

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034827**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.03.25

(21) Номер заявки
201790144

(22) Дата подачи заявки
2015.03.09

(51) Int. Cl. **B61L 27/04** (2006.01)
B61B 13/12 (2006.01)
B61L 25/02 (2006.01)
B65G 43/00 (2006.01)

**(54) СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ РЕЛЬСОВОЙ
ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ**

(31) **62/021,905**

(32) **2014.07.08**

(33) **US**

(43) **2017.05.31**

(86) **PCT/CA2015/050175**

(87) **WO 2016/004515 2016.01.14**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**РЭЙЛ-ВЭЙОР ТЕКНОЛОДЖИС
ГЛОБАЛ ИНК. (СА)**

(56) **US-A1-20080154451**
US-A1-20120138752
US-A1-20100262321
US-A1-20110022253
US-A-5777547

(72) Изобретатель:
**Фиск Джэймс Эверретт (US), Фантин
Патрик Уолтер Джозеф, Маккол
Уильям Джон, Наймейер Дэвид
Уильгельм, Ризэй Кертис Рон,
Занетти Эрик Бенджамин Александр,
Хэллберг Эско Джонаннес (СА),
Кэйперс Джозеф Джеральд (US)**

(74) Представитель:
**Карпенко О.Ю., Лыу Т.Н., Угрюмов
В.М., Дементьев В.Н., Глухарёва
А.О., Клюкин В.А., Строкова О.В.,
Христофоров А.А. (RU)**

(57) Предложены системы и способы отслеживания местоположения железнодорожного состава, не имеющего внутреннего привода и работающего в составе автоматизированной железнодорожной системы. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения железнодорожная система включает в себя рельсовый путь, идущий в направлении движения состава; множество вагонеток, движущихся по указанному рельсовому пути и объединенных в один состав; блок считывания данных о местоположении; и программируемый логический контроллер (ПЛК), сообщающийся посредством средств связи с указанным блоком считывания данных о местоположении и выполненный с возможностью определения местоположения состава по поступающим с указанного блока входным данным.

B1**034827****034827****B1**

Родственная заявка

По настоящей заявке испрашивается приоритет в соответствии с предварительной заявкой на выдачу патента США № 62/021,905, содержание которой полностью включено в настоящий документ посредством ссылки.

Область техники

Настоящее изобретение, в общем, относится к определению местоположения железнодорожного состава, в частности, к определению местоположения железнодорожного состава для перевозки насыпных грузов, не имеющего внутреннего привода, в автоматизированных железнодорожных системах.

Предшествующий уровень техники

Способы, условия и порядок транспортировки насыпных грузов обычными железнодорожными составами, грузовиками, ленточными конвейерами, канатно-подвесными дорогами или трубопроводами для перекачки материалов в виде пульпы хорошо известны и обычно используются в различных отраслях промышленности в зависимости от потребностей или опыта разработки конкретного участка. Например, в горнодобывающей промышленности и в сфере производства сухих строительных смесей насыпные грузы перевозятся с рудничных площадок или мест разработки на перерабатывающие предприятия для последующего обогащения или сортировки. В качестве предпочтительного вида транспорта для перевозки насыпных грузов уже много лет используются грузовики. Постепенно обычные грузовики были заменены грузовиками повышенной проходимости, что было обусловлено их большей экономичностью при перевозке насыпных грузов и повышенной грузоподъемностью. Однако применение этих грузовых машин ограничено условиями, характерными для конкретной площадки. Кроме того, они требуют больших капиталовложений. Основные типы грузовиков повышенной проходимости эволюционировали в транспортные средства, которые требуют наличия очень широких дорог с тем, чтобы они могли развезти друг с другом; которые не экономичны по грузообороту в тонно-милях; которые ограничены в своих способностях преодолевать подъемы; которые представляют опасность из-за возможных ошибок водителя; и которые загрязняют окружающую среду.

Железнодорожные составы для перевозки насыпных грузов в вагонах-хопперах используются уже в течение многих лет. Благодаря низкому коэффициенту трения свободно катящихся чугунных или стальных колес о рельсовый путь, железнодорожные составы являются экономичными потребителями энергии. Однако их грузоподъемность ограничена мощностью двигателей или локомотивов. В многотонных длинных составах используется несколько двигателей, представленных в виде тяжелых локомотивов, масса которых обуславливает требования к весу рельс и балластному слою пути. Все железнодорожные пути должны быть рассчитаны на вес двигателей или локомотивов с топливом, а не на существенно меньший вес вагонов с грузом. Локомотивы должны обладать достаточной массой, чтобы вращающаяся приводная шина могла входить в контакт с неподвижным рельсом; а также обеспечивать достаточное трение, чтобы состав из вагонов с тяжелым грузом мог двигаться вперед и назад. Наклон обычных железнодорожных составов в поперечном направлении ограничен трением между нагруженными приводными колесами и рельсовым путем. Вагоны представляют собой отдельные части состава, загружаемые порциями насыпного материала по одному. Насыпные грузы могут выгружаться из вагонов-хопперов путем открытия нижних разгрузочных люков или путем опрокидывания кузова вагона для разгрузки через верх. Постановка вагонов под погрузку или разгрузку представляет собой трудоемкий процесс, отнимающий много времени.

Хотя перемещение из одной точки в другую может быть малозатратным, дополнительные расходы на порционную загрузку и разгрузку при транспортировке на более короткие расстояния снижают рентабельность железнодорожных перевозок. В условиях обычной железнодорожной сети с одним двухколейным путем одновременно может обслуживаться только один железнодорожный состав.

В течение многих лет для перемещения насыпных грузов используются ленточные конвейеры. Существует множество ленточных конвейерных систем, обеспечивающих перемещение практически любых насыпных грузов. Одноленточные системы со сверхдлинным ходом ленты требуют больших капитальных затрат и подвержены внезапному и полному отказу в случае разрыва или порыва ленты, что обычно приводит к останову всей системы и сбросу перемещаемого груза с необходимостью последующей очистки территории. Ленточные конвейеры относительно экономичны, но они требуют постоянного ухода из-за наличия множества поддерживающих подшипников, требующих постоянной проверки и замены. Короткие ленточные конвейеры обычно используются для перемещения практически любых сухих или зафиксированных грузов. Поскольку ленточные конвейеры характеризуются большой гибкостью, а применять их целесообразно только на местности с относительно плоским рельефом, они не годятся для транспортировки умеренно жидкой пульпы, так как вода с тонкодисперсными частицами материала может скапливаться в углублениях лент и переливаться через край, создавая проблемы, связанные с удалением пролитой пульпы.

Некоторые насыпные грузы могут транспортироваться по трубопроводам при их смешивании с водой для получения пульпы, которая выталкивается или затягивается крыльчаткой приводного насоса в безвоздушной или заводненной среде. Размер отдельных частиц, присутствующих в насыпных грузах, диктует скорость транспортировки, необходимую для поддержания движения. Например, при наличии

частиц большого размера скорость должна быть относительно высокой, чтобы можно было поддерживать движение пульпы за счет скачкообразного перемещения или проскальзывания самых крупных частиц в нижней части трубы. Поскольку трубопроводы работают в изменчивой окружающей среде, движущаяся текучая среда с массой твердых частиц создает трение о неподвижную стенку трубы. Чем выше скорость движения массы, тем больше потери на трение о поверхность стенки, для компенсации которых требуется увеличение затрачиваемой энергии. В зависимости от сферы применения, насыпной груз изначально разводится водой для облегчения его перемещения и обезвоживается на стороне выпуска.

Известны также узкоколейные железные дороги для перевозки насыпных грузов с рудников или иных выработок подобного рода, описанные на примере патента США № 3,332,535, выданного Хуберту (Hubert) с соавторами, в котором легкорельсовый состав, состоящий из нескольких вагонеток, приводится в движение за счет совместного действия приводных колес и электродвигателей и разгружается на внешней петле. В еще одном примере, описанном в патенте США № 3,752,334, выданном Робинсону-младшему (Robinson, Jr) с соавторами, раскрыта аналогичная узкоколейная железная дорога, где вагонетки приводятся в движение электродвигателем и приводными колесами. В патенте США № 3,039,402, выданном Ричардсону (Richardson), описывается способ перемещения вагонеток за счет использования стационарной приводной фрикционной шины.

Хотя описанные выше системы и способы транспортировки имеют определенные преимущества перед обычными системами, все они в значительной степени зависят от конкретной сферы применения. Теперь уже очевидно, что повышение трудозатрат, энергозатрат и материальных издержек, а также экологические факторы диктуют необходимость внедрения альтернативных способов транспортировки, более эффективных с точки зрения трудозатрат, энергосберегающих, бесшумных, не загрязняющих окружающую среду, эстетичных и компактных. В публикации патента США № US 2003/0226470, выданного Диббл (Dibble) с соавторами, под названием "Рельсовая транспортная система для перевозки насыпных грузов", в публикации патента США № US 2006/0162608, выданного Диббл, под названием "Легкорельсовая транспортная система для перевозки насыпных грузов", а также в патенте США № 8,140,202, также выданном Диббл, описан легкорельсовый состав, представляющий собой железнодорожный состав в виде длинного открытого лотка полукруглого сечения с приводными станциями. Содержание указанных публикаций и патента полностью включено в настоящий документ посредством ссылки. Такая легкорельсовая транспортная система является инновационной альтернативой описанным выше системам транспортировки, которая обеспечивает перевозку насыпных грузов с использованием множества сцепленных друг с другом вагонеток, каждая из которых открыта с обеих сторон, за исключением первой и последней вагонеток, снабженных торцевыми крышками. Состав образует длинный открытый лоток с гибкими щитками, закрепленными на каждой вагонетке, которые перекрывают вагонетку спереди во избежание высыпания груза во время движения. Головная вагонетка снабжена четырьмя колесами и боковыми приводными пластинами, сужающимися на концах для облегчения вхождения в приводную станцию. Последующие вагонетки снабжены двумя колесами с жесткой U-образной сцепкой, соединяющей переднюю часть этой вагонетки с задней частью впереди стоящей вагонетки. Движение состава обеспечивается за счет действия ряда соответствующим образом размещенных приводных станций, снабженных приводными двигателями по обе стороны пути, которые представляют собой электродвигатели переменного тока с приводными приспособлениями, такими как шины, обеспечивающие фрикционный контакт с боковыми приводными пластинами. В каждой приводной станции каждый приводной двигатель соединен с преобразователем переменного тока и контроллером, управляющим движением, для изменения, по мере необходимости, как напряжения, так и частоты. Каждый электродвигатель поворачивает шину в горизонтальной плоскости, вследствие чего происходит физический контакт с двумя боковыми приводными пластинами, расположенными параллельно друг другу на внешней стороне колес каждой вагонетки. Давление, оказываемое на боковые приводные пластины этими приводными шинами, преобразует вращательное движение шин в горизонтальное тяговое усилие. Колеса вагонетки отстоят друг от друга на определенное расстояние, обеспечивая возможность работы в перевернутом положении путем использования двойного комплекта рельс, позволяющего вагонетке висеть вверх дном при разгрузке. Путем вращения этой двухпутной системы можно вернуть состав-вертушку в обычный режим работы. Такая система хорошо известна на рынке в качестве системы перемещения грузов под названием Rail-Veyor™.

