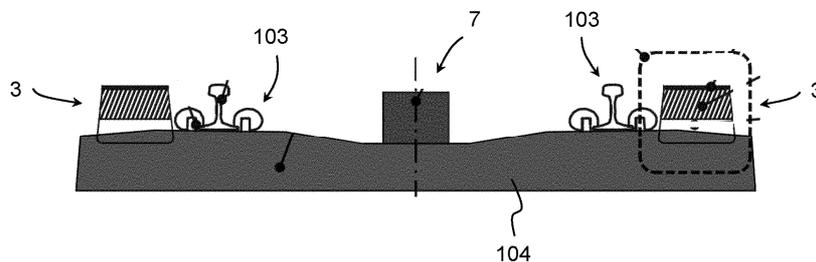
12. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой направляющий элемент (9) имеет отходящую от горизонтальной части (9a) вертикальную часть (9b) для обеспечения бокового проведения транспортного средства (2) на магнитной подушке.

13. Система по любому из предыдущих пунктов, дополнительно содержащая шпалы (4), каждая из которых содержит субстрат (46), армированный погруженной в него арматурой (48), и анкерные элементы (50), выступающие кверху от верхней установочной поверхности шпалы (4), при этом совокупность упомянутых анкерных элементов включает анкерные элементы для обычного рельса (105) и анкерные элементы для рельса (5) магнитной подушки за пределами концов шпалы.

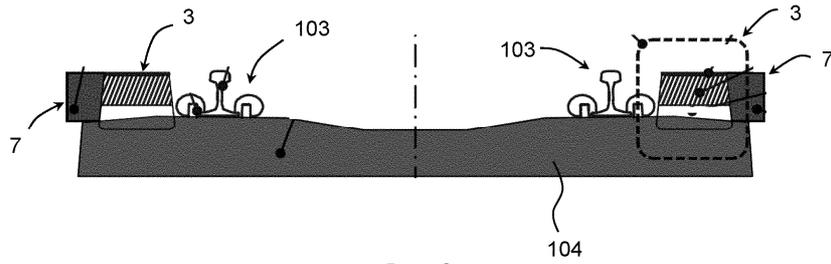
14. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой направляющий элемент установлен на опорном рельсе (10) или на опорной стойке (28), при этом упомянутый опорный рельс или опорная стойка соединена со шпалой (4, 104) или с опорной плитой (13).



