

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 12031

(13) U

(46) 2019.06.30

(51) МПК

B 61B 1/00 (2006.01)

(54)

РЕЛЬСОВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ПассаЖИРОВ

(21) Номер заявки: u 20180184

(22) 2018.06.29

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Брестский государственный тех-
нический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Шуть Василий Николаевич;
Касьяник Валерий Викторович; Го-
ловко Владимир Адамович; Капский
Денис Васильевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Брестский государственный
технический университет" (ВУ)

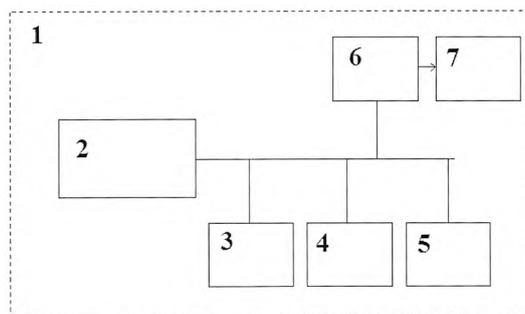
(57)

Рельсовая транспортная система для перевозки пассажиров, содержащая рельсовый путь, парковочные площадки, подвижный состав, состоящий из вагонов с боковыми и торцевыми дверями, приводом движения, отличающаяся тем, что каждый вагон дополнительно снабжен компьютером, к системной шине которого подключены радиомодуль, блок фиксации входящих/выходящих пассажиров, блок фиксации переходящих пассажиров, блок управления приводом движения, выход которого подключен ко входу привода движения.

(56)

1. Патент RU 2327585 (аналог)

2. Патент ВУ 5835 U, 2009 (прототип)



Фиг. 1

ВУ 12031 U 2019.06.30

BY 12031 U 2019.06.30

Полезная модель относится к транспортным средствам для перевозки пассажиров и грузов с помощью монорельсовой или двурельсовой транспортной системы и может быть использована для городской перевозки пассажиров.

Известна монорельсовая транспортная система для транспортирования пассажиров и грузов, содержащая путевую балку, посадочные площадки и подвижной состав, состоящий из вагонов с боковыми и торцевыми дверями, а также приводами вагонов [1].

Недостатком известной системы является то, что в процессе пути следования она имеет значительные затраты времени на торможение, остановку и разгон транспортного средства. При этом остаются практически не использованными возможности рельсового транспорта непрерывно перемещаться с большой скоростью на значительные расстояния.

Наиболее близкой является монорельсовая транспортная система для перевозки пассажиров и грузов, содержащая путевую балку, посадочные площадки и подвижной состав, состоящий из вагонов с боковыми и торцевыми дверями, а также приводами вагонов [2]. Эта транспортная система дополнительно снабжена парковочными балками, каждая из которых примыкает к парковочной площадке и имеет концевые участки, которые на расчетном расстоянии от парковочной площадки расположены параллельно над путевой балкой с возможностью проезда подвижного состава под парковочной балкой, при этом каждый вагон снабжен сцепным устройством, расположенным в центральном открытом сверху канале, и приводом активизации сцепки для наезда вагона с путевой балки на парковочную балку и возвращения его с парковочной балки на путевую.

Данная система устраняет недостаток системы аналога [1]. Однако она имеет собственный недостаток, заключающийся в сложности конструкции.

Недостаток состоит в наличии на крыше каждого вагона сцепного устройства, способного удерживать на весу вагон с пассажирами. Для этого вагон должен иметь укрепленный не только низ, но и верх, что ведет к расходу металлоконструкций, а следовательно, увеличиваются стоимость и вес вагона. Увеличенный вес требует более мощный электропровод, а также снижает коэффициент полезности: отношение полезного веса (пассажиров) к весу вагона.

Второй аспект сложности конструкции состоит в наличии специально укрепленной парковочной балки. То есть для организации движения транспортной системы необходимо иметь посадочную площадку со специально установленной парковочной балкой, что потребует определенных затрат.

Целью настоящей полезной модели является то, чтобы планируя размещение посадочных площадок в зоне жилых районов, использовать скоростные возможности рельсового транспорта для достижения максимальной технически возможной скорости на всей трассе без процессов торможения и разгона подвижного состава, не препятствуя в то же время посадке и высадке пассажиров на остановочных пунктах и не имея на крыше вагонов дополнительных, утяжеляющих вагон конструкций, а также конструкций на площадках посадки пассажиров в форме парковочных балок.

