

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **031676**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.02.28

(21) Номер заявки
201700221

(22) Дата подачи заявки
2017.03.23

(51) Int. Cl. **B62D 35/00** (2006.01)
B62D 37/02 (2006.01)
B61D 17/02 (2006.01)

(54) **ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ТРАНСПОРТНЫЙ МОДУЛЬ**

(43) **2018.09.28**

(96) **2017/ЕА/0013 (ВУ) 2017.03.23**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:
**ЮНИЦКИЙ АНАТОЛИЙ
ЭДУАРДОВИЧ (ВУ)**

(56) RU-C1-2203194
RU-C2-2379210
DE-A-1195617
US-A1-20100218699

(74) Представитель:
Гончаров В.В. (ВУ)

(57) Изобретение относится к области транспортного машиностроения, в частности к транспортным средствам с высокими аэродинамическими характеристиками, и может быть использовано в высокоскоростной струнной транспортной системе Юницкого. Высокоскоростной транспортный модуль содержит головную (1), хвостовую (2) и по меньшей мере одну среднюю (3) часть, снабжен по меньшей мере двумя колесными (4) парами. Головная (1) и хвостовая (2) части модуля выполнены конусообразными с образующими (5 и 6), представленными кривыми, со знакопеременной кривизной, или совокупностью прямых и кривых линий, расположенных со знакопеременной направленностью, и сформированы в виде сочетания участков вогнутых и выпуклых поверхностей. При этом угол γ ($^{\circ}$) между осью модуля и касательной (7) к образующей (5 или 6) в продольном сечении как головной (1), так и хвостовой (2) части транспортного модуля не превышает 30° . Кроме того, модуль снабжен механизмами (8) для их взаимного продольного (вдоль продольной оси модуля) перемещения, установленными между его сочленяемыми частями. В свою очередь, сами части модуля отделены друг от друга зазорами (9), выполненными в виде открытых и/или закрытых промежутков, регулируемых механизмами (8) для взаимного перемещения частей модуля. При этом зазоры (9) между частями транспортного модуля могут содержать опорные секции (10). В результате происходят снижение удельных затрат при осуществлении пассажирских перевозок и повышение энергетических показателей транспортного модуля за счет снижения потерь, определяемых его аэродинамическими характеристиками, улучшение стабилизации положения транспортного модуля по направлению траектории его движения, а также расширение модельного ряда подвижных средств для транспортно-коммуникационной системы Юницкого.

031676
B1

031676
B1

Изобретение относится к области транспортного машиностроения, а именно к построению транспортных средств с высокими аэродинамическими характеристиками, и может быть использовано в высокоскоростной струнной транспортной системе Юницкого.

Известны технические решения, направленные на улучшение аэродинамики кузовов транспортных средств, в которых оптимизация аэродинамических характеристик кузовов достигается за счет приближения их формы к форме тела вращения с одновременным учетом стилистических и эргономических требований, предъявляемых к ним именно как к транспортным средствам (В.-Г. Хуго. Аэродинамика автомобиля. М.: Машиностроение, 1987, с. 32, 42).

Однако выполнение требований по улучшению аэродинамики кузова вступает в противоречия с требованиями по его внутренней компоновке и эргономике, что, в итоге, не позволяет реализовать оптимальное использование внутреннего объема кузова. Кроме того, известные решения не обеспечивают учет реальных условий эксплуатации, когда транспортное средство расположено в непосредственной близости от дорожного полотна и не позволяют добиться минимизации значений коэффициента аэродинамического сопротивления.

Известен ряд патентов, содержащих описания транспортных модулей для струнной транспортной системы Юницкого, направленных на повышение энергетических показателей за счет снижения потерь, определяемых его аэродинамическими характеристиками, и повышение стабилизации положения кузова по направлению траектории движения. К ним относятся патенты RU 2201368, RU 2201369, опубликованные 27.03.2003; патенты RU 2203194, RU 2203195, опубликованные 27.04.2003; евразийские патенты EA 003490, EA 003533, EA 003535. Представленные в данных документах высокоскоростные транспортные модули характеризуются кузовом обтекаемой формы с сопряженными сферообразной передней, каплеобразной средней и конусообразной задней частями. При этом задняя конусообразная часть кузова указанных транспортных модулей выполнена с образующими, имеющими знакопеременную кривизну.