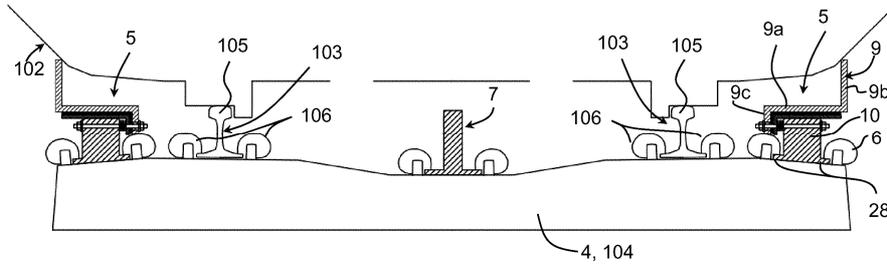
Фиг. 1a



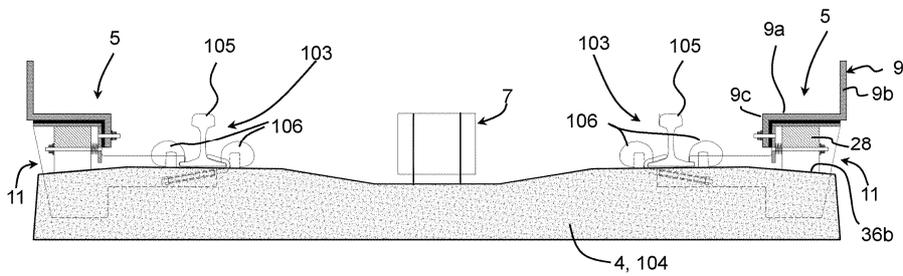
Фиг. 1b



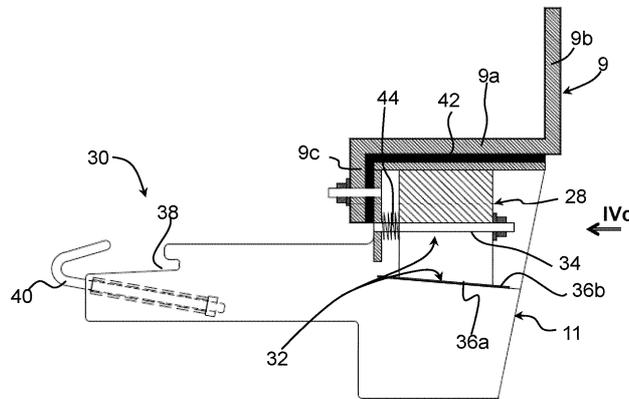
Фиг. 2



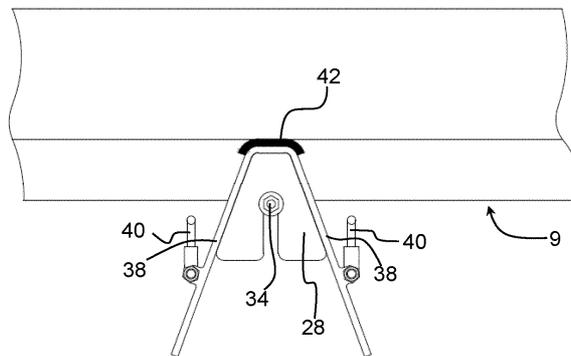
Фиг. 3



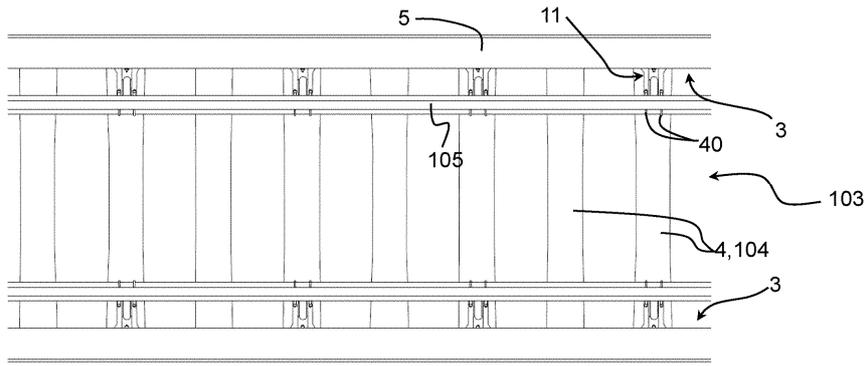
Фиг. 4а



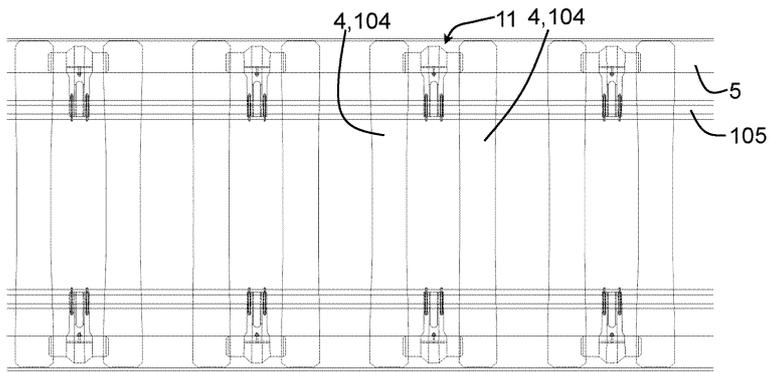
Фиг. 4b