Поставленная цель достигается следующим образом. Рельсовая транспортная система для перевозки пассажиров содержит рельсовый путь, парковочные площадки и подвижной состав, состоящий из вагонов с боковыми и торцевыми дверями, приводами движения, при этом каждый вагон дополнительно снабжен компьютером, к системной шине которого подключены радиомодуль, блок фиксации входящих/выходящих пассажиров, блок фиксации переходящих пассажиров, блок управления приводом движения, выход которого подключен к входу привода движения.

Полезная модель показана на фигурах.

На фиг. 1 показан вагон с компьютерным модулем организации движения вагона.

На фиг. 2 изображена схема состояний транспортной системы в зависимости от текущего времени.

BY 12031 U 2019.06.30

Обозначения: 1 - вагон; 2 - компьютер; 3 - радио-модуль; 4 - блок фиксации входящих и выходящих пассажиров; 5 - блок фиксации переходящих пассажиров; 6 - блок управления приводом движения; 7 - привод движения.

На фиг. 2 обозначен порядок следования первого и второго вагонов через В1 и В2 соответственно. Также через Oct обозначена остановка, через Ctk стыковка вагонов, а через Pstk - расстыковка вагонов. Текущее состояние движения в момент времени t обозначено через $S(t)$.

Основной активной действующей единицей транспортной системы является вагон (беспилотный), установленный на рельсы, либо рельс (моно). Он полностью автономен в плане самостоятельных активных действий. Компьютерный модуль обеспечивает управление всеми функциями вагона и "общение" с другими вагонами, входящими в систему.

Рельсовая транспортная система для перевозки пассажиров состоит из парковочных пунктов, рельсового пути, на котором расположены вагоны 1, каждый из которых дополнительно снабжен компьютером 2, к системной шине которого подключены радиомодуль 3, блок фиксации 4 входящих и выходящих пассажиров, блок фиксации 5 переходящих пассажиров, блок управления 6 приводом движения, выход с которого подключен ко входу привода движения 7 (фиг. 1).

На фиг. 2 изображена схема состояний транспортной системы, отражающая рабочие режимы в разные моменты времени. Подвижный состав из двух вагонов В1 и В2 (состояние S_0) начинает движение с остановки Oct.1. Двигаясь равномерно со скоростью V , в момент времени t_2 выполняется расстыковка вагонов ($S_1(t)$). Вагон В1 продолжает дальнейшее движение с постоянной скоростью V . В нем находятся пассажиры, которым не надо сходить на остановке Oct.2. Пассажиры, которым необходима остановка Oct.2, находятся во втором вагоне, который в момент времени t_3 делает остановку на Oct.2. Этому событию соответствует состояние $S_2(t)$. Для удобства рассмотрения на фиг. 2 вагоны, находящиеся в состоянии покоя, изображены без стрелок, в состоянии движения - со стрелками.

В момент остановки второго вагона на Oct.2 с остановки Oct.1 выезжает следующий состав В1¹В2¹, который также в момент времени t_2 расстыковывается ($S_3(t)$). Первый вагон В1¹ продолжает равномерное движение с прежней скоростью V . Вагон В2¹, двигаясь равнозамедленно, останавливается на Oct.2. Предварительно, находящийся на остановке вагон В2 покидает эту остановку. Отъезд вагона В2 от остановки начинается в момент расстыковки тандема В1¹В2¹. Вагон В2 равноускоренно набирает скорость до V и в точке Ctk.2 происходит его стыковка с вагоном В1¹ ($S_4(t)$), который также имеет скорость V и догоняет вагон В2. После этого они следуют совместно. Открываются торцевые двери этих вагонов и пассажиры, которым надо сойти на следующей остановке, переходят из вагона В2 в вагон В1¹, а те пассажиры, которые следуют дальше, переходят в обратном порядке (из последнего вагона в первый).

Процесс перехода пассажиров отслеживает видеочкамера блока фиксации 5 переходящих пассажиров. Переход должен быть выполнен за время промежутка от момента t_4 стыковки вагонов и до момента расстыковки t_5 . То есть за время $t_{пер} = t_5 - t_4$.