В то же время высокоскоростные транспортные модули по патентам EA 003535 и RU 2201368 содержат выполненные на верхней поверхности кузова два симметричных продольных участка с отрицательной кривизной поверхности, сопряженных с боковыми и верхней поверхностями кузова. Известные транспортные модули по патентам EA 003490 и RU 2201369 также содержат два симметричных продольных участка с отрицательной кривизной поверхности, сопряженных с боковыми и верхней поверхностями кузова, но выполненные на нижней поверхности кузова.

Известные высокоскоростные транспортные модули, представленные в упомянутых патентах EA 003533, RU 2203194 и RU 2203195, характеризуются тем, что, помимо наличия обтекаемой формы, для снижения коэффициента аэродинамического сопротивления и повышения динамической устойчивости, кузова этих модулей выполнены с учетом определенных соотношений геометрических параметров входящих в них элементов. Особенностью транспортных модулей по патентам EA 003533 и RU 2203195 является то, что задняя конусообразная часть их кузова выполнена по образующей, имеющей знакопеременную кривизну, а ее поверхность отрицательной кривизны имеет клиновидный профиль, ребро которого образует заднюю кромку кузова, которая может быть расположена горизонтально либо вертикально, обеспечивая различные варианты ее очертаний в зависимости от заданного направления усиления устойчивости кузова.

Наиболее близким к изобретению является высокоскоростной транспортный модуль по патенту RU 2203194, опубликованный 27.04.2003, предназначенный для использования в струнной транспортной системе Юницкого, содержащий кузов обтекаемой формы с сопряженными сферообразной передней, каплеобразной средней и конусообразной задней частями, в котором нижняя поверхность средней части выполнена уплощенной. Для связи с рельсовым путем в нижней части кузова размещены колеса, установленные в два ряда. Движение транспортного модуля обеспечивают установленные в кузове привод и система управления.

При значениях скоростей, развиваемых в струнной путевой структуре Юницкого (свыше 300 км/ч), одной из основных становится задача по снижению коэффициента аэродинамического сопротивления транспортного модуля, так как сопротивление воздуха в суммарном сопротивлении движению составляет более 90%. Соответственно мощность привода транспортного средства и его экономичность на 90% и более определяются именно аэродинамическими характеристиками кузова модуля. Кроме того, при движении транспортного модуля с высокими значениями скоростей, воздействие различных внешних факторов вызывает необходимость в стабилизации положения транспортного модуля по направлению траектории его движения.

Форма кузова известного транспортного модуля не обеспечивает получения минимально возможного значения коэффициента аэродинамического сопротивления. Это объясняется тем, что при решенной задаче по оптимальному обтеканию воздухом задней части кузова, в известном техническом решении не решена проблема по оптимизации выбора площади фронтальной поверхности кузова, которая, как и коэффициент аэродинамического сопротивления, прямым образом влияет на сопротивление воздуха движению транспортного модуля. Указанные причины не позволяют оптимизировать показатели такого модуля с точки зрения энергетических характеристик.

Отсутствие каких-либо средств для стабилизации положения транспортного модуля по направле-

нию траектории движения приводит его к зависимости от воздействия различных дестабилизирующих внешних причин.

Целями заявленного в качестве изобретения высокоскоростного транспортного модуля являются снижение удельных затрат при осуществлении пассажирских перевозок и повышение энергетических показателей транспортного модуля за счет снижения потерь, определяемых его аэродинамическими характеристиками, улучшение стабилизации положения транспортного модуля по направлению траектории его движения, а также расширение модельного ряда подвижных средств для транспортно-коммуникационной системы Юницкого.

Указанный результат достигается тем, что в высокоскоростном транспортном модуле, содержащем сопряженные между собой головную, по меньшей мере одну среднюю и хвостовую части, в котором части модуля выполнены сочлененными, а головная и хвостовая его части снабжены колесными парами и выполнены конусообразными с образующими, представленными кривыми со знакопеременной кривизной или совокупностью прямых и кривых линий, расположенных со знакопеременной направленностью, при этом угол γ , °, между осью модуля и касательной к образующей в продольном сечении как головной, так и хвостовой его части не превышает 30°.

