

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040462**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.06.06

(21) Номер заявки
202192332

(22) Дата подачи заявки
2020.03.14

(51) Int. Cl. **E01B 25/30** (2006.01)
B61B 13/10 (2006.01)
E01B 2/00 (2006.01)

(54) **ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СИСТЕМА ТИПА "ВАКУУМНАЯ ТРУБА"**

(31) **P.429274**

(32) **2019.03.14**

(33) **PL**

(43) **2021.10.31**

(86) **PCT/EP2020/057011**

(87) **WO 2020/183027 2020.09.17**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**НЕВОМО ПОЛАНД
СПУЛКА З ОГРАНИЧОНА
ОДПОВЕДЗЯЛНОСЦЯ (PL)**

(72) Изобретатель:
**Радзишевский Павел, Мельчарек
Лукаш, Святек Гжегож, Пачек
Пшемьслав (PL)**

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

(56) **KR-B1-101830638
US-A1-2011283914
FR-A1-2238802**

(57) Предложена железнодорожная система с вакуумной трубой, содержащая вакуумную трубу (18), установленную на наземной опоре (4), железнодорожный путь (10) на магнитной подушке, установленный внутри стены (20), образующей вакуумную трубу (18) для придания направления железнодорожному транспортному средству (8) на магнитной подушке. Вакуумная труба (18) собрана из секций вдоль наземной опоры, при этом по меньшей мере некоторые из совокупности секций вакуумной трубы соединены между собой с помощью компенсационного соединения (22), обеспечивающего возможность герметично закрыть зазор расширения между секциями трубы. Компенсационное соединение (22) содержит по меньшей мере первую и вторую опорные пластины (26a, 26b), установленные на внешней поверхности стены трубы (20). Первая опорная пластина прикреплена к первой секции (18a) вакуумной трубы, а вторая опорная пластина (26b) прикреплена ко второй секции (18b) вакуумной трубы. Опорные пластины проходят в продольном направлении поверх зазора расширения на длину (L1), превышающую максимальный размер зазора расширения (G), причем первая и вторая опорные пластины установлены с возможностью скольжения друг относительно друга. Компенсационное соединение дополнительно содержит эластичный герметизирующий слой (30), проходящий по внешней стороне опорных пластин. Этот герметизирующий слой прикреплен к внешней поверхности стены и полностью проходит поверх опорных пластин, герметично закрывая зазор расширения, когда давление внутри вакуумной трубы ниже атмосферного.

B1

040462

040462

B1

Область техники, к которой относится предлагаемое изобретение

Предлагаемое изобретение относится к железнодорожной системе на магнитной подушке. В частных применениях железнодорожная система на магнитной подушке может быть интегрирована в существующую сеть железных или автомобильных дорог.

Предпосылки создания предлагаемого изобретения

Известно, что существующие железнодорожные сети для поездов на колесах могут быть модифицированы, чтобы включать в себя железнодорожные пути для поездов на магнитной подушке. Использование существующей инфраструктуры железнодорожного пути дает значительное преимущество, состоящее в сокращении затрат и времени на внедрение, хотя требуются некоторые компромиссы, поскольку существующая инфраструктура обычно не оптимизирована для систем на магнитной подушке.

Системы на магнитной подушке обладают особенно высокой эффективностью, когда они реализованы в вакуумной трубе, которая снижает аэродинамическое сопротивление и позволяет увеличить скорость и снизить потребление энергии. Простота реализации, в частности адаптация существующей сети для включения в нее системы на магнитной подушке с минимальным воздействием на существующие обычные железнодорожные пути, является важным фактором. Учитывая, что существующие железнодорожные пути могут иметь различные поверхности, балластированные или не балластированные, необходимо также учитывать адаптацию к этим различным поверхностям вдоль железнодорожной линии.

Краткое описание предлагаемого изобретения

Целью изобретения является создание железнодорожной системы на магнитной подушке с вакуумной трубой, которую можно быстро и легко установить, в частности, в существующих инфраструктурах. Выгодно создать железнодорожную систему с вакуумной трубой для интеграции в существующие инфраструктуры, которую можно быстро развернуть в существующей инфраструктуре и которую можно легко адаптировать к изменяющимся условиям существующей инфраструктуры.

Цели изобретения достигнуты путем создания системы по п.1 формулы изобретения.

В зависимых пунктах формулы изобретения изложены различные предпочтительные варианты осуществления изобретения.