Ребордные колеса могут располагаться симметрично относительно боковых приводных пластин, обеспечивая работу в перевернутом положении для разгрузки насыпного груза, когда для захвата наружного контура колес используются четыре рельса. За счет использования поднятых рельсов эксплуатация состава в перевернутом положении может осуществляться так же легко, как и в обычном положении.

Кроме того, для таких легкорельсовых систем были разработаны приводы, описанные в патенте США № 5,067,413, выданном Киуши (Kiuchi) с соавторами, где раскрывается устройство перемещения подвижных кузовов, не имеющих каких-либо источников возбуждения движения, по постоянному маршруту. По постоянному маршруту перемещается множество подвижных кузовов, выстроенных в один ряд вплотную друг к другу. Движущее усилие передается одному из множества подвижных кузовов, расположенному по меньшей мере на одном конце выстроенного состава. Движущее усилие приводит в

движение подвижных кузов за счет силы трения, возникающей при оказании давления на одну торцевую поверхность подвижного кузова, после чего это усилие передается подвижному кузову за счет подпирания другой торцевой поверхности подвижного кузова. Устройство сообщения движущего усилия предусмотрено только на части постоянного маршрута.

Известен способ отслеживания положения состава, предусматривающий использование блока бесконтактных датчиков, располагаемых таким образом, чтобы они могли распознавать как боковую пластину состава, так и каждое колесо состава при его приближении к приводной станции и прохождении через эту станцию, как это описано в патенте США № 8,140,202 под названием "Способ управления рельсовой транспортной системой для перевозки насыпных грузов", содержание которого полностью включено в настоящий документ посредством ссылки.

Хотя системы и способы определения местоположения состава, используемые в настоящем документе, доказали свою эффективность, существует потребность в более оптимизированной или усовершенствованной системе.

Краткое раскрытие настоящего изобретения

По меньшей мере, в нескольких вариантах своего осуществления настоящее изобретение предлагает системы и способы отслеживания местоположения состава, не имеющего внутреннего привода и работающего в составе автоматизированной железнодорожной системы. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения железнодорожная система включает в себя рельсовый путь, идущий в направлении движения состава; множество вагонеток, движущихся по указанному рельсовому пути и объединенных в один состав; блок считывания данных о местоположении; и программируемый логический контроллер (ПЛК), сообщаемый посредством средств связи с указанным блоком считывания данных о местоположении и выполненный с возможностью определения местоположения состава по поступающим с указанного блока входным данным.

В одном из вариантов реализации блока считывания данных о местоположении каждая из множества вагонеток характеризуется по существу одинаковой длиной в направлении движения; при этом на множестве вагонеток предусмотрено множество детекторных элементов вагонетки. Все элементы из множества детекторных элементов вагонетки характеризуются по существу одинаковой длиной в направлении движения; при этом длина детекторного элемента вагонетки меньше длины этой вагонетки.

Блок считывания данных о местоположении может включать в себя первый датчик положения, расположенный вдоль рельсового пути, который реагирует на присутствие и/или отсутствие каждого из множества детекторных элементов вагонетки, и второй датчик положения, расположенный вдоль рельсового пути, который реагирует на присутствие и/или отсутствие каждого из множества детекторных элементов вагонетки, и который отстоит от первого датчика положения в направлении движения на первое междатчиковое расстояние; при этом первое междатчиковое расстояние меньше длины детекторного элемента.

Согласно одному из вариантов реализации альтернативного блока считывания данных о местоположении вагонетки соединены по порядку, и на каждой из множества вагонеток предусмотрена метка с данными, в каждой из которых хранится уникальный идентификатор. Блок считывания данных о местоположении содержит устройство считывания данных с меток, расположенное вдоль рельсового пути и выполненное с возможностью последовательного выявления каждой из множества меток с данными и считывания с них уникальных идентификаторов. В программируемом логическом контроллере хранится перечень уникальных идентификаторов, соответствующих порядку расположения вагонеток; при этом программируемый логический контроллер выполнен с возможностью определения положения состава по входным данным с блока считывания данных о местоположении и в соответствии с указанным перечнем.

В одном из аспектов своего осуществления настоящее изобретение предлагает рельсовую транспортную систему для перевозки насыпных грузов, содержащую

множество вагонеток, выполненных с возможностью объединения в единый состав; при этом каждая из указанных вагонеток снабжена парой боковых приводных пластин и выполнена с возможностью перевозки насыпных грузов;

приводную станцию для обеспечения фрикционного контакта с боковыми приводными пластинами, по меньшей мере, некоторых вагонеток с целью сообщения приводного движения каждой из вошедших в контакт вагонеток; и

сенсорный блок, связанный с приводной станцией и предназначенный для распознавания детекторного элемента вагонетки, соотносимого, по меньшей мере, с одной из вагонеток;

при этом сенсорный блок выполнен с возможностью определения параметров вагонетки, к которым относится скорость движения вагонетки; скорость движения состава, соотносимого с этой вагонеткой; величина ускорения вагонетки; величина ускорения состава, соотносимого с этой вагонеткой; направление движения вагонетки; сход с рельсов вагонетки; или сход с рельсов состава, соотносимого с этой вагонеткой.

В еще одном из вариантов реализации рельсовой транспортной системы или систем, вкратце описанных выше, сенсорный блок выполнен с дополнительной возможностью определения параметров, связанных с вагонеткой, выбранных из группы параметров, включающей в себя местоположение вагонетки

и местоположение состава.

В еще одном из вариантов реализации рельсовой транспортной системы или систем, вкратце описанных выше, приводная станция включает в себя узел приводной шины для обеспечения фрикционного контакта с боковыми приводными пластинами по меньшей мере одной из вагонеток;

при этом указанный узел приводной шины управляется, исходя из выявленных параметров одной из вагонеток.

В еще одном из вариантов реализации рельсовой транспортной системы или систем, вкратце описанных выше, приводное устройство выполнено с возможностью управления узлом приводной шины для увеличения приводного движения, передаваемого вагонетке вошедшим с ней в контакт узлом приводной шины, исходя из полученного значения параметра.

В еще одном из вариантов реализации рельсовой транспортной системы или систем, вкратце описанных выше, приводное устройство выполнено с возможностью управления узлом приводной шины для уменьшения приводного движения, передаваемого вагонетке вошедшим с ней в контакт узлом приводной шины, исходя из полученного значения параметра.

В еще одном из вариантов реализации рельсовой транспортной системы или систем, вкратце описанных выше, сенсорный блок представляет собой бесконтактный датчик, магнитный неконтактный датчик или ультразвуковой датчик.

В еще одном из вариантов реализации рельсовой транспортной системы или систем, вкратце описанных выше, сенсорный блок представляет собой блок с множеством датчиков.

В еще одном из вариантов реализации рельсовой транспортной системы или систем, вкратце описанных выше, детекторный элемент вагонетки характеризуется такой зоной действия, чтобы одновременно распознать его мог только один из датчиков.

В еще одном из вариантов реализации рельсовой транспортной системы или систем, вкратце описанных выше, по мере прохождения каждой вагонетки через приводную станцию каждый датчик последовательно распознает детекторный элемент вагонетки.

В еще одном из вариантов реализации рельсовой транспортной системы или систем, вкратце описанных выше, сенсорный блок представляет собой блок с тремя датчиками, отстоящими друг от друга на известное заданное расстояние.

В еще одном из вариантов реализации рельсовой транспортной системы или систем, вкратце описанных выше, детекторный элемент вагонетки, распознаваемый сенсорным блоком, располагается между передней частью вагонетки и последующей вагонеткой.

В еще одном из аспектов своего осуществления настоящее изобретение предлагает систему управления рельсовой транспортной системой для перевозки насыпных грузов; при этом указанная рельсовая транспортная система содержит множество вагонеток, выполненных с возможностью сведения, по меньшей мере, в два отдельных железнодорожных состава, где по меньшей мере одна из указанных вагонеток каждого из составов характеризуется наличием пары боковых приводных пластин и выполнена с возможностью перевозки насыпных грузов; при этом указанная рельсовая транспортная система дополнительно содержит, по меньшей мере, одну приводную станцию для обеспечения фрикционного контакта с боковыми приводными пластинами с целью сообщения приводного движения каждому составу; при этом указанная система управления содержит:

сенсорный блок для распознавания детекторного элемента вагонетки, по меньшей мере, одной из вагонеток каждого состава;

при этом сенсорный блок выполнен с возможностью определения данных о состоянии, соотносимых, по меньшей мере, с одной вагонеткой; при этом к данным о состоянии относится скорость движения вагонетки; скорость движения состава, соотносимого с этой вагонеткой; величина ускорения вагонетки; величина ускорения состава, соотносимого с этой вагонеткой; направление движения вагонетки; сход с рельсов вагонетки; или сход с рельсов состава, соотносимого с этой вагонеткой.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем управления, вкратце описанных выше, сенсорный блок функционально связан с приводной станцией.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем управления, вкратце описанных выше, при прохождении вагонетки через приводную станцию сенсорный блок распознает соответствующий детекторный элемент вагонетки.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем управления, вкратце описанных выше, сенсорный блок располагается отдельно и в стороне от приводной станции.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем управления, вкратце описанных выше, сенсорный блок выполнен с дополнительной возможностью определения параметров, связанных с вагонеткой, которые включают в себя местоположение вагонетки или местоположение состава.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем управления, вкратце описанных выше, приводная станция включает в себя приводное устройство и узел приводной шины для обеспечения фрикционного контакта с боковыми приводными пластинами, по меньшей мере, некоторых из вагонеток; при этом приводное устройство выполнено с возможностью управления узлом приводной шины по полученным значениям параметров одной из вагонеток.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем управления, вкратце описанных выше, приводное устройство выполнено с возможностью управления узлом приводной шины для увеличения приводного движения, передаваемого вагонетке вошедшим с ней в контакт узлом приводной шины, исходя из полученного значения параметра.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем управления, вкратце описанных выше, приводное устройство выполнено с возможностью управления узлом приводной шины для уменьшения приводного движения, передаваемого вагонетке вошедшим с ней в контакт узлом приводной шины, исходя из полученного значения параметра.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем управления, вкратце описанных выше, сенсорный блок представляет собой сенсорный блок с множеством датчиков.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем управления, вкратце описанных выше, датчики включают в себя бесконтактный датчик, магнитный неконтактный датчик или ультразвуковой датчик.