Причем линия N_1 сопряжения поверхностей противоположной кривизны в головной части модуля находится от линии N_3 границы этой части на расстоянии L_{PP} (в метрах), связанном с длиной L_C (в метрах) средней части модуля соотношением

$$0,05 \leq L_{PP}/L_C \leq 10.$$

В свою очередь, линия N_2 сопряжения поверхностей противоположной кривизны в хвостовой части модуля находится от линии N_4 границы этой части на расстоянии L_{PZ} (в метрах), ограниченном соотношением

$$0,05 \leq L_{PZ}/L_C \leq 10.$$

При этом длина L_C (в метрах) средней части модуля и его максимальная высота H (в метрах) связаны соотношением

$$0,5 \leq L_C/H \leq 10.$$

Указанный результат достигается также и тем, что длина L_C (в метрах) средней части модуля и расстояние M (в метрах) между рядами колес связаны соотношением

$$0,5 \leq L_C/M \leq 25.$$

Достижение указанного результата обеспечивается также тем, что между сочленяемыми частями модуля установлены механизмы для взаимного перемещения частей.

При этом сами части модуля отделены друг от друга зазорами, выполненными в виде открытых и/или закрытых промежутков, регулируемых механизмами для взаимного перемещения частей модуля.

В свою очередь, длины головной L_P (в метрах) средней L_C (в метрах) и хвостовой L_Z (в метрах) частей модуля связаны соотношениями

$$0,1 \leq L_P/L_C \leq 10;$$

$$0,1 \leq L_Z/L_C \leq 10.$$

Кроме этого, длина L_M (в метрах) транспортного модуля связана с длиной L_C (в метрах) средней части модуля соотношением

$$1,5 \leq L_M/L_C \leq 20.$$

Достижение указанного результата обеспечивается также тем, что каждая часть модуля снабжена колесной базой.

При этом колесная база L_K (в метрах) средней части модуля связана с длиной L_C (в метрах) средней части модуля соотношением

$$0,5 \leq L_K/L_C \leq 1.$$

Кроме этого, колесная база головной L_{PB} (в метрах) и хвостовой L_{ZB} (в метрах) частей модуля связаны соответственно с длиной его головной L_P (в метрах) и хвостовой L_Z (в метрах) частей соотношениями

$$0,2 \leq L_{PB}/L_P \leq 0,75;$$

$$0,2 \leq L_{ZB}/L_Z \leq 0,75.$$

Желательно, чтобы каждая часть транспортного модуля была снабжена, по меньшей мере, колесной парой.

При этом колесная пара каждой части модуля расположена на расстоянии от ближайшего к ней торца соответствующей части модуля, определяемом соотношениями

$$0,04 \leq L_{PK}/L_P \leq 0,5;$$

$$0,04 \leq L_{ZK}/L_Z \leq 0,5;$$

$$0,04 \leq L_{CK}/L_C \leq 0,5,$$

где L_{PK} (в метрах), L_{ZK} (в метрах) и L_{CK} (в метрах) - соответственно расстояния от колесной пары головной, хвостовой передней частей модуля до линий N_3 , N_4 и N_5 границ этих частей;

L_P (в метрах), L_Z (в метрах) и L_C (в метрах) - соответственно длина головной, хвостовой и средней

частей модуля.

Достижение указанного результата обеспечивается также тем, что зазоры между частями транспортного модуля содержат опорные секции.

Целесообразно, чтобы каждая опорная секция транспортного модуля была снабжена по меньшей мере одной колесной парой.

Желательно, чтобы каждая опорная секция транспортного модуля была снабжена по меньшей мере одной колесной базой.

При этом альтернативным видом исполнения транспортного модуля является его изготовление, при котором средняя часть модуля, сопряженная с опорной секцией, выполнена только с колесной парой или колесной базой опорной секции.