В настоящем изобретении раскрыта железнодорожная система на магнитной подушке, содержащая вакуумную трубу, установленную на наземной опоре, железнодорожный путь на магнитной подушке, установленный внутри стены, образующей вакуумную трубу для придания направления железнодорожному транспортному средству на магнитной подушке, при этом вакуумная труба собрана из секций вдоль наземной опоры, при этом, по меньшей мере, некоторые из секций вакуумной трубы соединены между собой с помощью компенсационного соединения, обеспечивающего герметичное закрытие зазора расширения между этими секциями трубы. Компенсационное соединение содержит по меньшей мере первую и вторую опорные пластины, установленные на внешней поверхности стены трубы, при этом первая опорная пластина прикреплена к первой секции вакуумной трубы, а вторая опорная пластина прикреплена ко второй секции вакуумной трубы, при этом опорные пластины простираются в продольном направлении через зазор расширения на длину (L1), превышающую максимальный размер зазора расширения (G), первая и вторая опорные пластины установлены с возможностью скольжения друг относительно друга, компенсационное соединение дополнительно содержит эластичный герметизирующий слой, проходящий по внешней стороне опорных плит. Этот герметизирующий слой связан с внешней поверхностью стены и полностью проходит через опорные пластины так, чтобы герметично закрывать зазор расширения, когда давление внутри вакуумной трубы ниже атмосферного.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления предлагаемого изобретения компенсационное соединение дополнительно содержит герметизирующую мембрану, проходящую по внешней стороне опорных пластин в продольном направлении на длину, превышающую максимальный размер зазора расширения, и предназначенную для предотвращения попадания в зазор между упомянутыми опорными пластинами и в упомянутый зазор расширения материала герметизирующего слоя.

В одном из предпочтительных вариантов герметизирующий слой выполнен из эластомерного материала, нанесенного в жидком состоянии на месте с помощью процесса осаждения, включающего хотя бы одно из следующего: распыление, впрыскивание, осаждение с помощью инструментов для нанесения слоя, таких как кисть или шпатель.

В одном из предпочтительных вариантов компенсационное соединение может дополнительно содержать лист или ленту из эластомерного материала, такого как резина, который перед нанесением герметизирующей мембраны помещают поверх опорных пластин.

В одном из предпочтительных вариантов герметизирующая мембрана содержит эластомерный полимер, включая хотя бы одно из следующего: полиуретан, метилметакрилат, гидрированный нитрилу-тадиеновый каучук, фторсиликоновый каучук, эластомерные полимеры на основе силикона.

В одном из предпочтительных вариантов герметизирующая мембрана выполнена из эластомерного полимера, включая по меньшей мере одно из следующего: полиуретан, метилметакрилат, гидрированный нитрилу-тадиеновый каучук, фторсиликоновый каучук, эластомерные полимеры на основе силикона.

В одном из предпочтительных вариантов опорные плиты выполнены из листа металла, полиэтилена высокой плотности или из эпоксидной смолы, армированной волокном.

В одном из предпочтительных вариантов опорные пластины прикреплены к стене соответствующей секции вакуумной трубы посредством клеевого соединения.

В одном из предпочтительных вариантов опорные плиты выполнены в виде гибких плоских линейных сегментов, например, в диапазоне от 2 до 15 м или более, для сборки на внешней поверхности стены трубы путем гибкого согласования с поперечным профилем трубы.

В одном из предпочтительных вариантов опорные пластины имеют взаимно зацепляющиеся зубцы, причем длина (L1) зубцов превышает максимальный размер зазора расширения (G).

В другом варианте осуществления предлагаемого изобретения опорные пластины перекрывают друг друга через зазор расширения и на расстояние перекрывания, превышающее максимальный размер зазора расширения (G).

Предпочтительно решение, когда вакуумная труба выполнена из секций длиной от 8 до 40 м.

Возможен вариант, в котором вакуумная труба выполнена из предварительно изготовленных транспортируемых секций длиной от 8 до 18 м, предпочтительно от 12 до 16 м.

Возможен вариант, в котором вакуумную трубу изготавливают на месте секциями длиной от 12 до 40 м, предпочтительно от 20 до 40 м.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления предлагаемого изобретения секции вакуумных труб устанавливают на наземной опоре существующего обычного железнодорожного пути, имеющего балластированную поверхность.

Возможен вариант, в котором секции вакуумной трубы устанавливают на существующие рельсы, дополнительно снабжая их деформируемой прокладкой, установленной между рельсом и стеной вакуумной трубы. К внешней стороне стены вакуумной трубы может быть прикреплено позиционирующее ребро, взаимодействующее с внешней боковой стороной рельса.

Возможен вариант, в котором секции вакуумной трубы устанавливают непосредственно на балластированную поверхность, а между балластированной поверхностью и стеной трубы расположен деформируемый мат.

Возможен вариант, в котором секции трубы устанавливают на существующих железнодорожных шпалах обычного железнодорожного пути, в котором рельсы сняты, а между шпалами и стеной трубы установлены опорные балки или блоки.

Возможен вариант, в котором железнодорожная система дополнительно содержит опорные стойки, заглубленные, по меньшей мере, частично, в грунт между существующими шпалами обычного железнодорожного пути, и опорными поперечными балками, выполненными с возможностью обеспечивать дополнительную поддержку или обходить препятствия, при этом на поперечных балках установлена вакуумная труба.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления предлагаемого изобретения железнодорожная система дополнительно содержит линейный двигатель, содержащий статор, установленный с помощью соединительного кронштейна на внутренней стороне стены вакуумной трубы.

В одном из предпочтительных вариантов стена вакуумной трубы имеет круглую или практически круглую форму поперечного сечения.

Другие цели и преимущественные аспекты изобретения станут ясны из формулы изобретения, а также из последующего подробного описания и прилагаемых графических материалов (чертежей).

Краткое описание прилагаемых графических материалов

Далее изобретение описывается со ссылками на прилагаемые чертежи, которые иллюстрируют некоторые варианты осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 1 в поперечном разрезе схематично изображена железнодорожная система с вакуумной трубой согласно одному из вариантов осуществления изобретения.