В еще одном из вариантов своего осуществления настоящее изобретение предлагает способ управления рельсовой транспортной системой для перевозки насыпных грузов; при этом рельсовая транспортная система включает в себя состав, содержащий пару боковых приводных пластин, который выполнен с возможностью перевозки насыпных грузов; при этом рельсовая транспортная система дополнительно включает в себя, по меньшей мере, две приводные станции, обеспечивающие фрикционный контакт с боковыми приводными пластинами для сообщения приводного движения составу; при этом указанный способ предусматривает выполнение следующих стадий:

сообщение составу приводного движения со значениями скорости и ускорения, заданными первой приводной станцией;

определение местоположения состава относительно второй приводной станции; и

активирование второй приводной станции таким образом, чтобы она сообщила составу приводное движение с поддержанием по существу такой же скорости, с которой состав проходил через первую приводную станцию, если было установлено, что этот состав находится в заданном положении относительно второй приводной станции.

В еще одном из вариантов реализации способа или способов, вкратце описанных выше, этот способ или способы дополнительно предусматривают стадию остановки работы второй приводной станции, если вторая приводная станция не в состоянии сообщить составу приводное движение с поддержанием по существу такой же скорости, с которой состав проходил через первую приводную станцию.

В еще одном из вариантов реализации способа или способов, вкратце описанных выше, по меньшей мере, две приводные станции отстоят друг от друга на расстояние, превышающее длину состава.

В еще одном из аспектов своего осуществления настоящее изобретение предлагает способ управления рельсовой транспортной системой для перевозки насыпных грузов; при этом рельсовая транспортная система включает в себя состав, содержащий пару боковых приводных пластин, который выполнен с возможностью перевозки насыпных грузов; при этом рельсовая транспортная система дополнительно включает в себя приводную станцию, обеспечивающую фрикционный контакт с боковыми приводными пластинами для сообщения приводного движения составу; при этом указанный способ предусматривает выполнение следующих стадий:

определение местоположения состава относительно приводной станции; и

активирование приводной станции таким образом, чтобы она сообщила составу приводное движение с заданной скоростью при прохождении им указанной приводной станции, если было установлено, что этот состав находится в заданном положении относительно приводной станции.

В еще одном из вариантов реализации способа или способов, вкратце описанных выше, рельсовая транспортная система дополнительно включает в себя вторую приводную станцию, обеспечивающую фрикционный контакт с боковыми приводными пластинами с целью сообщения составу приводного движения; при этом указанный способ предусматривает:

проверку того, что, по меньшей мере, одна из вагонеток состава постоянно контактирует с одной из приводных станций.

В еще одном из вариантов реализации способа или способов, вкратце описанных выше, рельсовая транспортная система дополнительно включает в себя вторую приводную станцию, обеспечивающую фрикционный контакт с боковыми приводными пластинами с целью сообщения составу приводного движения; при этом расстояние между двумя приводными станциями превышает длину состава.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, эта система дополнительно содержит множество вагонеток, выполненных с возможностью формирования второго состава; при этом каждая вагонетка снабжена парой боковых приводных пластин и выполнена с возможностью перевозки насыпных грузов.

В еще одном из аспектов своего осуществления настоящее изобретение предлагает рельсовую транспортную систему, содержащую следующие элементы:

рельсовый путь, идущий в направлении движения состава;

множество вагонеток, движущихся по указанному рельсовому пути и объединенных в один состав;

множество детекторных элементов вагонетки, установленных на множестве вагонеток; при этом все элементы из указанного множества детекторных элементов характеризуются по существу одинаковой длиной в направлении движения; при этом длина детекторного элемента меньше длины вагонетки;

блок считывания данных о местоположении, включающий в себя:

первый датчик положения, расположенный вдоль рельсового пути, который реагирует на присутствие и отсутствие каждого из множества детекторных элементов вагонетки; и

второй датчик положения, расположенный вдоль рельсового пути, который реагирует на присутствие и отсутствие каждого из множества детекторных элементов вагонетки, и который отстоит от первого датчика положения в направлении движения на первое междатчиковое расстояние;

при этом первое междатчиковое расстояние меньше длины детекторного элемента; и

программируемый логический контроллер (ПЛК), сообщаемый посредством средств связи с указанным блоком считывания данных о местоположении и выполненный с возможностью определения местоположения состава по поступающим с указанного блока входным данным.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, блок считывания данных о местоположении дополнительно включает в себя третий датчик положения, расположенный вдоль рельсового пути и реагирующий на присутствие и отсутствие каждого из множества детекторных элементов вагонетки, который отстоит от второго датчика положения в направлении движения на второе междатчиковое расстояние, и который отстоит от первого датчика положения на третье междатчиковое расстояние, равное сумме первого и второго междатчиковых расстояний; при этом второе междатчиковое расстояние меньше длины детекторного элемента.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, третье междатчиковое расстояние превышает длину детекторного элемента.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, первое междатчиковое расстояние не равно второму междатчиковому расстоянию.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, третье междатчиковое расстояние меньше длины вагонетки.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, рельсовый путь содержит пару параллельных рельсов, а блок считывания данных о местоположении располагается между рельсами таким образом, чтобы поверх него мог пройти состав.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, блок считывания данных о местоположении содержит опору датчиков, вытянутую в направлении движения, на которой устанавливаются датчики положения.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, каждый из множества детекторных элементов вагонетки представляет собой металлический элемент, проходящий под соответствующей вагонеткой из числа указанного множества вагонеток; при этом каждый из датчиков положения представляет собой бесконтактный датчик, реагирующий на присутствие и отсутствие каждого из указанных металлических элементов.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, эта система или системы дополнительно содержат приводную станцию, расположенную вдоль рельсового пути и управляемую ПЛК с целью сообщения движения составу.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, приводная станция включает в себя пару приводных колес, расположенных по обеим сторонам рельсового пути; при этом указанные приводные колеса входят в зацепление с каждой из множества вагонеток при их прохождении между указанными колесами.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, блок считывания данных о местоположении установлен на приводной станции.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, эта система или системы дополнительно содержат следующие элементы:

множество дополнительных приводных станций, расположенных с интервалами вдоль рельсового пути и управляемых ПЛК с целью сообщения движения составу; и

множество дополнительных блоков считывания данных о местоположении, идентичных указанному блоку считывания данных;

при этом каждый из множества дополнительных блоков считывания данных о местоположении располагается на соответствующей приводной станции из числа дополнительных приводных станций.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, ПЛК выполнен с возможностью последовательной активации приводных станций, исходя их входных данных, поступающих с блоков считывания данных о местоположении.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, все вагонетки из указанного множества вагонеток характеризуются, по существу, одинаковой длиной в направлении движения.

В еще одном из аспектов своего осуществления настоящее изобретение предлагает рельсовую транспортную систему, содержащую следующие элементы:

рельсовый путь, идущий в направлении движения состава;
 множество вагонеток, движущихся по указанному рельсовому пути и соединенных по порядку с образованием единого состава;
 множество меток с данными, закрепленных на множестве вагонеток; при этом каждая из указанного множества меток содержит в себе уникальный идентификатор;
 блок считывания данных о местоположении, включающий в себя
 считыватель данных с меток, расположенный вдоль рельсового пути и выполненный с возможностью последовательного выявления каждой из множества меток с данными и считывания с них уникальных идентификаторов; и
 программируемый логический контроллер, сообщаемый посредством средств связи с указанным блоком считывания данных о местоположении; при этом в программируемом логическом контроллере хранится перечень уникальных идентификаторов, соответствующих порядку расположения вагонеток; при этом программируемый логический контроллер выполнен с возможностью определения положения состава по входным данным с блока считывания данных о местоположении и в соответствии с указанным перечнем.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, множество меток с данными представляют собой RFID-метки (метки радиочастотной идентификации), а считыватель данных с меток представляет собой RFID-считыватель.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, RFID-метки представляют собой пассивные RFID-метки.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, множество меток с данными расположены не на наружных поверхностях множества вагонеток.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, эта система или системы дополнительно содержат приводную станцию, расположенную вдоль рельсового пути и управляемую ПЛК с целью сообщения движения составу.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, ПЛК выполнен с возможностью регулируемого останова состава, если при считывании один из уникальных идентификаторов окажется не на своем месте с учетом порядка следования вагонеток.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, блок считывания данных о местоположении установлен на приводной станции.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, эта система или системы дополнительно содержат следующие элементы:

множество дополнительных приводных станций, располагаемых с интервалами вдоль рельсового пути и управляемые ПЛК с целью сообщения движения составу; и

множество дополнительных блоков считывания данных о местоположении, идентичных указанному блоку считывания данных о местоположении; при этом каждый из множества дополнительных блоков считывания данных о местоположении располагается на соответствующей приводной станции из числа дополнительных приводных станций.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, ПЛК выполнен с возможностью последовательного приведения в действие приводных станций по входным данным с блоков считывания данных о местоположении.