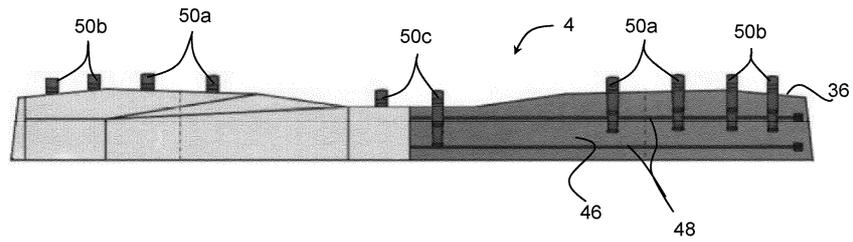
Фиг. 4с



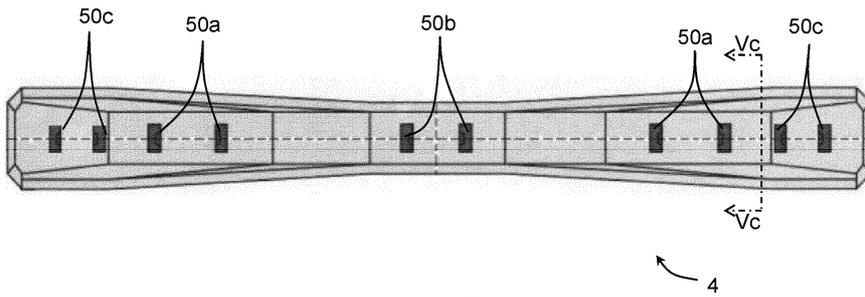
Фиг. 4d



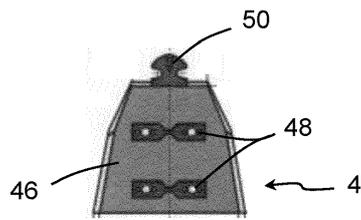
Фиг. 4e



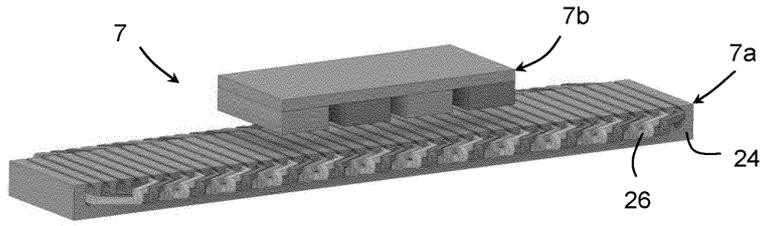
Фиг. 5a



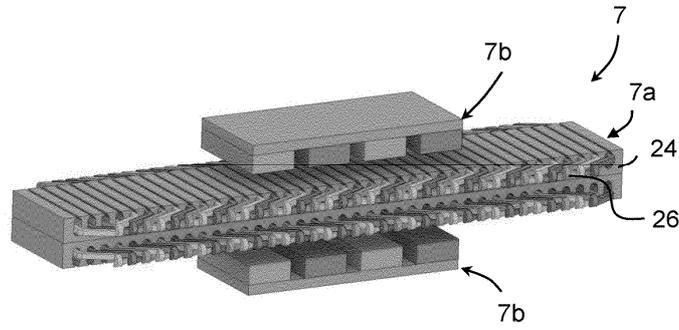
Фиг. 5b



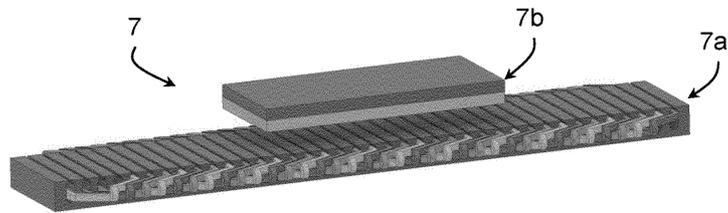
Фиг. 5c