На фиг. 2 на виде, аналогичном фиг. 1, изображен другой вариант осуществления изобретения.

На фиг. 3 на виде, аналогичном фиг. 1 и 2, изображен еще один вариант осуществления изобретения.

На фиг. 3а часть вида, представленного на фиг. 3, изображена подробно, показано соединение между вакуумной трубой и существующим рельсовым путем.

На фиг. 4 на виде, аналогичном фиг. 1, 2 и 3, проиллюстрирован еще один вариант осуществления изобретения.

На фиг. 5а в продольном разрезе схематично изображено место стыка между трубами железнодорожной системы с вакуумными трубами согласно одному из вариантов осуществления изобретения.

На фиг. 5b и 5с на виде сверху схематично изображен участок компенсационного соединения в месте стыка, показанного на фиг. 5а, в расширенном (фиг. 5b) и сжатом (фиг. 5с) состояниях.

Подробное описание вариантов осуществления изобретения

На чертежах показано, что предлагаемая железнодорожная система 2 с вакуумной трубой содержит железнодорожное транспортное средство 8 на магнитной подушке, вакуумную трубу 18, внутри которой придают направление железнодорожному транспортному средству 8, и наземную опору 4, на которой расположена вакуумная труба 18. Эта наземная опора может иметь балластированную поверхность 4а, т.е. поверхность, содержащую гравий и/или щебень, или же она может иметь небалластированную по-

верхность из бетона, асфальта или другую искусственную поверхность (не показано). Железнодорожная система с вакуумной трубой содержит также железнодорожный путь 10 с магнитной подушкой, установленный внутри вакуумной трубы 18 для придания направления железнодорожному транспортному средству 8 на магнитной подушке, имеющему соответствующие направляющие устройства для магнитной подушки, взаимодействующие с рельсом 12 с магнитной подушкой.

Рельс 12 с магнитной подушкой содержит опорный рельс 12а, выполненный с возможностью поддерживать во время перемещения железнодорожного транспортного средства его вес бесконтактным способом за счет сил магнитной левитации, известных как таковые в отрасли транспортных средств на магнитной подушке. Рельс 12 с магнитной подушкой может дополнительно содержать направляющий рельс 12b для бокового позиционирования железнодорожного транспортного средства. Возможны различные другие конфигурации, такие как наклонный рельс с магнитной подушкой, служащий как для придания бокового направления, так и для вертикальной поддержки веса транспортного средства, или для того, чтобы иметь боковую направляющую отдельно от опорного рельса для поддержки веса.

Рельс 12 с магнитной подушкой прикреплен к внутренней стороне стены 20 вакуумной трубы 18 с помощью соединительных кронштейнов 14. Эти соединительные кронштейны могут иметь механизмы регулировки положения (не показаны) для точного позиционирования железнодорожных путей на магнитной подушке друг относительно друга и относительно линейного двигателя 16, чтобы точно направлять железнодорожное транспортное средство по вакуумной трубе 18.

Система дополнительно содержит линейный двигатель 16, имеющий статор 17, установленный в вакуумной трубе 18, и комплементарный подвижный элемент 19, установленный на железнодорожном транспортном средстве 8, который магнитно соединяется со статором 19 для движения железнодорожного транспортного средства по пути 10. Статор может быть установлен на стене вакуумной трубы 20 через соединительный кронштейн 15, позволяющий регулировать положение статора 17 относительно рельсов с магнитной подушкой и железнодорожного транспортного средства для точного соединения с ними. Статор 17 обычно содержит установленные в ферромагнитном якоре обмотки, генерирующие магнитное поле, которое взаимодействует с постоянными магнитами, или с индукционной массой в подвижном элементе 19. Возможны также варианты, в которых использован статор без железа, т.е. обмотки не установлены на ферромагнитном материале. Последнее решение более надежно в эксплуатации и более экономично, несмотря на меньшее усилие линейного двигателя. Различные конструкции линейных двигателей, подходящих для железнодорожных путей с магнитной подушкой, сами по себе хорошо известны и не нуждаются в дополнительном описании. Линейный двигатель также может быть интегрирован в рельсы магнитной подушки, а не быть отдельным узлом, как показано; такие решения тоже сами по себе известны в данной области техники.

Внутри вакуумной трубы может быть предусмотрена платформа 24 для обслуживания, чтобы обслуживающий персонал мог перемещаться внутри трубы во время операций обслуживания.

Вакуумная труба 18 предпочтительно содержит цилиндрическую или, по существу, цилиндрическую стену 20, однако без выхода за рамки сущности изобретения могут применяться профили поперечного сечения и другой формы, например многоугольные, квадратные, эллиптические, овальные или другие несимметричные формы. Тем не менее, во многих применениях самой простой и надежной, как представляется, будет вакуумная труба 18 цилиндрической формы (т.е. круглого сечения).

Вакуумная труба 18 может быть выполнена из секций трубы, которые могут быть изготовлены предварительно, так что каждая из них имеет длину, позволяющую транспортировать ее по железной или автомобильной дороге. Секция трубы может иметь длину, например, от 8 до 40 м, причем секции собираются одна за другой вдоль наземной опоры 4. Типичная длина таких секций трубы превышает диаметр трубы в 2-10 раз, поэтому для диаметра 4 м секции могут иметь длину от 8 до 40 м. Предпочтительно длина трубных секций составляет от 12 до 16 м.