В еще одном из вариантов реализации системы или систем, вкратце описанных выше, интервалы превышают длину состава, а ПЛК рассчитывает предполагаемую скорость движения состава при его приближении к очередной приводной станции, исходя из местоположения состава, топографических условий и состояния рельсового пути, после чего активирует последующую приводную станцию таким образом, чтобы эта приводная станция сообщила составу движение с поддержанием по существу такой же скорости, с которой этот состав впервые подошел к этой последующей приводной станции.

Краткое описание фигур

Различные варианты осуществления настоящего изобретения приведены в качестве примера и описаны в привязке к прилагаемым чертежам и приложениям. Заявленное изобретение станет понятным специалистам в данной области техники после ознакомления с последующим подробным описанием различных вариантов его осуществления в привязке к прилагаемым чертежам, где

на фиг. 1 представлено схематическое изображение однопутной системы согласно идеям настоящего изобретения;

на фиг. 2 и 3 представлены, соответственно, вид сбоку и вид сверху одного из вариантов реализации состава, работающего в составе системы, показанной на фиг. 1;

на фиг. 4 схематически показано устройство рельсового пути, управляемого системой управления согласно настоящему изобретению;

на фиг. 5 показан схематический общий вид железнодорожной системы с блоками считывания данных о местоположении согласно еще одному из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 6 показан вид сбоку железнодорожной системы, представленной на фиг. 5, с установленным на пути составом, изображенным в частичном разрезе для показа скрытых элементов;

на фиг. 7 показан вид сверху части железнодорожной системы, представленной на фиг. 5, которая включает в себя приводную станцию с проходящим через нее составом, показанным на фиг. 6, где скрытые элементы обозначены пунктирными линиями;

на фиг. 8 показан вид сверху приводной станции, представленной на фиг. 7, без ее составных элементов и в отсутствие состава, иллюстрирующий пример блока считывания данных о местоположении, показанного на фиг. 5;

на фиг. 9 представлен ряд схематических видов сбоку состава, проходящего через один из блоков считывания данных о местоположении, изображенных на фиг. 5;

на фиг. 10 представлен график состояния, иллюстрирующий состояния блока считывания данных о местоположении, показанного на фиг. 9, при прохождении через него состава; а

на фиг. 11 показан вид сверху части железнодорожной системы, представленной на фиг. 5, которая включает в себя приводную станцию с проходящим через нее составом, показанным на фиг. 6, в сторону альтернативного варианта реализации блока считывания данных о местоположении, где скрытые элементы обозначены пунктирными линиями.

Подробное раскрытие настоящего изобретения

Настоящее изобретение будет подробнее раскрыто ниже в привязке к прилагаемым чертежам и приложениям, где показаны иллюстративные варианты его осуществления. Однако заявленное изобретение может быть реализовано в самых разных формах, и его не следует рассматривать как ограниченное вариантами и примерами осуществления, представленными в настоящем документе, равно как и ограниченное размерами, указанными в настоящем документе. Правильнее сказать, что варианты осуществления, раскрытые в настоящем документе, представлены таким образом, чтобы описание изобретения было полным и всесторонним, и целиком передавало объем заявленного изобретения специалистам в данной области техники посредством этих иллюстративных вариантов и примеров, не носящих ограничительный характер. Любому специалисту в данной области техники понятно, что возможны самые разные формы и вариации вариантов осуществления, примеров реализации и иллюстраций настоящего изобретения, представленных в настоящем документе; и что различные варианты осуществления, примеры реализации и иллюстрации настоящего изобретения, представленные в настоящем документе, не следует рассматривать как носящие ограничительный характер.

Как показано на фиг. 1-3, однопутная железнодорожная система 10 согласно настоящему изобретению содержит рельсовый путь 12 с двумя параллельными рельсами 12а и 12b. Состав 14 содержит первую или головную вагонетку 16, снабженную, соответственно, передней и задней колесными парами 18 и 20, выполняющими свои функции на рельсовом пути 12, сообщая головной вагонетке движение свободного хода. В варианте осуществления заявленного изобретения, раскрытом в настоящем документе в качестве примера, состав содержит дополнительные вагонетки, именуемые второй или задней вагонеткой 22 и промежуточной вагонеткой 24, или множество промежуточных вагонеток, расположенных между головной и задней вагонетками. Задняя и промежуточная вагонетки 22 и 24 снабжены передним шарнирным соединением 26, предназначенным для шарнирного соединения промежуточной и задней вагонеток с головной вагонеткой. Задняя и промежуточные вагонетки 22 и 24 снабжены только одной задней колесной парой, выполняющей свои функции на рельсовом пути 12, сообщая указанным вагонеткам движение свободного хода.

Как показано на фиг. 2, каждая из вагонеток снабжена закрепленной на ней боковой пластиной 28. Как видно на фиг. 1, 3 и 4, каждая из множества приводных станций 30 содержит частотно-регулируемый привод (ЧРП), содержащий приводную шину 32, обеспечивающую фрикционный контакт с боковой пластиной 28 и сообщаящий приводное движение каждой вагонетке и, следовательно, всему составу 14. Как показано в постоянной привязке к фиг. 3, вариант осуществления изобретения, описанный в настоящем документе, содержит вагонетки, каждая из которых характеризуется наличием противолежащих боковых пластин 28а и 28b, и противолежащие приводные шины 32а и 32b. В частности, каждая вагонетка может характеризоваться наличием боковых пластин, неподвижно закрепленных с обеих сторон, которые проходят по длине вагонетки и отстоят наружу от колес и рельсов. Эти боковые пластины могут располагаться симметрично относительно колес и параллельно легким рельсам. В другой схеме боковые пластины могут располагаться ассиметрично относительно колес. Однако в этой схеме колеса являются частью боковых пластин, вследствие чего узел "боковая пластина - колесо" позволяет составу перемещаться или в прямом, или в обратном направлении. В предпочтительном варианте колеса располагаются таким образом, чтобы можно было эксплуатировать состав в положении стоя или перевернутом положении. Каждая приводная станция 30 содержит преобразователь переменного тока и контроллер, подключенные к каждой группе приводных двигателей с тем, чтобы можно было синхронизировать эти двигатели за счет изменения, по меньшей мере, одного из таких параметров, как напряжение и частота. Движение состава вперед или назад является результатом вращения шин, расположенных с двух сторон состава, в горизонтальной плоскости, которые вращаются в противоположных направлениях с соответствующим давлением указанной вращения, обеспечивающим минимальное проскальзывание боковых пластин по поверхности шины. Иначе говоря, обе противолежащие шины толкаются внутрь в направлении центра рельсового пути. Для остановки состава приводные шины 32 выполнены с дополнительной

возможностью вхождения в зацепление с боковой пластиной 28 вагонетки и оказания на нее давления.

Как показано в настоящем документе, головная вагонетка 16 снабжена лотком 54 и противолежащими боковыми пластинами 28а и 28b с уменьшенным расстоянием между ними для облегчения вхождения этих пластин между противолежащими приводными шинами 32а и 32b приводной станции. Задняя вагонетка 22 характеризуется наличием лотка и противолежащих боковых пластин 28а и 28b с уменьшенным расстоянием между ними для смягчения толчка при выходе состава 14 за пределы противолежащих приводных шин 32а и 32b приводной станции 30. Лотки промежуточных вагонеток 24, соединенных серьгой с головной вагонеткой 16 и задней вагонеткой 22, выстроены в один ряд, образуя единый открытый лоток с разрывами 56 между вагонетками. Эти разрывы перекрываются гибким щитком 58, проходящим через вагонетки 16, 24 и 22. Каждая вагонетка содержит полукруглый открытый лоток, и при соединении или объединении всех вагонеток они представляют собой единый открытый жесткий лоток, вытянутый на всю длину состава. Гибкий уплотняющий щиток, закрепленный вблизи передней части замыкающей вагонетки, перекрывает заднюю часть лотка передней вагонетки, но при этом он не закреплен на ней. Гибкий щиток уплотняет лоток полукруглого сечения гораздо эффективнее в сравнении с иными техническими решениями, такими как конструкции, описанные в патенте США № 3,752,334. Это позволяет составу преодолевать рельеф местности и повороты без нарушения целостности единого непрерывного лотка. Этот щиток эффективно удерживает и герметично закрывает груз, перевозимый составом, благодаря равномерному распределению груза, поддерживая его плотное прижатие к металлическому лотку передней вагонетки. Длинный непрерывный лоток упрощает загрузку, так как состав может загружаться и разгружаться на ходу, аналогично ленточному конвейеру. Это является значительным преимуществом перед обычным бункерным вагоном или вагоном с круговым опрокидывателем с особыми требованиями к оборудованию порционной загрузки.

Как указано в настоящем документе и показано на фиг. 4, предложена система и способ управления рельсовой транспортной системой, в которых акцент сделан на состав (а не на приводные станции), и которые оптимизированы для определения местоположения состава на рельсовом пути с точностью, по меньшей мере, в пределах длины одной вагонетки. Как показано на фиг. 1-4, приводные станции 30 отстоят друг от друга на определенное расстояние вдоль рельсового пути 12 так, чтобы, по меньшей мере, одна приводная станция контактировала с составом для сохранения его управляемости. Центр 48 управления может располагаться на расстоянии от приводных станций 30, каждая из которых сообщается с центром управления, предоставляя ему информацию о состоянии, такую как местоположение состава, скорость движения состава, рабочие характеристики самой приводной станции и иные данные подобного рода. Приводные станции могут сообщаться между собой и с центром управления по твердотяннутым проводам, оптоволоконным кабелям и/или посредством радиоволн, что зависит от условий, в которых работает система. Эта система позволяет использовать множество составов. Например, множество составов может эксплуатироваться системой, содержащей множество приводных станций 30, сообщающихся друг с другом, как для приведения в движение составов, так и для поддержания требуемого интервала движения между ними. После ознакомления с преимуществами идей настоящего изобретения специалистами в данной области техники станет понятно, что могут быть предусмотрены альтернативные конфигурации рельсового пути и приводных станций, включая их обратный реверс для реверсирования направления движения состава или составов, перемещающихся в пределах системы.