Блок фиксации 5 переходящих пассажиров через промежуток времени $3/4 t_{пер}$ от начала перехода проверяет наличие пассажиров в зоне перехода. И если такие обнаруживаются, то компьютер 2 принимает решение о снижении скорости состава. По системной шине компьютера 2 в блок управления 6 приводом движения поступает команда, которая исполняется приводом движения 7. Скорость состава снижается, чем увеличивается время перехода. Впередистоящему под посадкой на остановке Oct.3 вагону В1 через радиомодуль 3 блоком фиксации 5 переходящих пассажиров сообщается о задержке прибытия состава в точку расстыковки Pstk.3. Отсюда впередистоящий на Oct.3 вагон будет отходить от остановки с задержкой. В точку расстыковки Pstk.3 состав В1¹В2 придет с опозданием. Тем не менее после расстыковки передний вагон В2 набирает скорость V к точке стыков-

BY 12031 U 2019.06.30

ки Ctk.3 и догоняет вагон B1, что соответствует состоянию транспортной системы $S_6(t)$. Отстыкованный вагон $B1^1$ остается на Oст.3 для высадки и посадки пассажиров. Следует отметить, что задержка, которая имела место при переходе, нивелировалась уже в точке Pctk.3.

Рассмотрим второй тип возможной задержки. Это задержка при высадке и посадке пассажиров. Положим видеокамеры блока фиксации 4 входящих и выходящих пассажиров вагона 1, например B2, находящегося на остановке Oст.2 (состояние $S_2(t)$), через время $3/4 t_{\text{пос}}$ ($t_{\text{пос}}$ - время посадки) установили, что не все пассажиры вошли в вагон. В этом случае компьютер принимает решение на увеличение времени посадки. Через радиомодуль 3 приближающемуся к точке расстыковки Pctk.2 составу $B1^1 B2^1$ сообщается о увеличении времени посадки впереди стоящим на остановке вагоном B2. Тогда состав $B1^1 B2^1$ снижает скорость и приходит в точку расстыковки с задержкой, равной времени посадки.

Состояния транспортной системы $S_7(t)$ и $S_8(t)$ аналогичны описанным выше состояниям. В каждом нечетном состоянии на вход системы (Oст.1) подается состав из двух вагонов. В установившемся режиме в транспортной системе, состоящей из n остановок, постоянно находится в состоянии покоя n вагонов (загрузка пассажиров) и $2n$ в движении. При этом следует отметить, что на нечетных остановках останавливается первый вагон состава, а на четных второй (например, Oст.2 и Oст.3).

Пассажир может без остановок доехать от любой остановки транспортной системы до любой другой, но для этого ему придется делать переходы со второго вагона в первый по ходу движения состава. Если он не хочет этого делать, то он может оставаться в вагоне и доехать до своей остановки с числом остановок в 2 раза меньшим, чем на обычном общественном транспорте.

На фиг. 2 каждому нечетному i -состоянию транспортной системы соответствует четное $(i + 1)$ -состояние. Вместе они образуют пары смежности ($S_1(t) - S_2(t)$, $S_3(t) - S_4(t)$ и т.д.). Переход от i -состояния к $i + 1$ осуществляется через зону переформирования. Связь или переход от i к $i + 1$ состоянию на фиг. 2 показана стрелками. Зона переформирования это временной интервал от момента расстыковки Pctk. через Oст. и до момента стыковки Ctk. В небольшом временном интервале выполняются операции по расформированию одного состава, установки 1/2 состава (вагон) под посадку и формирование нового состава.

Между зонами переформирования расположена относительно продолжительная зона стационарности (от Ctk. i до Pctk. $i + 1$). В этой зоне отсутствуют какие-либо события и состав движется равномерно, например от Ctk.2 до Pctk.3. Единственным возмущающим систему событием может быть снижение скорости, рассмотренное выше.

Введем следующие временные характеристики τ_f , τ_c , τ_z :

τ_f - длительность зоны переформирования;

τ_c - длительность зоны стационарности;

τ_z - длительность загрузки пассажиров в вагонах.

Соотношения между этими длительностями следующие:

$$\begin{cases} \tau_{fj} \ll \tau_{cj}, \forall j \in \overline{1, n} \\ \tau_{zj} = \tau_{c(j-1)} \end{cases} \quad (1)$$

То есть длительность зоны переформирования намного меньше зоны стационарности. Время загрузки τ_{zj} пассажиров на j остановке равно длительности $\tau_{c(j-1)}$ зоны стационарности $(j-1)$ -перегона. Так для третьей остановки $\tau_{z3} = \tau_{c(2)} = t_5 - t_4$. Длительность t_{zj} является переменной величиной $j = 1, n$, которая зависит от длины перегона между остановками (в то время как $\tau_{fj} = \text{const}$).