В альтернативном варианте секции трубы, например, длиной 8-40 м, предпочтительно длиной 20-40 м, изготавливают на месте или рядом с железнодорожными путями, например, путем заливки бетона вокруг арматуры. Существуют литейные машины, которые, перемещаются по рельсам, укладывая арматуру и заливая бетон с использованием форм. Другой способ изготовления трубы на месте включает изготовление в стороне от пути с использованием стационарной литейной машины, которая производит секции, которые затем транспортируются к надлежащим частям пути, где они устанавливаются.

Материал стены вакуумной трубы может содержать бетон или состоять из бетона, стали или композитных армированных материалов, а также из комбинаций вышеперечисленного.

Секции вакуумной трубы 18 могут быть установлены на существующей или заново уложенной наземной опоре. Существующая наземная опора может быть спроектирована для обычных железнодорожных транспортных средств и может иметь рельсы для колесных железнодорожных транспортных средств, как показано на фиг. 3, или без рельсов (например, путем удаления рельсов перед установкой вакуумной трубы), как показано на фиг. 1 и 2. Чтобы точно позиционировать трубу на наземной опоре, между изготовленной опорой 7, такой как шпалы 7а или поперечные балки 7b, установленные на балластированной поверхности 4а, и трубой может быть установлено средство сопряжения 25 между трубой и опорой, соответствующее форме трубы. Это средство сопряжения между трубой и опорой может содер-

жать опорные балки или блоки 25, которые могут быть расположены индивидуально на железнодорожных шпалах или продолжаться в продольном направлении по двум или более железнодорожным шпалам. Эти опорные балки или блоки выполнены таким образом, чтобы соответствовать внешней форме нижней части вакуумной трубы для надежного положения последней относительно наземной опоры 4. Опорные балки или блоки могут быть выполнены как детали, отдельные от шпалы 6, и прикреплены к ней, и могут дополнительно содержать податливый, эластомерный или деформируемый слой для распределения давления вакуумной трубы на опорную балку, а также, в некоторых случаях, демпфирования соединения между вакуумной трубой и землей для снижения вибраций и шума при движении транспортного средства по железнодорожному пути на магнитной подушке.

В варианте, иллюстрируемом на фиг. 2, в случае наземной опоры с недостаточной несущей способностью, когда требуется большая устойчивость, в дополнение к шпалам могут быть установлены в балластированном грунте между шпалами поперечные балки 7b, и могут быть дополнительно использованы опорные стойки 11, которые закапываются и закрепляются в балластированной наземной опоре для поддержки поперечных балок 7b. Такие поперечные балки 7b с опорными стойками 11 также можно использовать для подъема железнодорожной трубы над препятствиями или для перехода через впадины.

В варианте, изображенном на фиг. 3, вакуумная труба 18 также может быть размещена на существующих железнодорожных путях для обычных колесных железнодорожных транспортных средств. Для распределения контактного давления между железнодорожными путями и вакуумной трубой и, в некоторых случаях, для уменьшения вибраций и шума, когда железнодорожное транспортное средство движется внутри трубы, на железнодорожных путях может быть размещена податливая, эластичная или пластически деформируемая прокладка 29. Деформируемая прокладка 29 может быть изготовлена, например, из резины или другого эластомерного материала, предпочтительно армированного металлическими или композитными проволоками или волокнами. Деформируемая прокладка может поставляться в виде линейных сегментов, например, от по меньшей мере 2 до, например, 100 м для укладки на рельс 12 перед опусканием секций трубы на рельсы. В этом варианте средство сопряжения между трубой и опорой может дополнительно содержать ребра 27 для позиционирования и стабилизации трубы 18 на рельсах 21. Эти позиционирующие ребра выполнены с возможностью зацепления с внешними боковыми краями рельсов 21. Позиционирующие ребра могут быть прикреплены к трубе 18 различными способами в зависимости от материала, из которого изготовлена стена 20 трубы, например, с помощью сварки, склеивания (например, метилметакрилатным клеем или клеем на основе смолы) или закрепления с помощью винтов или анкеров (в бетоне). Ребра могут быть установлены на расстоянии, например, не менее 0,5 м, при этом на прямых участках вакуумной трубы 18, экранированных от ветра, расстояние может составлять даже до 6-12 м.

В варианте, иллюстрируемом на фиг. 4, вакуумная труба также может быть установлена непосредственно на балластированной опоре без шпал или со снятыми шпалами существующего железнодорожного пути. Между участком контактной поверхности вакуумной трубы и наземной опорой отливают или помещают в виде мата податливый, эластомерный или пластически деформируемый слой материала. Материал, хорошо приспособленный для последней функции, может включать различные эластомеры и каучуки, полиэтилен, битум, геоткань или комбинации этих материалов.