Что касается срабатывания системы управления приводом, то в предпочтительном варианте в каждый конкретный момент времени будет активироваться только тот привод, который контактирует с составом. Система управления использует информацию о местоположении состава для внесения небольших поправок в скорость его движения, постоянно поддерживая требуемый интервал движения между всеми составами на маршруте. Что касается величины ускорения, то максимальная мощность, потребная приводным двигателям, определяется, по всей видимости, крутизной и длиной подъема. Поскольку система управления способна обеспечивать обмен данными о приводной скорости между приводными станциями с целью их синхронизации, нет необходимости в полном ускорении состава до его подхода к очередной приводной станции. Кроме того, более продолжительное время ускорения позволяет использовать приводные двигатели меньшей мощности (более дешевые).

В постоянной привязке к фиг. 4 предложен способ управления рельсовой транспортной системой, содержащей состав 14 и приводные станции 30, который может быть оптимизирован для определения местоположения состава 14 вдоль рельсового пути 12, необязательно с точностью, по меньшей мере, в пределах длины вагонетки. В частности, каждая из приводных станций 30 содержит датчики, например, по меньшей мере, три датчика, которые обычно разнесены таким образом, чтобы не создавать друг другу помех. По меньшей мере, одна из вагонеток состава 14, - а в наиболее предпочтительном варианте все вагонетки этого состава, - содержит соответствующий детекторный элемент вагонетки (распознаваемый каждым датчиком) с тем, чтобы при прохождении состава 14 через приводную станцию каждый из датчиков мог распознать соответствующий детекторный элемент каждой вагонетки. Соответствующий детекторный элемент вагонетки может быть дополнительно выполнен таким образом, чтобы одновременно его мог распознать только один из трех датчиков на приводной станции 30.

В одном из примеров каждая из приводных станций 30 содержит три датчика, которые обычно раз-

несены относительно друг друга в горизонтальной плоскости на достаточную длину с тем, чтобы не создавать друг другу помех (например, датчик А, датчик В и датчик С обычно отстоят друг от друга на расстояние, по меньшей мере, около 18 дюймов). Каждая из вагонок состава 14 содержит соответствующий детекторный элемент вагонетки (считываемый каждым датчиком), который характеризуется такой зоной действия, чтобы одновременно распознать его мог только один из трех датчиков, установленных на приводной станции 30. В качестве датчиков может быть использован бесконтактный датчик, ультразвуковой датчик, магнитный неконтактный датчик или иной аналогичный или пригодный для использования датчик. В этом примере для распознавания заданных участков поверхности каждой вагонетки может быть в равной мере использован как бесконтактный, так и ультразвуковой датчик, тогда как для распознавания магнита (например, неодимового магнита), установленного на каждой вагонетке, может быть использован магнитный неконтактный датчик. Детекторный элемент вагонетки может являться неотъемлемой частью вагонетки, или же он может закрепляться на вагонетке.

За счет использования трех датчиков система управления имеет возможность определять местоположение состава 14 вдоль рельсового пути 12 с точностью, по меньшей мере, в пределах длины одной вагонетки. В частности, по мере прохождения каждой из вагонок состава 14 через приводную станцию 30 каждый датчик последовательно распознает соответствующий детекторный элемент вагонетки и передает соответствующий сигнал в систему управления. Таким образом, с помощью этого сенсорного блока, предусмотренного на каждой приводной станции, можно определить присутствие или местоположение каждой вагонетки состава.

Этот сенсорный блок может быть также использован для определения направления перемещения состава. Например, при прохождении состава через приводную станцию в прямом направлении соответствующий детекторный элемент каждой вагонетки активирует датчик А, затем - датчик В, а после этого - датчик С, последовательно посылая соответствующие сигналы в центр управления. При получении центром управления соответствующих сигналов в такой последовательности (например, сработал датчик А, сработал датчик В, сработал датчик С), центр управления воспринимает это, как факт прохождения одной из вагонок приводной станции в прямом направлении. Когда состав проходит через приводную станцию в обратном направлении, соответствующий детекторный элемент каждой вагонетки активирует датчик С, затем - датчик В, а после этого - датчик А, последовательно посылая соответствующие сигналы в центр управления. При получении центром управления соответствующих сигналов в обратной последовательности (например, сработал датчик С, сработал датчик В, сработал датчик А), центр управления воспринимает это, как факт прохождения одной из вагонок приводной станции в обратном направлении. Если центр управления принимает сигналы в любой иной последовательности, отличной от последовательности "сработал датчик А, сработал датчик В, сработал датчик С" или "сработал датчик С, сработал датчик В, сработал датчик А", то это может быть воспринято как остановка состава или отказ датчика.

Сенсорный блок может быть также использован для определения скорости и ускорения состава. Например, скорость движения состава можно определить, используя (а) расстояние между соответствующими детекторными элементами двух вагонок и (b) промежуток времени между распознаванием датчиков (например, (а) расстояние между магнитом на вагонетке 1 и магнитом на вагонетке 2 и (b) промежуток времени между распознаванием магнита на вагонетке 1 и магнита на вагонетке 2). Более того, для определения ускорения состава могут быть использованы данные датчиков в динамике или распознавание множества вагонок в динамике.

Как было сказано выше, сенсорный блок может быть, в общем, использован для выявления остановки состава или отказа датчика. Сход с рельсов может быть обусловлен рядом факторами; например, обломки на путях могут привести к выходу из строя колесного подшипника. В одном конкретном примере осуществления настоящего изобретения для обнаружения схода состава с рельсов может быть использован сенсорный блок. Распознавание составного поезда обычно осуществляется путем сравнения количества вагонок между приводными станциями. В частности, сенсорный блок может быть использован для распознавания соответствующих детекторных элементов на каждой вагонетке и, следовательно, подсчета количества вагонок, которые проходят через приводную станцию. Например, если (а) приводные станции D1 и D2 отстоят друг от друга на расстояние 1140 футов, а (b) каждая вагонетка имеет длину 67 футов, то между этими двумя станциями должно находиться 17 вагонок. Если подсчитанное количество вагонок между приводными станциями составляет менее 17 или более 18, то центр управления фиксирует возможный сход с рельсов или отказ датчика. В свою очередь, на приводную станцию может быть передан сигнал на остановку состава.

В еще одном из вариантов осуществления настоящего изобретения предложена система управления, которая может помочь смягчить ущерб от схода с рельсов, обеспечивая поддержание скорости вращения каждой приводной шины на приближающейся приводной станции (например, D2) на том же уровне, что и скорость движения состава. В частности, предложена усовершенствованная система и способ управления движением состава 14 по рельсовому пути 12, исходя из данных о скорости или ускорения на предыдущей приводной станции. В одном из примеров первая приводная станция 30 (DS1) сообщает движению составу по рельсовому пути 12 с заданной скоростью или ускорением в направлении вто-

рой приводной станции (DS2). Вагонетки состава распознаются сенсорным блоком, описанным выше, после чего определяется положение состава 14 относительно первой приводной станции (DS1) и второй приводной станции (DS2). Если выявляется, что состав 14 находится в пределах заданного расстояния от второй приводной станции (DS2), то на вторую приводную станцию (DS2) подается команда, активирующая приводную шину 32 на второй приводной станции (DS2). Для уменьшения износа приводной шины и вагонеток вторая приводная станция (DS2) входит в контакт с составом примерно с такой же скоростью вращения и/или ускорением, что и первая приводная станция, и поддерживает эту скорость и/или ускорение состава. Иначе говоря, вторая приводная станция (DS2) активируется таким образом, чтобы она поддерживала скорость движения и/или ускорение, заданное составу центром управления. Если заданные датчики, установленные на второй приводной станции (DS2), определяют, что вторая приводная станция (DS2) вошла в контакт с составом, то на первую приводную станцию подается команда останова, предписывающая первой приводной станции остановить работу приводной шины 32. Таким способом осуществляется управление составом между приводными станциями. Переход от одной приводной станции к другой синхронизирован.

В различных вариантах осуществления настоящего изобретения расстояние между соседними приводными станциями превышает длину состава. Следовательно, определенное расстояние между приводными станциями состав проходит свободным ходом. Следовательно, состав по существу проводится между приводными станциями. В этой схеме система управления рассчитывает предполагаемую скорость при подходе состава ко второй приводной станции, исходя из топографических условий и состояния рельсового пути (подъем или спуск). После этого система управления может определить местоположение состава, включить вторую приводную станцию и активировать ее таким образом, чтобы посредством приводных шин эта приводная станция сообщила составу движение с поддержанием по существу такой же скорости, с которой этот состав впервые подошел ко второй приводной станции.

В различных вариантах осуществления настоящего изобретения расстояние между приводными станциями короче, чем длина состава, и поэтому обычно состав постоянно находится в контакте с какой-либо одной приводной станцией.

После ознакомления с преимуществами идей, представленных в предшествующих описаниях и сопутствующих чертежах, многие модификации и иные варианты осуществления изобретений, раскрытые в настоящем документе, станут понятными любому специалисту в данной области техники, на которого рассчитаны эти изобретения. В этой связи следует понимать, что эти изобретения не должны ограничиваться конкретными приведенными примерами их осуществления, и что различные модификации и варианты осуществления, как предполагается, должны входить в объем прилагаемой формулы изобретения. Хотя в настоящем документе используются специальные термины, они применяются исключительно в своем обычном и описательном смысле, и не носят ограничительного характера.

Как показано на фиг. 5 и 6, согласно еще одному из вариантов осуществления настоящего изобретения железнодорожная система 110 включает в себя рельсовый путь 112, по которому движется один или несколько составов 114. Рельсовый путь 112 проходит в направлении 116 движения, а составы 114 приводятся в движение в прямом направлении 116 движения и в обратном ему (противоположном) направлении множеством приводных станций 120. Каждый из множества блоков 122 считывания данных о местоположении определяет положение составов 114. Программируемый логический контроллер (ПЛК) 124 сообщается с приводными станциями 120 и блоками 122 считывания данных о местоположении посредством средств связи, и выполнен с возможностью приведения в движение состава 114 приводными станциями 120, исходя из местоположения состава, которое определяется блоками 122 считывания данных о местоположении.