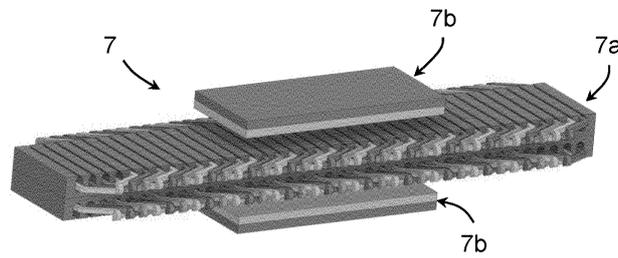
Фиг. 6а



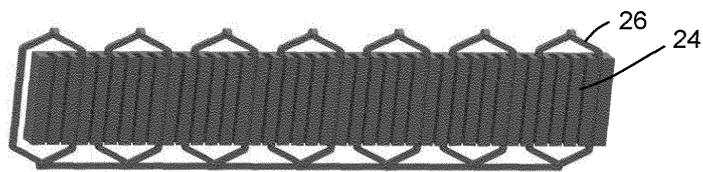
Фиг. 6б



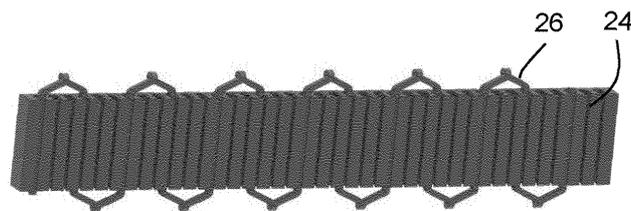
Фиг. 6с



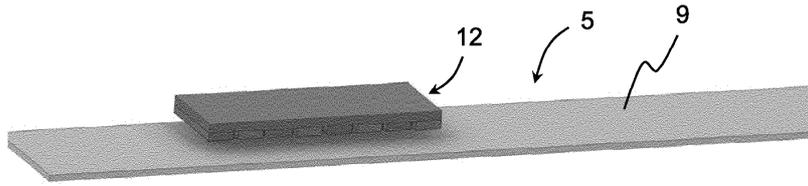
Фиг. 6д



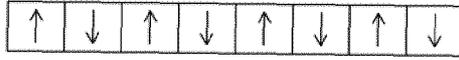
Фиг. 7а



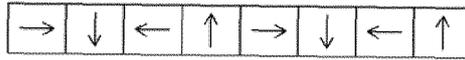