Указанный результат достигается также и тем, что угол γ , °, между осью модуля и касательной к образующей в продольном сечении как передней, так и задней его части предпочтительно выполнен не более 12°.

Транспортный модуль может быть реализован таким образом, что угол γ , °, между осью модуля и касательной к образующей в продольном сечении как передней, так и задней его части выполнен не более 5°.

В свою очередь, передняя и/или задняя конусообразные части модуля могут быть выполнены в виде усеченных конусов.

Достижение указанного результата обеспечивается также тем, что при эксплуатации высокоскоростного транспортного модуля, включающей обеспечение его движения по рельсоотрунной эстакаде высокоскоростной струнной транспортной системы, механизм взаимного перемещения частей модуля выполнен с возможностью регулирования ширины промежутков между его сочленяемыми частями в процессе движения модуля.

При этом регулировку ширины промежутков между сочленяемыми частями модуля осуществляют в обратно пропорциональной зависимости от скорости движения модуля и радиуса кривизны транспортной системы.

В свою очередь, регулировку ширины промежутков между сочленяемыми частями модуля осуществляют соответствующим изменением усилия P , H , создаваемым механизмом для взаимного перемещения частей модуля и определяемым из соотношения

$$0,01 \leq P/mg \leq 2,$$

где m - масса сочленяемой части модуля, кг;

g - ускорение свободного падения, m/c^2 .

Сущность изобретения подробно поясняется с помощью следующих чертежей, показанных на фиг. 1-5:

фиг. 1 - внешний вид высокоскоростного составного транспортного модуля с колесной базой для каждой его части, вид сбоку;

фиг. 2 - внешний вид высокоскоростного составного транспортного модуля, вид спереди (аналогичен виду сзади);

фиг. 3 - внешний вид высокоскоростного составного транспортного модуля с колесной парой для каждой его части, вид сбоку;

фиг. 4 - внешний вид высокоскоростного составного транспортного модуля с опорными секциями на колесных парах, вид сбоку;

фиг. 5 - внешний вид высокоскоростного составного транспортного модуля с опорными секциями на колесных базах, вид сбоку.

Указанный результат достигается тем, что высокоскоростной транспортный модуль, содержащий головную 1, хвостовую 2 и по меньшей мере одну среднюю 3 часть, снабжен по меньшей мере двумя колесными 4 парами. Головная 1 и хвостовая 2 части модуля выполнены конусообразными с образующими 5 и 6, представленными кривыми, со знакопеременной кривизной, или совокупностью прямых и кривых линий, расположенных со знакопеременной направленностью и сформированы в виде сочетания участков вогнутых и выпуклых поверхностей. При этом угол γ , °, между осью модуля и касательной 7 к образующей 5 или 6 в продольном сечении, как головной 1, так и хвостовой 2 части транспортного модуля, не превышает 30°. Кроме того, модуль снабжен механизмами 8 (см. фиг. 1, 3) для их взаимного продольного (вдоль продольной оси модуля) перемещения, установленными между его сочленяемыми частями. В свою очередь, сами части модуля отделены друг от друга зазорами 9, выполненными в виде открытых и/или закрытых промежутков, регулируемых механизмами 8 для взаимного перемещения частей модуля (см. фиг. 1, 3). При этом зазоры 9 между частями транспортного модуля могут содержать опорные секции 10 (см. фиг. 4, 5).

Выполнение передней 2 и задней 3 частей (см. фиг. 1) транспортного модуля конусообразной формы с образующими, имеющими знакопеременную кривизну, или представленными совокупностью прямолинейных и криволинейных участков, расположенных со знакопеременной направленностью, при соблюдении требования к величине угла γ , °, как показали результаты исследований аэродинамических

характеристик масштабной модели высокоскоростного транспортного модуля в дозвуковой аэродинамической трубе АТ - 11 Петербургского университета, позволяет оптимизировать обтекание транспортного модуля набегающим воздушным потоком.