На фиг. 5a, 5b и 5c проиллюстрирован вариант осуществления одного из аспектов изобретения. На фиг. 5a в продольном разрезе (т.е. в направлении, параллельном центральной линии вакуумной трубы) изображен стык между двумя соединенными секциями трубы. На фиг. 5b и 5c на виде сверху изображена часть компенсационного соединения стыка в расширенном (т.е. плоском) состоянии. Вакуумные трубы поставляются секциями длиной от 8 до 40 м и, таким образом, между предварительно изготовленными или изготовленными на месте секциями имеются стыки. Некоторые стыки могут быть сделаны герметичными с образованием более длинных секций (например, от 16 до 80 м), которые соединяются вместе через стык, выполненный с возможностью допускать тепловое расширение и сжатие трубы 18 относительно опоры 4 земли, на которой установлены трубы. Необходимо иметь возможность регулировать некоторое расширение по крайней мере между некоторыми секциями труб, не обязательно между каждой парой соседних секций, но через равные интервалы в зависимости от типа грунта и колебаний суточных или сезонных температур в месте установки.

В одном из аспектов изобретения компенсационное соединение 22 установлено на внешней стороне стены 20 вакуумной трубы 20 с охватом стыка. Компенсационное соединение обеспечивает герметичное уплотнение внутренней части вакуумной трубы 18, при этом допуская заданную максимальную степень расширения между соседними секциями трубы 18.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления предлагаемого изобретения компенсационное соединение содержит по меньшей мере первую и вторую опорные пластины 26a и 26b, при этом первая опорная пластина 26a соединена с первой секцией вакуумной трубы 18a, а вторая опорная пластина 26b соединена со второй секцией вакуумной трубы 18b, находящейся в соединении с первой секцией. Опорные пластины 26a и 26b преимущественно изготовлены из металлического листа, например медного, алюминиевого или стального. Опорные пластины 26a и 26b могут быть изготовлены также из прочного полимера, такого как полиэтилен высокой плотности, или из композитного материала, который

приклеивают, приваривают, приклепывают или привинчивают к соответствующей секции трубы таким образом, чтобы перекрывался максимальный размер зазора между смежными концевыми секциями труб, которые подвергаются расширению. В предпочтительном варианте осуществления опорные пластины приклеиваются клеем 33 к внешней поверхности стены 20 трубы.

Как можно видеть на фиг. 5b и 5c, опорные пластины могут быть снабжены взаимно зацепляющимися зубцами 32a, 32b длиной L1, которая больше, чем заданный максимальный размер переменного зазора G между секциями 18a и 18b. Длина L1 зубцов, таким образом, больше, чем максимальный зазор расширения G для диапазона расширения вакуумной трубы 18. Опорная пластина может быть изготовлена, например, из пластичного материала, такого как медь или полиэтилен высокой плотности, который может быть легко сформован и прикреплен к внешней стороне стены 20 вакуумной трубы во время установки секций вакуумной трубы на месте.

В другом варианте (на чертежах не показан) могут быть использованы опорные пластины без взаимно зацепляющихся зубцов, но перекрывающиеся, так чтобы максимальный размер перекрытия был больше максимального зазора G.

Поверх опорных пластин 26a и 26b, в частности поверх места стыка опорных пластин, может быть расположена герметизирующая мембрана 28, проходящая через зазор расширения G и выходящая за его пределы. Эта герметизирующая мембрана преимущественно содержит очень эластичный полимерный материал, такой как полиуретан, который способен к упругой деформации более 100%, например до 1000%. Могут использоваться другие уплотнительные материалы, такие как метилметакрилат. Герметизирующая мембрана может содержать многослойную структуру из нескольких материалов, например нижележащий первичный герметизирующий слой, например, из резины, приклеенный к внешней стене, или термоусадочный полимерный слой, а внешний слой из напыленного или осажденного эластомерного материала, такого как полиуретан или метилметакрилат.

Герметизирующая мембрана 28 закрывает стык между опорными пластинами и позволяет заливать, распылять, впрыскивать, наносить или иным образом формировать поверхность опорных пластин 26a и 26b один или несколько герметизирующих слоев 30, предотвращая попадание герметизирующего материала в зазор между опорными пластинами и в зазор между концами стен 20. Таким образом, опорные пластины остаются подвижными друг относительно друга на максимальном расстоянии расширения. Герметизирующий слой 30 проходит в продольном направлении по обоим концам соответствующих опорных пластин 26a и 26b и находится в контакте с внешней поверхностью стены 20 обеих секций 18a и 18b, чтобы обеспечить уплотнение вокруг опорных пластин и герметизирующей мембраны 28. Разница давлений между внешней и внутренней сторонами вакуумной трубы создает давление на герметизирующий слой 30 по отношению к внешней стороне стены 20 вакуумной трубы, что гарантирует герметичное уплотнение. Жесткие опорные пластины 26a и 26b поддерживают жесткость герметизирующей мембраны на участке, соответствующем зазору расширения G при его максимальном расширении, чтобы обеспечить для секций 18a и 18b вакуумной трубы возможность перемещаться в продольном направлении друг относительно друга без попадания материала в зазор расширения между ними, что могло бы заблокировать дальнейшее движение. Другими словами, опорные пластины, которые проходят через зазор расширения на внешней поверхности вакуумных труб, гарантируют, что зазор расширения останется свободным от материала и может свободно расширяться и сужаться на максимальном заданном расстоянии расширения G.