Как показано на фиг. 7, рельсовый путь 112 может состоять из пары обычно параллельных рельсов 126, хотя могут быть предусмотрены и иные конфигурации рельсового пути 112. Рельсовый путь 112 может быть выполнен в виде непрерывной петли, или характеризоваться наличием отдельных пунктов отправления и прибытия. Кроме того, рельсовый путь может иметь отдельные ответвления, приподнятые участки, участки движения в обратном направлении, туннели и прочее, в зависимости от потребностей или целесообразности. Следует иметь в виду, что настоящее изобретение может быть использовано практически при любой конфигурации рельсового пути.

Как показано на фиг. 6 и 7, состав 114 содержит множество последовательно соединенных вагонеток 130. Длина каждой вагонетки в направлении 116 движения может быть необязательно примерно одинакова. Кроме того, вагонетки 130 могут катиться на колесах 134, как лицевой стороной вверх, так и в перевернутом положении, что позволяет осуществлять выгрузку содержимого вагонеток в перевернутом положении. Проиллюстрированные вагонетки 130 содержат боковые пластины 136, с которыми входят в зацепление приводные станции 120 с целью сообщения движения вагонетки 130 в направлении 116 движения и в обратном направлении, что подробнее будет описано ниже. Хотя для экономии места изображено только три вагонетки 130, также могут эксплуатироваться составы, содержащие большее или меньшее количество вагонеток.

Каждая вагонетка 130 содержит детекторный элемент 140 вагонетки, на наличие или отсутствие которого реагируют блоки 122 считывания данных о местоположении. Как было указано выше, детектор-

ный элемент 140 вагонетки может составлять единое целое с вагонеткой или крепится на вагонетке. В проиллюстрированном варианте осуществления настоящего изобретения детекторный элемент 140 вагонетки представляет собой металлический элемент, вытянутый в направлении 116 движения и прикрепленный к днищу каждой вагонетки 130. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения длина детекторного элемента 140 вагонетки в направлении движения меньше длины вагонетки. Например, детекторный элемент 140 вагонетки может представлять собой металлическую трубку размерами примерно 1 дюйм×2 дюйма×4 фута, которая прикрепляется к днищу вагонетки длиной около 8 футов.

Как показано на фиг. 7, в проиллюстрированном варианте осуществления настоящего изобретения каждая приводная станция 120 содержит пару приводных колес 142, установленных с обеих сторон рельсового пути 112. В зависимости от эксплуатационных требований может быть использовано большее или меньшее количество пар приводных колес; или же может быть использован другой приводной механизм. Приводные колеса 142 выстроены в поперечном направлении 144 для вхождения в зацепление с боковыми пластинами 136 на вагонетках 130. При вращении приводных колес 142 в направлении 146 состав 114 будет двигаться вперед в направлении 116 движения. Состав 114 может быть приведен в движение в обратном направлении путем изменения направления вращения приводных колес 142 на направление, противоположное направлению 146. Приводные колеса 142 могут быть также использованы для замедления хода состава 114. Приводные колеса 142 могут запитываться одним или несколькими частотно-регулируемыми приводами (ЧРП) согласно командам ПЛК 124.

Как показано на фиг. 8, иллюстративный блок 122 считывания данных о местоположении содержит множество датчиков 150, 152 и 154 положения, расположенных один за другим в направлении 116 движения состава. Другие блоки 122 могут быть по существу идентичны этому блоку, но для краткости изложения проиллюстрирован только один блок. Для облегчения установки и замены датчики 150, 152 и 154 обычно располагаются на общей опоре 156 датчиков. Опора 156 датчиков устанавливается между рельсами 126 пути 112 таким образом, чтобы над ней мог пройти состав 114. В этой схеме датчики 150, 152 и 154 расположены таким образом, чтобы каждый детекторный элемент 140 вагонетки проходил над ними на расстоянии в пределах их номинального диапазона; например, детекторные элементы 140 вагонетки будут проходить над датчиками 150, 152 и 154 положения на расстоянии около 0,750 дюйма.

В проиллюстрированном варианте осуществления настоящего изобретения датчики 150, 152 и 154 представляют собой бесконтактные датчики, такие как индуктивные бесконтактные датчики, которые реагируют на присутствие и отсутствие детекторных элементов 140 вагонетки без вступления с ними в физический контакт. Датчики 150, 152 и 154 могут быть в высшей степени нечувствительными к немагнитным объектам, а также к любым объектам за пределами их номинального диапазона. Такие датчики, не имеющие подвижных частей и защищенные от попадания пыли и грязи, могут надежно функционировать во многих агрессивных средах, требуя минимального технического обслуживания или не требуя его вообще.

В различных вариантах осуществления настоящего изобретения предусмотрено, по меньшей мере, два датчика положения, а проиллюстрированный вариант содержит первый, второй и третий датчики 150, 152 и 154. Первый и второй датчики 150 и 152 отстоят друг от друга в направлении 116 движения на первое междатчиковое расстояние 160. Третий датчик 154 отстоит от второго датчика 152 в направлении 116 движения на второе междатчиковое расстояние 162. Первый и третий датчики 150 и 154 отстоят друг от друга в направлении 116 движения на третье междатчиковое расстояние 164, равное сумме первого и второго междатчиковых расстояний 160 и 162. Хотя может быть предусмотрено разное количество датчиков и разные междатчиковые расстояния, предпочтительно использовать следующие параметры междатчиковых расстояний, не носящие ограничительного характера, как в проиллюстрированном варианте осуществления настоящего изобретения:

каждое из первого и второго междатчиковых расстояний 160 и 162 меньше длины детекторного элемента;

первое и второе междатчиковые расстояния 160 и 162 не равны друг другу;

третье междатчиковое расстояние 164 превышает длину детекторного элемента; и

третье междатчиковое расстояние 164 меньше длины вагонетки; в частности, меньше расстояния между детекторными элементами от одной вагонетки состава до другой.

При значениях длины детекторного элемента вагонетки около 4 футов и длины самого вагонетки около 8 футов, приведенных выше в качестве примера, значения первого, второго и третьего междатчиковых расстояний, дающие положительный эффект, будут равны, соответственно, примерно 2, 3 и 5 футам.

Программируемый логический контроллер 124 поддерживает сигнальную связь с приводными устройствами 120 и блоками 122 считывания данных о местоположении. В сущности говоря, ПЛК определяет местоположение состава по данным с блоков считывания данных о местоположении и управляет расположенными на них приводными устройствами 120 (например, через один или несколько ЧРП). В контексте настоящего документа термин "сигнальная связь" обозначает связь, обеспечивающую передачу данных. Для осуществления сигнальной связи между этими компонентами могут быть использованы различные устройства проводной и/или беспроводной связи.

Определение "местоположения состава" в контексте настоящего документа относится в широком смысле к определению физического местоположения состава и/или его параметров, таких как скорость движения состава и ускорение/замедление хода состава. В настоящем изобретении акцент сделан, главным образом, на системах и способах определения местоположения состава; при этом способы использования программируемым логическим контроллером выявленного местоположения составов с целью обеспечения управления их движением могут существенно варьироваться в объеме настоящего изобретения. Однако настоящее изобретение в одном из вариантов своего осуществления может быть использовано для поддержки управляющей программы, как это описано в патенте США № 8,140,202, ссылка на который дана выше, и содержание которого полностью включено в настоящий документ посредством ссылки, где ПЛК синхронизирует скорости вращения приводных колес между двумя приводными станциями, когда состав перемещается от одной приводной станции к следующей.

Под "ПЛК" обычно понимается вычислительное устройство, оснащенное таким образом, чтобы оно могло принимать входные сигналы датчиков и генерировать выходные сигналы управления, и в которое может быть заложена одна или несколько программ управления функциональными связями между входными и выходными сигналами. Хотя ПЛК может представлять собой ПЛК, сконструированный для специальных целей, как те устройства, которые предлагаются для этих целей на рынке, настоящее изобретение необязательно должно ограничиваться только таким ПЛК.

В привязке к фиг. 9 и 10 будет подробно описан принцип работы блока 122 считывания данных о местоположении по обнаружению состава 114. На фиг. 9A-G схематически показано положение головной (сплошные линии) и замыкающей (пунктирные линии) вагонеток 130 состава с детекторными элементами 140 при их прохождении над первым, вторым и третьим датчиками (150, 152 и 154) положения, обозначенными литерами А, В и С.

Каждый датчик положения характеризуется высоким уровнем выходного сигнала/активированным состоянием, указывающим на присутствие детекторного элемента 140, и низким уровнем выходного сигнала/неактивированным состоянием, указывающим на отсутствие детекторного элемента 140 (хотя эти состояния могут быть изменены на противоположные с сохранением всех функциональных возможностей, описанных в настоящем документе). На фиг. 10 проиллюстрирована реакция датчиков в динамике по времени в отношении проходящих над ними вагонеток, показанных на фиг. 9 (для этого примера взята постоянная скорость движения). Срабатывание датчиков, обусловленное прохождением головной вагонетки, показано сплошными линиями, которые переходят в пунктирные линии, показывающие срабатывание датчиков при прохождении замыкающей вагонетки. Маркированные вертикальные линии 9A-G, изображенные на фиг. 10, указывают на состояние датчиков в те моменты времени, когда вагонетки находятся в положениях, показанных на соответствующих фиг. 9A-G.

На фиг. 9A головная вагонетка все еще приближается к датчику А, и поэтому все датчики (А, В и С) находятся в неактивированном состоянии. Когда головная вагонетка достигает положения, показанного на фиг. 9B, его детекторный элемент оказывается над датчиком А; но при этом он еще не достиг датчика В, и поэтому выходной сигнал выдается только датчиком А. В положении, показанном на фиг. 9C, детекторный элемент находится над датчиками А и В, и поэтому выходной сигнал выдается обоими этими датчиками. На фиг. 9D детекторный элемент миновал датчик А, но он все еще остается над датчиком В, и поэтому датчик А переходит в неактивированное состояние, а датчик В будет по-прежнему выдавать выходной сигнал до тех пор, пока не будет достигнуто положение, показанное на фиг. 9F, когда датчик В также перейдет в неактивированное состояние.