Так, наличие плавного перехода кривизны образующей головной конусообразной части модуля от отрицательного значения к положительному, т.е. от вогнутой формы к выпуклой, а также наличие плавного перехода кривизны образующей хвостовой конусообразной части модуля от положительного значения к отрицательному, т.е. от выпуклой формы к вогнутой, как показали результаты аэродинамических испытаний, позволяет, практически без увеличения габаритной длины головной 1 и хвостовой 2 частей модуля (см. фиг. 1), за счет устранения скачков градиента давления воздушного потока, значительно снизить его коэффициент аэродинамического сопротивления.

При выполнении головной 1 и хвостовой 2 частей модуля (см. фиг. 1) конусообразной формы с образующими 5, 6, касательные 7 к которым, в продольном сечении, составляют с продольной осью модуля угол γ , °, свыше 30°, повышается аэродинамическое сопротивление набегающего потока воздуха в головной 1 части и возникают причины для отрыва воздушного потока при его сходе с хвостовой 2 части модуля.

Для транспортного модуля характерно то, что выполнение головной 1 и хвостовой 2 частей модуля (см. фиг. 1) конусообразной формы с образующими 5, 6, касательные 7 к которым, в продольном сечении, составляют с осью модуля угол γ , °, не более 12°, позволяет обеспечить оптимальные значения коэффициента аэродинамического сопротивления транспортного модуля при сохранении динамической устойчивости транспортного модуля и обеспечении достаточной комфортности его салона.

Транспортный модуль может быть реализован и таким образом, что выполнение головной 1 и хвостовой 2 частей модуля (см. фиг. 1) конусообразной формы с образующими 5, 6, касательные 7 к которым, в продольном сечении, составляют с осью модуля угол γ , °, не более 5°, позволяет обеспечить минимальное значение коэффициента аэродинамического сопротивления при сохранении его функциональных свойств, особенно при высоких скоростях движения (порядка 500 км/ч).

Переход головной 1 и хвостовой 2 частей конусообразных поверхностей от выпуклой формы к вогнутой осуществлен, соответственно, по линиям N_1 и N_2 сопряжения поверхностей противоположной кривизны, положения которых определены исходя из требований по оптимизации обтекания модуля набегающим воздушным потоком при различных режимах его эксплуатации и конкретного конструктивного исполнения.

Причем, линия N_1 сопряжения поверхностей противоположной кривизны в головной 1 части модуля находится от линии N_3 границы этой части на расстоянии L_{pp} (в метрах) (см. фиг. 1), связанной с длиной L_C (в метрах) средней 3 части модуля соотношением

$$0,05 \leq L_{pp}/L_C \leq 10, \quad (1)$$

а линия N_2 сопряжения поверхностей противоположной кривизны в хвостовой 2 части модуля находится от линии N_4 границы этой части на расстоянии L_{pz} (в метрах) (см. фиг. 1), ограниченном соотношением

$$0,05 \leq L_{pz}/L_C \leq 10, \quad (2)$$

где L_{pp} (в метрах) - длина головной 1 части модуля между линиями N_1 и N_3 , а

L_{pz} (в метрах) - длина хвостовой 2 части модуля между линиями N_2 и N_4 .

Длины L_{pp} (в метрах) в головной 1 и L_{pz} (в метрах) в хвостовой 2 частях транспортного модуля определяются исходя из условия обеспечения его динамической устойчивости и оптимизации значения коэффициента аэродинамического сопротивления.

Указанные значения соотношений (1) и (2) позволяют без особых трудностей обеспечить построение транспортного модуля с необходимыми аэродинамическими обводами.

Уменьшение расстояния от линии N_1 до линии N_3 в головной 1 части модуля за границы, определяемые указанным соотношением (1), не позволяет оптимизировать выбор кривизны головной 1 части модуля, что приведет к возможности срыва воздушного потока за счет большого градиента давления при переходе от головной 1 к средней 3 части модуля.

При этом, увеличение данного расстояния за пределы, определяемые указанным соотношением (1), приведет к снижению динамической устойчивости транспортного модуля из-за возникновения эффекта "рыскания" большой конусообразной поверхности его головной 1 части.