Также расстояние от точки расстыковки (Pctk.) до остановки (Oст.) равно расстоянию от остановки (Oст.) до точки стыковки (Ctk.) для любой остановки, т.е. $L(\text{Pctk.}j, \text{Oст.}j) = L(\text{Oст.}j, \text{Ctk.}j + 1)$, $j = 1, n$. Отсюда равные времена τ_t на торможение вагона от момента рас-

BY 12031 U 2019.06.30

стыковки до остановки и разгона τ_p и от остановки до места стыковки, то есть они составляют $\tau_t = \tau_p = 0,5 t_f$.

Важной технической характеристикой системы является время τ_v движения между двумя остановками:

$$\tau_v = \tau_t + \tau_p + \tau_c = \tau_f + \tau_c. \quad (2)$$

Введем также такую временную характеристику системы как полное время τ_n одного перегона, составляющее сумму времени загрузки τ_{zj} пассажиров на j остановке и времени движения по j перегону:

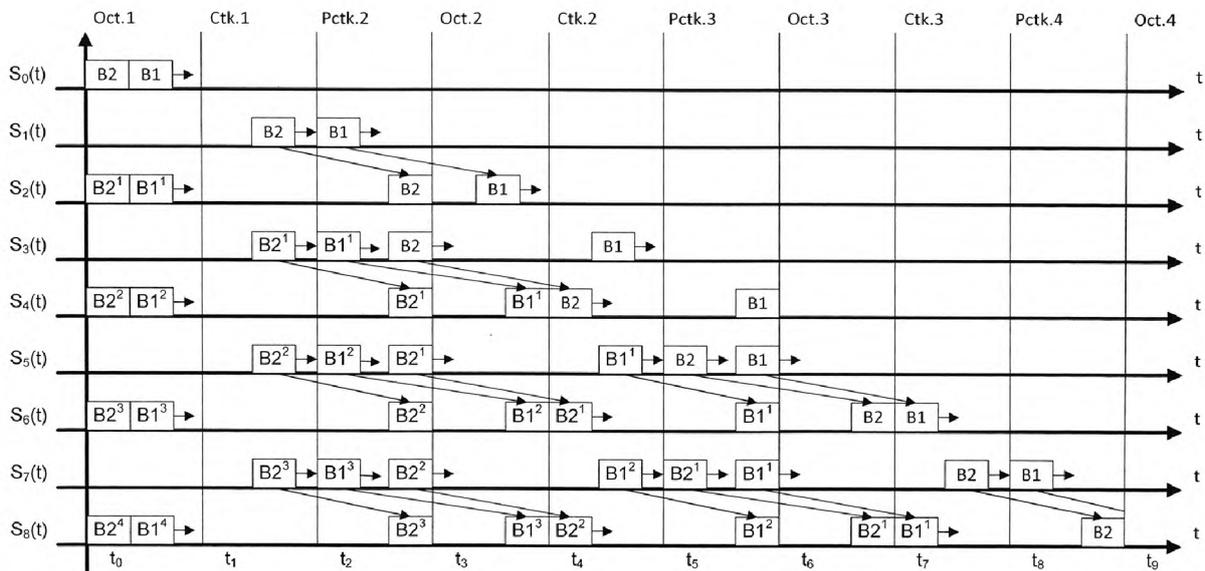
$$\tau_{nj} = \tau_{zj} + \tau_{cj} = \tau_{c(j-1)} + \tau_{cj}. \quad (3)$$

Предлагаемое устройство вагона транспортной системы с компьютерным модулем организации движения позволяет как и устройство прототип организовать:

- движение половины вагонов без остановок;
- предоставляет пассажирам безостановочный проезд.

Но в отличие от устройства прототипа вагон имеет меньший вес, а следовательно, меньшие энергетические затраты на разгон и торможение. Также в предложенной транспортной системе отсутствует специальное оборудование на каждом остановочном пункте в виде парковочной балки.

Помимо того, основное свойство транспортной системы прототипа, заявленное как "возможность монорельсового транспорта непрерывно передвигаться с большой скоростью", трудно осуществимо в улично-дорожной сети (УДС) города. Да оно и не нужно. Нужно перемещаться по УДС синхронно плану светофорной координации, что не позволяет устройству-прототип. Предложенное устройство позволяет это делать, так как обладает интеллектуальным программно-аппаратным компонентом под управлением компьютера с разветвленной сетью сенсорных устройств и модулем радиосвязи.



Фиг. 2