Не касаясь пока датчика С, обращает ваше внимание на то, что использование двух датчиков (А и В), отстоящих друг от друга на расстояние меньше длины детекторного элемента, обеспечивает сверхнадежную индикацию прохождения вагонетки над датчиками без необходимости использования дополнительной противодребезговой логической схемы для исключения возможности повторных ложных срабатываний датчиков. Перед тем, как ПЛК посчитает, что вагонетка прошла, ему необходимо просмотреть следующие критерии в указанном порядке (в прямом направлении - порядок может быть изменен на противоположный для вагонетки, проходящей в обратном направлении):

- переход датчика А в активированное состояние при неактивированном датчике В;
- переход датчика В в активированное состояние при активированном датчике А;
- переход датчика А в неактивированное состояние при активированном датчике В; и
- переход датчика В в неактивированное состояние при неактивированном датчике А.

Вероятность такой последовательности событий, если вагонетка не проходит над датчиками, чрезвычайно мала. Кроме того, идентификация ложных срабатываний датчиков с целью выявления ошибок также относительно проста; при этом ПЛК может выдать соответствующее предупреждение или указание.

Добавление третьего датчика (С) дополнительно снижает вероятность ложных срабатываний - пример подсчета вагонеток дополнительно предусматривает:

- переход датчика С в активированное состояние при активированном датчике В (положение, показанное на фиг. 9E);
- переход датчика В в неактивированное состояние при активированном датчике С (датчик А не ак-

тивирован, как указано выше - положение, показанное на фиг. 9F); и

переход датчика С в неактивированное состояние при неактивированном датчике В (положение, показанное на фиг. 9G).

Помимо дополнительного сведения к минимуму вероятности ложных срабатываний при подсчете, добавление третьего датчика имеет большое значение в тех случаях, когда необходимо распознавать множество соединенных друг с другом вагонок. В положении, показанном на фиг. 9G, датчик А перешел в активированное состояние под воздействием замыкающей вагонетки; при этом можно видеть, что этот переход произошел после того, как был деактивирован датчик В, но перед тем, как это произошло с датчиком С. Таким образом, ПЛК может без труда истолковать это как начало прохождения второй вагонетки состава из-за неразрывности срабатывания датчиков (от С до А), начиная с предыдущей вагонетки.

Хотя расстояние между двумя датчиками может быть отрегулировано таким образом, чтобы датчик В оставался в активированном состоянии до тех пор, пока следующая вагонетка не активирует датчик А, теоретически этот результат мог бы быть истолкован двояко при изменении направления движения состава на противоположное, при котором был бы повторно активирован датчик А. В проиллюстрированном варианте осуществления настоящего изобретения возможность изменения направления движения на противоположное исключена, поскольку датчик В должен был бы повторно перейти в активированное состояние (а датчик С - в неактивированное состояние) до того, как изменение направления привело бы к повторной активации датчика А. Кроме того, отсчет вагонок, начинающийся с того момента, когда все датчики находятся в неактивированном состоянии, четко указывает на начало состава, тогда как отсчет вагонок, заканчивающийся тем, что все датчики переходят в неактивированное состояние, четко указывает на конец состава. Тот факт, что первое междатчиковое расстояние 160 отличается от второго междатчикового расстояния 162, дополнительно облегчает дифференциацию разных событий, относящихся к составу.

Хотя в вышеприведенном описании представлена надежная система и устойчивый способ точного и достоверного определения местоположения состава, настоящее изобретение не обязательно ограничивается только такой системой и способом. Например, блок 222 считывания данных о местоположении может использоваться совместно с другими элементами считывания данных о местоположении, примеры которых раскрыты в патенте США № 8,140,202. Кроме того, могут быть использованы и иные блоки 222 считывания данных о местоположении.

Например, как показано на фиг. 5 и 11, в альтернативном варианте реализации блока 222 считывания данных о местоположении согласно настоящему изобретению для распознавания и считывания множества меток 240 с данными, предусмотренными на множестве вагонок 130, используется считыватель меток с данными. В каждой из меток 240 с данными хранится уникальный идентификатор (например, серийный номер вагонетки), который считывается блоком 222 считывания данных о местоположении. В ПЛК 124 хранится перечень уникальных идентификаторов по каждому управляемому им составу 114, которые соответствуют порядку расположения вагонок 130. Этот перечень необязательно вводится, когда запускается в эксплуатацию соответствующий состав 114.

За счет считывания идентификаторов ПЛК известно положение каждой вагонетки в составе 114. Это положение состава может быть использовано для управления приводными станциями 120 по существу так, как это описано в связи с предшествующим вариантом осуществления настоящего изобретения. Кроме того, если блок 222 считывания данных о местоположении не в состоянии в установленный срок и в установленном месте считать идентификатор, возможно соответствующий пропущенной или поврежденной метке 240 с данными, то для таких случаев ПЛК 124 может быть выполнен с возможностью регулируемого останова состава 114 до тех пор, пока указанная проблема не будет устранена. Кроме того, идентификаторы могут указывать не только на отдельные вагонетки, но также и на типы или классы вагонок. Таким образом, ПЛК 124 может также включаться в процесс, когда в системе 110 обнаруживаются идентификаторы, соответствующие нештатным вагонкам.

Хотя этот альтернативный вариант осуществления настоящего изобретения не обязательно ограничен конкретным типом меток с данными и считывателя этих меток, в одном из вариантов в качестве меток с данными 240 используются метки радиочастотной идентификации (RFID-метки) и соответствующий считыватель RFID-меток, предусмотренный в блоке 222 считывания данных о местоположении. Каждая из RFID-меток 240 содержит идентификатор, хранящийся в электронном виде, который передается считывателю 222 при попадании в заданный диапазон. Метки радиочастотной идентификации имеют преимущество, заключающееся в том, что их необязательно устанавливать на наружной поверхности вагонок 130, и поэтому их труднее сместить или повредить. В наиболее предпочтительном варианте используются пассивные RFID-метки 240, которые запрашиваются сигналом, получаемым с блока 222 считывания данных о местоположении, и в ответ передают свои идентификаторы. Таким образом, для меток 240 не требуется отдельный источник питания, и они могут оставаться на своих местах в течение длительного периода времени без замены элементов питания или проведения иного технического обслуживания. Однако в альтернативном варианте могут быть использованы активные RFID-метки.

Вышеприведенные варианты осуществления настоящего изобретения приведены лишь в качестве примера и только в иллюстративных целях; и заявленное изобретение не обязательно ограничивается

только ими. Точнее говоря, специалистам в данной области техники должно быть понятно, что в объем настоящего изобретения, проиллюстрированный и описанный в настоящем документе, равно как и в объем формулы изобретения, прилагаемой к настоящему документу, могут входить различные модификации заявленного изобретения, а также изменения, адаптированные к конкретным условиям.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Рельсовая транспортная система для перевозки насыпных грузов, содержащая множество вагонеток, выполненных с возможностью объединения в единый состав; при этом каждая из указанных вагонеток снабжена парой боковых приводных пластин и выполнена с возможностью перевозки насыпных грузов, детекторным элементом вагонетки, связанным по меньшей мере с одной из вагонеток;

приводную станцию для обеспечения фрикционного контакта с боковыми приводными пластинами, по меньшей мере, некоторых вагонеток с целью сообщения приводного движения каждой из вошедших с ней в контакт вагонеток; и

многосенсорный блок, содержащий по меньшей мере три датчика, с известным заданным расстоянием между всеми датчиками для последовательного распознавания детекторного элемента вагонетки при прохождении вагонетки мимо; при этом указанный многосенсорный блок связан с приводной станцией с целью распознавания указанного детекторного элемента, соотносимого по меньшей мере с одной из вагонеток;

при этом многосенсорный блок выполнен с возможностью определения параметров вагонетки, к которым относится одно или более из скорости движения вагонетки; скорости движения состава, соотносимой с этой вагонеткой; величины ускорения вагонетки; величины ускорения состава, соотносимой с этой вагонеткой; направления движения вагонетки; схода с рельсов вагонетки; местоположения вагонетки; местоположения состава; или схода с рельсов состава, соотносимый с этой вагонеткой.

2. Рельсовая транспортная система по п.1, дополнительно содержащая вторую приводную станцию, обеспечивающую фрикционный контакт с боковыми приводными пластинами, по меньшей мере, некоторых вагонеток с целью сообщения приводного движения каждой из вошедших с ней в контакт вагонеток; при этом

многосенсорный блок выполнен с возможностью определения положения состава относительно второй приводной станции и активирования второй приводной станции таким образом, чтобы она сообщила составу приводное движение с поддержанием, по существу, такой же скорости, с которой состав проходил через первую приводную станцию.

3. Рельсовая транспортная система по п.1 или 2, в которой приводная станция включает в себя узел приводной шины для обеспечения фрикционного контакта с боковыми приводными пластинами по меньшей мере одной из вагонеток; при этом указанный узел приводной шины управляется, исходя из выявленных параметров одной из вагонеток.

4. Рельсовая транспортная система по п.3, в которой приводное устройство выполнено с возможностью управления узлом приводной шины для увеличения приводного движения, передаваемого вагонетке вошедшим с ней в контакт узлом приводной шины, исходя из полученного значения параметра.

5. Рельсовая транспортная система по п.3, в которой приводное устройство выполнено с возможностью управления узлом приводной шины для уменьшения приводного движения, передаваемого вагонетке вошедшим с ней в контакт узлом приводной шины, исходя из полученного значения параметра.

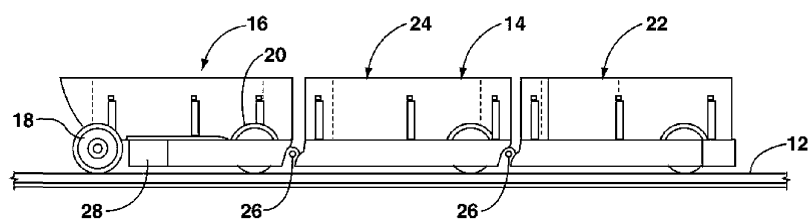
6. Рельсовая транспортная система по любому из предшествующих пунктов, в которой многосенсорный блок содержит магнитный неконтактный датчик.

7. Рельсовая транспортная система по любому из предшествующих пунктов, в которой детекторный элемент вагонетки характеризуется такой зоной действия, чтобы одновременно распознать его мог только один из датчиков.