Перечень ссылочных обозначений:

- 2 - железнодорожная система;
- 4 - наземная опора железнодорожного пути;
- 4a - балластированная (гравий, щебень и т.д.)/небалластированная;
- 7 - изготовленная опора;
- 7a - шпала;
- 7b - поперечная балка;
- 11 - опорная стойка/средство сопряжения между трубой и опорой;
- 25 - опорная балка или блок;
- 31 - деформируемый мат;
- 29 - деформируемая прокладка;
- 27 - позиционирующее ребро;
- 8 - транспортное средство на магнитной подушке/устройство на магнитной подушке;
- 10 - железнодорожный путь с магнитной подушкой;
- 12 - рельс с магнитной подушкой;
- 12b - направляющий рельс;
- 12a - опорный рельс;
- 14 - соединительный кронштейн;
- 16 - линейный двигатель;
- 15 - соединительный кронштейн;
- 17 - статор/якорь/обмотка;
- 19 - подвижный элемент постоянные магниты индукционная масса;

- 18 - вакуумная труба;
 - 20 - стена;
 - 22 - компенсационное соединение;
 - 26а, 26b - опорные пластины;
 - 32, 32а, 32b - взаимно зацепляющиеся зубцы;
 - 33 - клей;
 - 28 - герметизирующая мембрана;
 - 30 - герметизирующий слой;
 - 24 - платформа для обслуживания.
- Максимальный зазор расширения G (между вакуумными трубами):
L1 - длина зубцов опорных пластин.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Железнодорожная система с вакуумной трубой, содержащая вакуумную трубу (18), установленную на наземной опоре (4), железнодорожный путь на магнитной подушке (10), установленный в окружении стены (20), образующей вакуумную трубу (18) для придания направления железнодорожному транспортному средству (8) на магнитной подушке, при этом вакуумная труба (18) собрана из секций вдоль наземной опоры, при этом, по меньшей мере, некоторые из совокупности секций вакуумной трубы соединены друг с другом с помощью компенсационного соединения (22), выполненного с возможностью герметично закрывать зазор расширения между упомянутыми секциями трубы, отличающаяся тем, что компенсационное соединение (22) содержит по меньшей мере первую и вторую опорные пластины (26а, 26b), установленные на внешней поверхности стены трубы (20), причем первая опорная пластина прикреплена к первой секции (18а) вакуумной трубы, а вторая опорная пластина (26b) прикреплена ко второй секции (18b) вакуумной трубы, при этом опорные пластины проходят в продольном направлении поверх зазора расширения на длину (L1), превышающую максимальный размер зазора расширения (G), при этом первая и вторая опорные плиты выполнены с возможностью перемещаться со скольжением друг относительно друга, при этом компенсационное соединение дополнительно содержит эластичный герметизирующий слой (30), проходящий по внешней стороне опорных пластин, этот герметизирующий слой прикреплен к внешней поверхности стены и полностью проходит по опорным пластинам, будучи выполненным с возможностью герметично закрывать зазор расширения, когда давление внутри вакуумной трубы ниже атмосферного.

2. Железнодорожная система по п.1, в которой компенсационное соединение (22) дополнительно содержит герметизирующую мембрану (28), проходящую по внешней стороне опорных пластин (26а, 26b) на длину, превышающую максимальный размер зазора расширения, и предназначенную для предотвращения попадания материала герметизирующего слоя (30) в зазор между упомянутыми опорными пластинами и в упомянутый зазор расширения.

3. Железнодорожная система по п.2, в которой компенсационное соединение (22) дополнительно содержит лист или ленту из эластомерного материала, такого как резина, который наложен поверх опорных пластин перед нанесением герметизирующей мембраны (28).

4. Железнодорожная система по любому из пп.2 или 3, в которой герметизирующая мембрана содержит эластомерный полимер, включая по меньшей мере одно из следующего: полиуретан, метилметакрил, гидрированный нитрилбутадиеновый каучук, фторсиликоновый каучук, эластомерные полимеры на основе силикона.

5. Железнодорожная система по любому из пп.2-4, в которой герметизирующая мембрана (28) изготовлена из листа или полосы полимера, включая по меньшей мере одно из следующего: полиуретан, метилметакрилат, гидрированный нитрилбутадиеновый каучук, фторсиликоновый каучук, эластомерные полимеры на основе силикона.

6. Железнодорожная система по любому из пп.1-5, в которой герметизирующий слой изготовлен из эластомерного материала, нанесенного в жидком состоянии на месте с помощью процесса осаждения, включающего хотя бы одно из следующего: распыление, впрыскивание, осаждение с помощью инструментов для нанесения слоя, таких как кисть или шпатель.

7. Железнодорожная система по любому из пп.1-6, в которой опорные пластины (26а, 26b) изготовлены из листа металла, полиэтилена высокой плотности или эпоксидной смолы, армированного волокном.

8. Железнодорожная система по любому из пп.1-7, в которой опорные пластины прикреплены к стене (20) соответствующей секции вакуумной трубы с помощью клея (33).

9. Железнодорожная система по любому из пп.1-8, в которой опорные пластины выполнены в виде гибких плоских линейных сегментов, например, в диапазоне от 2 до 15 м или более, для установки на внешней поверхности стены трубы с гибким согласованием с профилем поперечного сечения трубы.