Уменьшение расстояния от линии N_2 до линии N_4 в хвостовой 2 части модуля за границы, определяемые указанным соотношением (2), не позволяет оптимизировать выбор кривизны хвостовой части, что, в свою очередь, приведет к возможности срыва воздушного потока за счет большого градиента давления при переходе от средней 3 к хвостовой 2 части модуля.

В тоже время, увеличение данного расстояния за пределы, определяемые указанным соотношением (2), приведет к снижению динамической устойчивости транспортного модуля из-за "рыскания" большой конусообразной поверхности его хвостовой 2 части.

Выбор величины соотношений (1) и (2) менее 0,05, а также более 10 приводит к диспропорции линейных размеров в головной 1, средней 3 и в хвостовой 2 частях транспортного модуля и, соответствен-

но, к ухудшению его аэродинамических характеристик.

Длина L_C (в метрах) средней 3 части модуля (см. фиг. 1) соотносится с его длинами L_P (в метрах) головной 1 и L_Z (в метрах) хвостовой 2 частей в соответствии с соотношениями

$$0,1 \leq L_P/L_C \leq 10; \quad (3)$$

$$0,1 \leq L_Z/L_C \leq 10. \quad (4)$$

Указанные значения соотношений (3) и (4) позволяют без особых трудностей обеспечить выполнение транспортного модуля с оптимальными аэродинамическими обводами.

На аэродинамические характеристики транспортного модуля, при его движении с высокой скоростью, значительное влияние оказывают длина L_C (в метрах) средней 3 части модуля и размеры L_P (в метрах) и L_Z (в метрах) его головной 1 и хвостовой 2 частей соответственно.

При выполнении транспортного модуля со значениями соотношений (3) и (4) меньше 0,1 возникают конструктивные сложности по обеспечению отсутствия скачков градиента давления воздушного потока на головной 1 и хвостовой 2 частях модуля и плавного их сопряжения со средней 3 частью, при условии соблюдения требований к форме модуля, с точки зрения оптимизации его аэродинамических параметров и эргономики.

В случае выполнения транспортного модуля со значениями соотношений (3) и (4) больше 10 ухудшается динамическая устойчивость транспортного модуля из-за возникновения, при движении, эффекта "рыскания" больших консолей его головной 1 и хвостовой 2 частей.

Длина L_C (в метрах) (см. фиг. 1) и высота H (в метрах) (см. фиг. 1, 2) модуля в миделевом сечении его средней 3 части связаны соотношением

$$0,5 \leq L_C/H \leq 10. \quad (5)$$

Оптимальными, для выполнения транспортного модуля, предназначенного для пассажирских перевозок, являются условия, указанные в соотношении (5). При этих условиях достаточно легко реализуются требования, предъявляемые к нему с точки зрения эргономики и получения оптимального значения коэффициента аэродинамического сопротивления.

Так, при выбранной высоте модуля, определяемой среднестатистическим значением роста человека, принятого для проектирования транспортного модуля, предназначенного для перевозки пассажиров, оптимальным, по эргономическим параметрам и для обеспечения требований по уменьшению площади фронтальной поверхности, является выбор длины его средней 3 части в указанных пределах. Значения, указанные в соотношении (5), позволяют, при обеспечении достаточной комфортности салона, реализовать значительное уменьшение площади фронтальной поверхности транспортного модуля.

Если соотношение (5) будет меньше 0,5, то невозможно, при сохранении оптимизированных значений коэффициента аэродинамического сопротивления, реализовать требования к форме, выдвигаемые с точки зрения эргономики и конкретного его предназначения как транспортного средства, что ведет к дискомфорту находящихся в салоне пассажиров.

При выборе параметров модуля из соотношения (5), при котором оно будет меньше 0,5, в альтернативном случае, увеличение высоты, а, следовательно, и площади сечения модуля в миделевом сечении, ведет к значительному увеличению аэродинамического сопротивления.

Если соотношение (5) будет больше 10, то это приводит к значительному увеличению площади боковой поверхности и, соответственно, к неприемлемому повышению аэродинамического сопротивления модуля в целом, и к снижению жесткости и прочности средней 3 части транспортного модуля.