Фиг. 7б



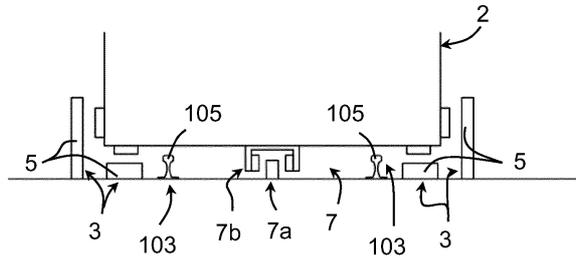
Фиг. 8a



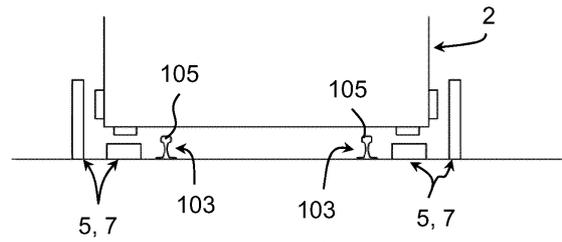
Фиг. 8b



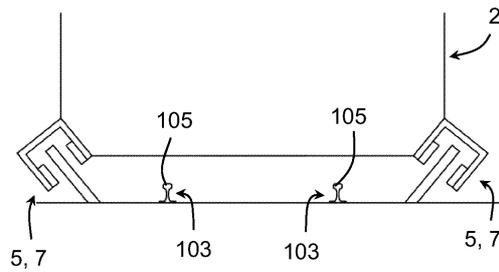
Фиг. 8c



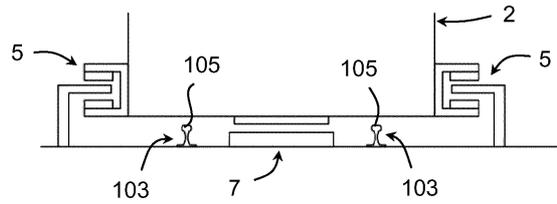
Фиг. 9a



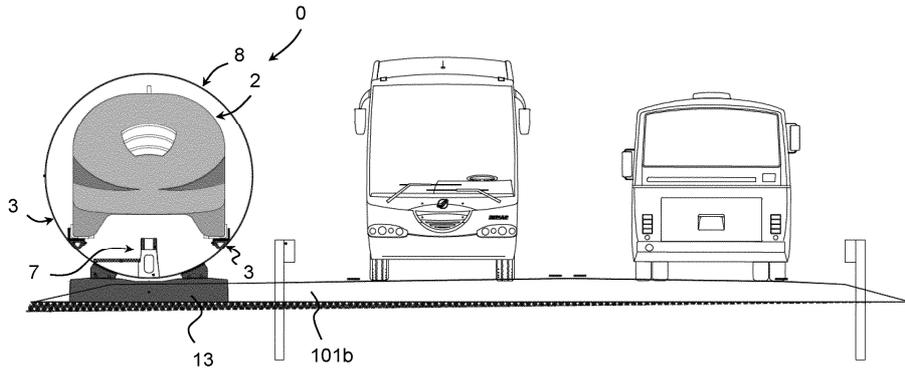
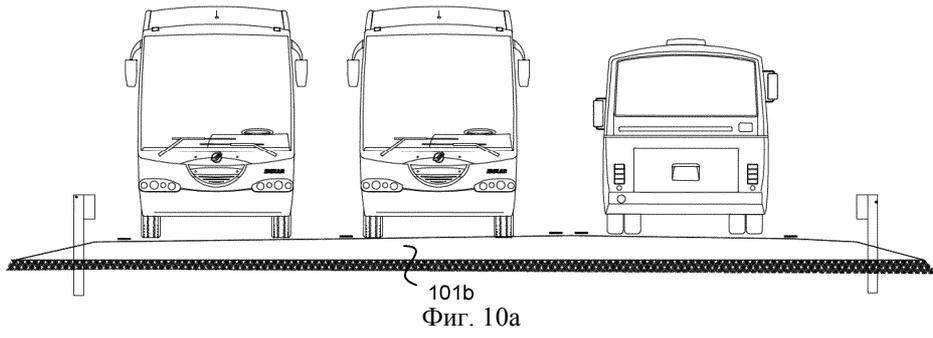
Фиг. 9b