10. Железнодорожная система по любому из пп.1-9, в которой опорные пластины (26а, 26b) имеют взаимно зацепляющиеся зубцы (32а, 32b), причем длина (L1) зубцов превышает максимальный размер зазора расширения (G).

11. Железнодорожная система по любому из пп.1-10, в которой опорные пластины перекрывают друг друга через зазор расширения на расстояние перекрытия, превышающее максимальный размер зазора расширения (G).

12. Железнодорожная система по любому из пп.1-11, в которой вакуумная труба состоит из секций длиной от 8 до 40 м каждая.

13. Железнодорожная система по п.12, в которой вакуумная труба выполнена из предварительно изготовленных транспортируемых секций длиной от 8 до 18 м, предпочтительно от 12 до 16 м.

14. Железнодорожная система по п.12, в которой вакуумная труба изготовлена на месте секциями длиной от 12 до 40 м, предпочтительно от 20 до 40 м.

15. Железнодорожная система по любому из пп.1-14, в которой секции вакуумной трубы установлены на наземной опоре существующего обычного железнодорожного пути, имеющего балластированную поверхность (4а).

16. Железнодорожная система по п.15, в которой секции вакуумной трубы установлены на существующих рельсах (21) и которая дополнительно содержит деформируемую прокладку (29), установленную между рельсом (21) и стеной (20) вакуумной трубы.

17. Железнодорожная система по любому из пп.1-16, дополнительно содержащая позиционирующее ребро (27), прикрепленное к внешней стороне стены (20) вакуумной трубы и входящее в зацепление с внешней боковой стороной рельса (21).

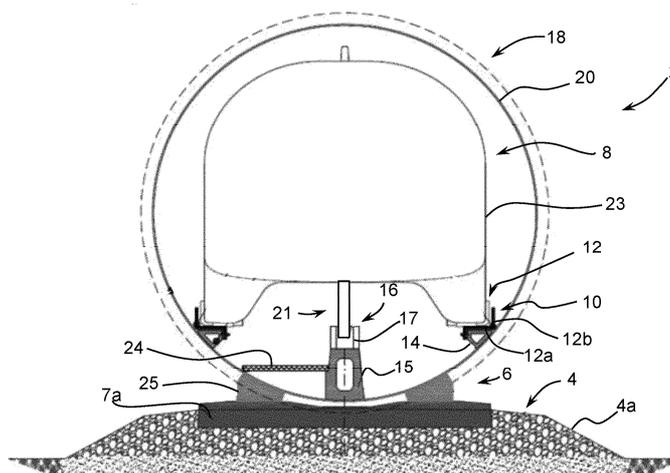
18. Железнодорожная система по п.15, в которой секции вакуумной трубы установлены непосредственно на балластированной поверхности, а между балластированной поверхностью и стеной трубы расположен деформируемый мат (31).

19. Железнодорожная система по п.15, в которой секции трубы установлены на существующих железнодорожных шпалах (7а) обычного железнодорожного пути, в котором рельсы сняты, а между шпалами и стеной трубы установлены опорные балки или блоки (25).

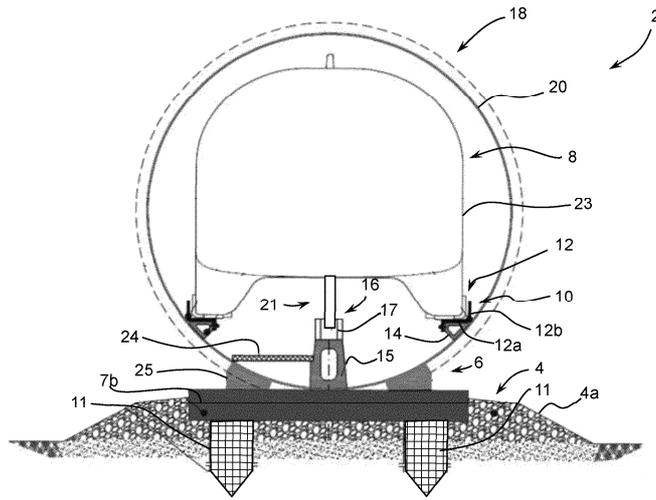
20. Железнодорожная система по п.19, дополнительно содержащая опорные стойки (11), заглубленные, по меньшей мере, частично, в наземную опору между существующими шпалами обычного железнодорожного пути, и опорные поперечные балки (7b), предназначенные для обеспечения дополнительной опоры или для обхода препятствий, при этом вакуумная труба установлена на этих поперечных балках.

21. Железнодорожная система по любому из пп.1-20, дополнительно содержащая линейный двигатель (16), имеющий статор (17), установленный с помощью соединительного кронштейна (15) на внутренней стороне стены вакуумной трубы.