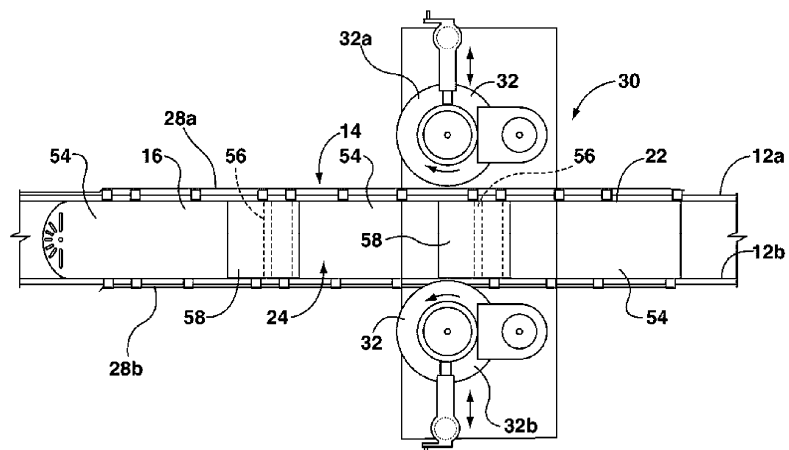
8. Рельсовая транспортная система по любому из предшествующих пунктов, в которой по мере прохождения каждой вагонетки через приводную станцию каждый датчик последовательно распознает детекторный элемент вагонетки и необязательно может определить направление движения вагонетки и/или скорость движения вагонетки, исходя из промежутка времени между последовательной активацией каждого датчика.

9. Система управления рельсовой транспортной системой для перевозки насыпных грузов, в которой рельсовая транспортная система включает в себя множество вагонеток, выполненных с возможностью сведения по меньшей мере в два отдельных железнодорожных состава, где по меньшей мере одна из указанных вагонеток каждого из составов характеризуется наличием пары боковых приводных пластин и выполнена с возможностью перевозки насыпных грузов; при этом указанная рельсовая транспортная система дополнительно содержит по меньшей мере одну приводную станцию для обеспечения фрикционного контакта с боковыми приводными пластинами с целью сообщения приводного движения каждому составу; при этом указанная система управления содержит:

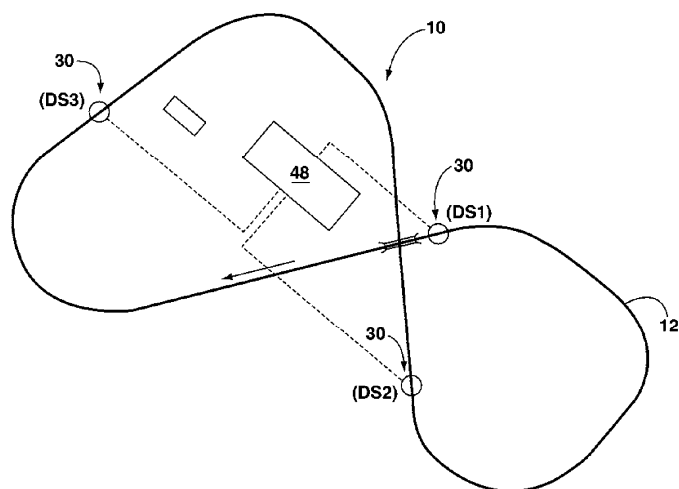
многосенсорный блок, содержащий три датчика с известным заданным расстоянием между каждым



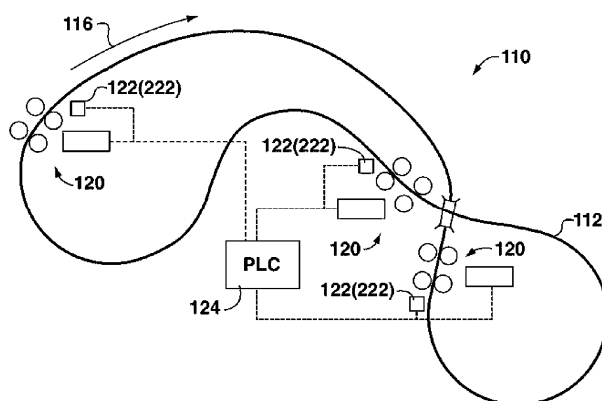
Фиг. 2



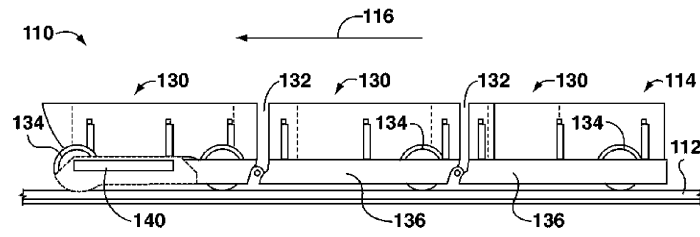
Фиг. 3



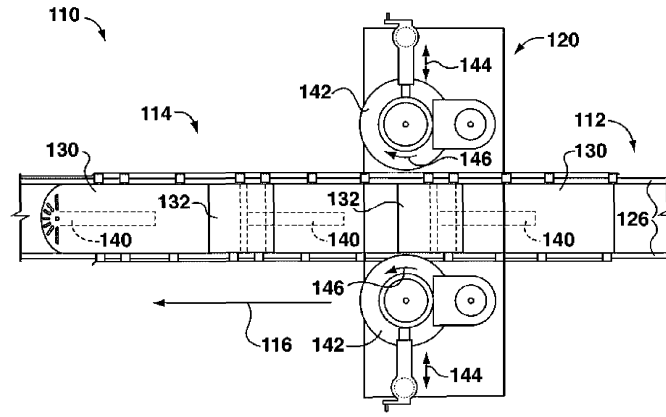
Фиг. 4



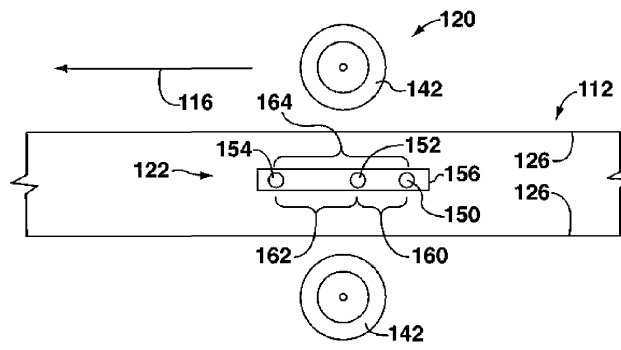
Фиг. 5



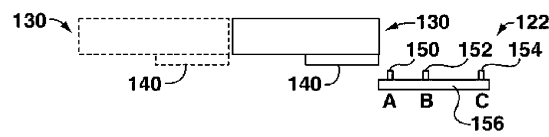
Фиг. 6



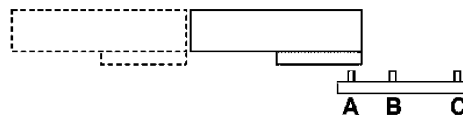
Фиг. 7



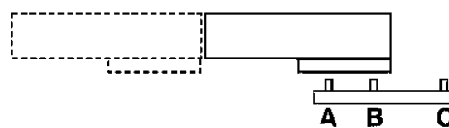
Фиг. 8



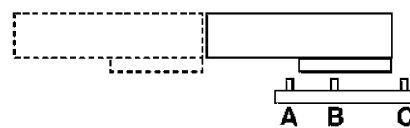
Фиг. 9А



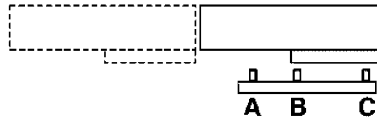
Фиг. 9В



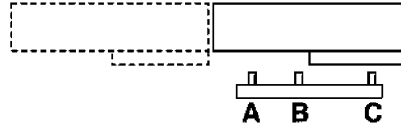
Фиг. 9С



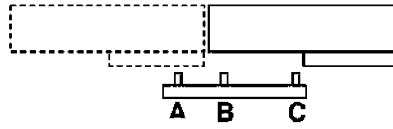
Фиг. 9D



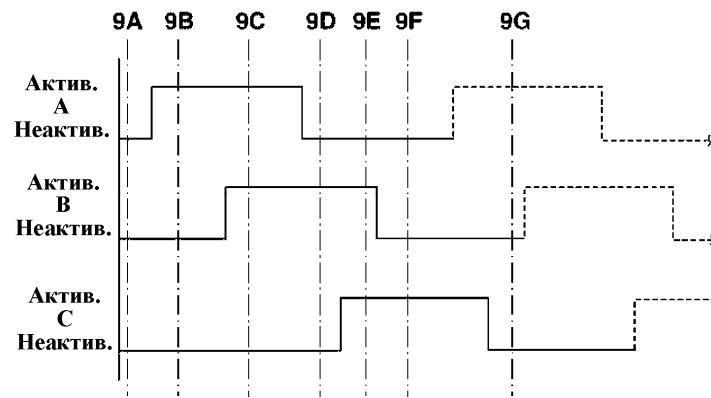
Фиг. 9Е



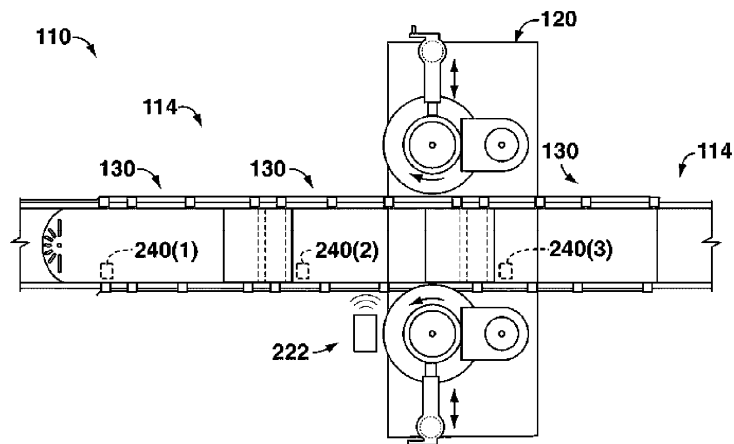
Фиг. 9F



Фиг. 9G



Фиг. 10



Фиг. 11



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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