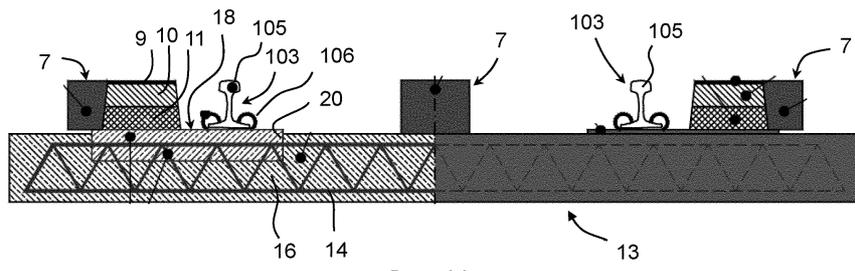
Фиг. 9c



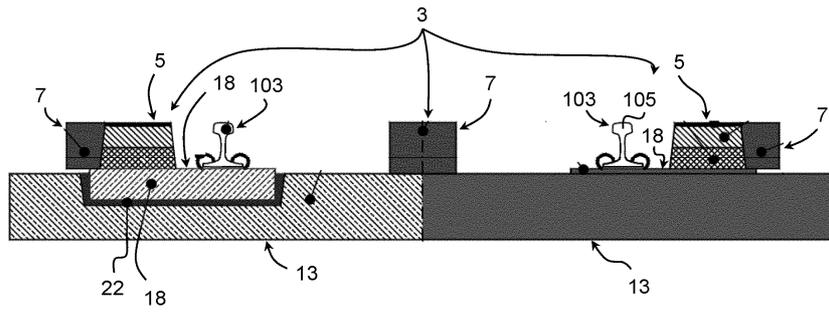
Фиг. 9d



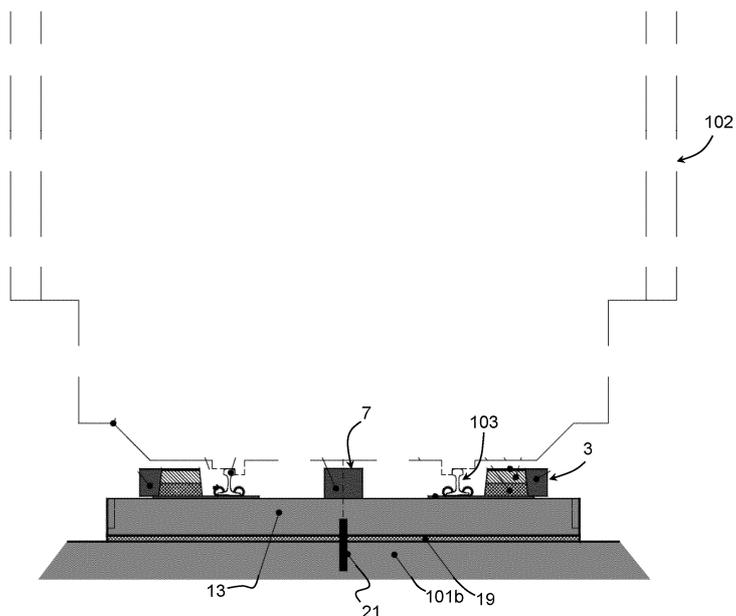
Фиг. 10б



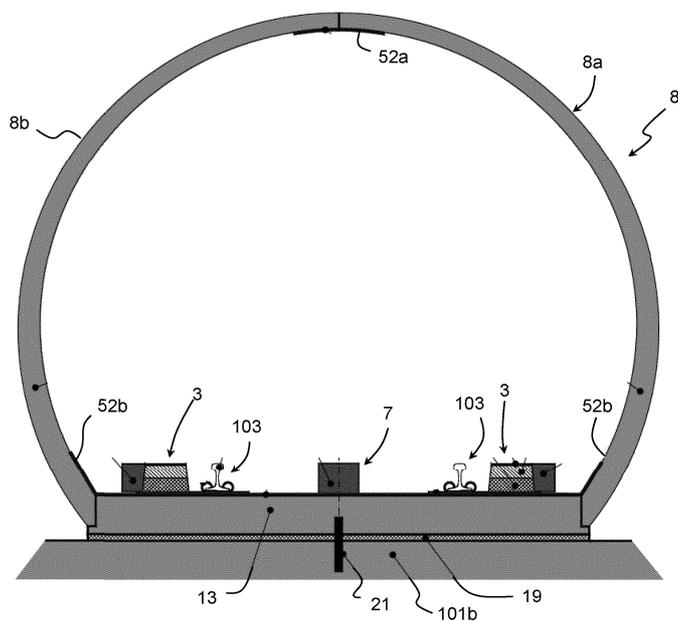
Фиг. 11а



Фиг. 11б



Фиг. 12



Фиг. 13