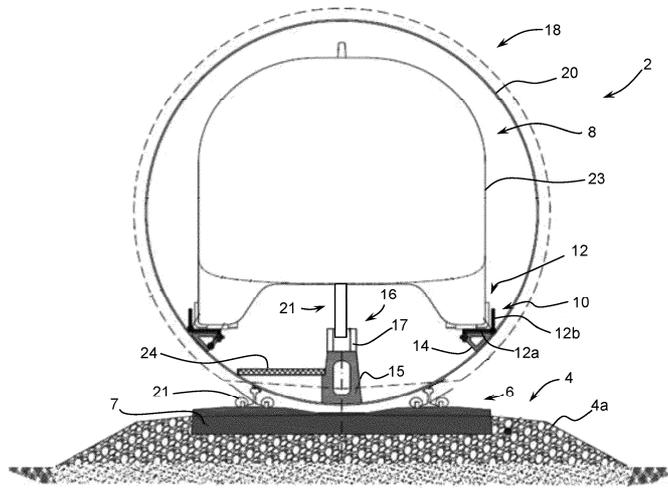
22. Железнодорожная система по любому из пп.1-21, в которой стена вакуумной трубы имеет круглую или, по существу, круглую форму поперечного сечения.



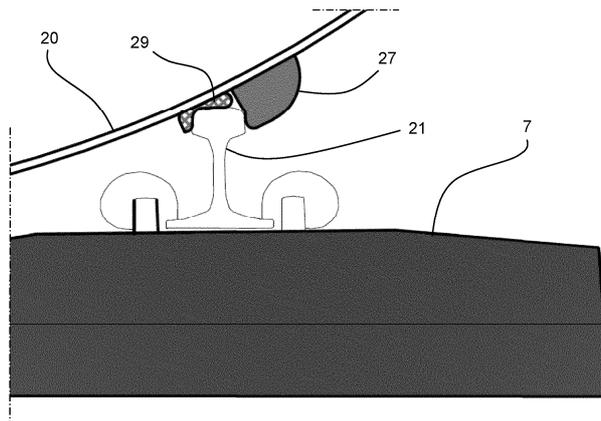
Фиг. 1



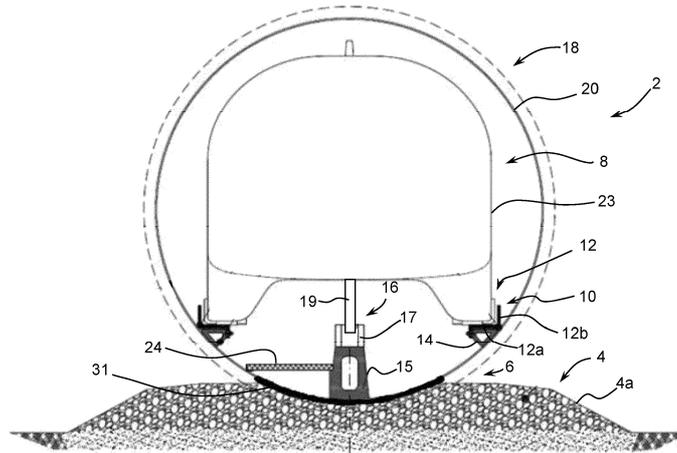
Фиг. 2



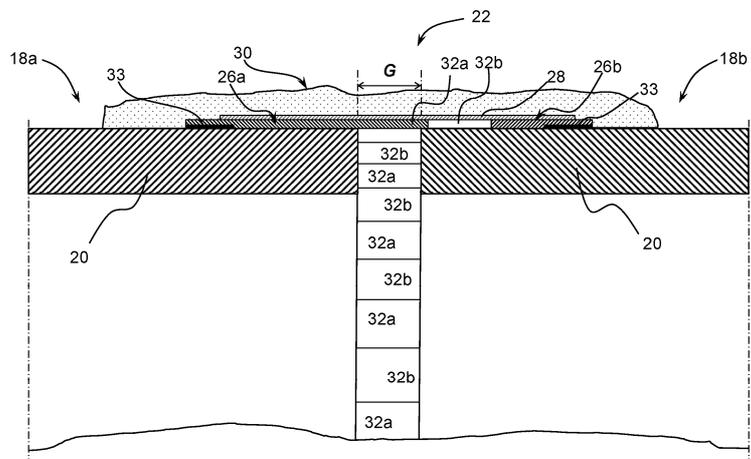
Фиг. 3



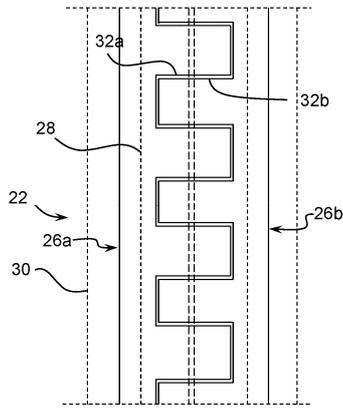
Фиг. 3а



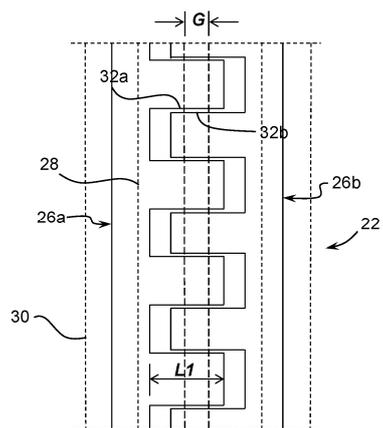
Фиг. 4



Фиг. 5а



Фиг. 5b



Фиг. 5с



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2