В свою очередь, длина L_C (в метрах) средней 3 части модуля соотносится с расстоянием M (в метрах) (см. фиг. 1, 2) между рядами колес 4 в следующих пределах

$$0,5 \leq L_C/M \leq 25. \quad (6)$$

Выбранная форма транспортного модуля, обеспечивающая высокие значения скоростей, выдвигает, в свою очередь, определенные требования по обеспечению его динамической устойчивости.

Так, при выбранном расстоянии M (в метрах) (см. фиг. 2) между рядами колес 4, оптимальное значение длины L_C (в метрах) средней 3 части модуля (см. фиг. 1), определено соотношением (6), которое позволяет, при движении транспортного модуля, достаточно просто обеспечить необходимое значение его динамической устойчивости при выбранной форме модуля.

При выполнении транспортного модуля со значением соотношения (6) меньше 0,5 возникают чисто конструктивные трудности по реализации формы модуля, обеспечивающей плавное обтекание его набегающим воздушным потоком с одновременным обеспечением динамической устойчивости, т.к. требования к оптимальному, с точки зрения коэффициента аэродинамического сопротивления, выполнению модуля приводит к относительному удлинению его головной 1 и хвостовой 2 частей и соответственно к понижению динамической устойчивости всего транспортного модуля.

При выполнении транспортного модуля со значением соотношения (6) больше 25, с учетом ограничений на его поперечные размеры, при движении с большими скоростями, происходит значительное увеличение аэродинамического сопротивления за счет увеличения площади его боковой поверхности, а также недопустимо снижается жесткость, несущая способность и прочность средней 3 части транспортного модуля при ее минимально возможном весе.

Длина L_M (в метрах) транспортного модуля связана с длиной L_C (в метрах) средней части модуля соотношением:

$$1,5 \leq L_M/L_C \leq 20. \quad (7)$$

Если соотношение (7) будет меньше 1,5, то невозможно реализовать требования к форме, выдвигаемые условием по оптимизации обтекания модуля набегающим воздушным потоком, при сохранении эксплуатационных и эргономических параметров, предъявляемых к нему исходя из его предназначения как транспортного средства.

Если соотношение (7) будет больше 20, то это приводит к значительному увеличению площади боковой поверхности и, соответственно, к неприемлемому повышению аэродинамического сопротивления высокоскоростного транспортного модуля.

В соответствии с любым из неограниченных вариантов расположения колесных 4 пар, каждая часть модуля может быть снабжена колесной базой L_K (в метрах), L_{PB} (в метрах) и L_{ZB} (в метрах) соответственно, в средней 3, головной 1 и хвостовой 2 частях.

Колесная база L_K (в метрах) средней 3 части модуля связана с его длиной L_C (в метрах) соотношением

$$0,5 \leq L_K/L_C \leq 1. \quad (8)$$

Требования, предъявляемые к эксплуатационным характеристикам транспортного модуля, предусматривают повышенную устойчивость, высокие динамические свойства и комфортные условия для пассажиров, что легко достигается при реализации условий, указанных в соотношении (8).

В случае выбора значения соотношения (8) меньше 0,5 происходит снижение динамических параметров транспортного модуля, в том числе и из-за ухудшения балансировки средней 3 части модуля и увеличения, возникающих при движении, паразитных продольных и поперечных колебаний этой части.

Выполнение транспортного модуля в соответствии с верхним пределом значения соотношения (8) позволяет достигнуть оптимальных значений его динамических и эксплуатационных характеристик.

Колесная база головной L_{PB} (в метрах) и хвостовой L_{ZB} (в метрах) частей модуля связаны соответственно с длиной его головной L_P (в метрах) и хвостовой L_Z (в метрах) частей соотношениями

$$0,2 \leq L_{PB}/L_P \leq 0,75; \quad (9)$$

$$0,2 \leq L_{ZB}/L_Z \leq 0,75. \quad (10)$$

При выполнении модуля со значениями, указанными в соотношениях (9) и (10), удастся достаточно просто обеспечить требуемую устойчивость транспортного модуля при оптимальных значениях его динамических характеристик и комфортных эксплуатационных и эргономических параметрах.

В случае выбора значения соотношений (9) и (10) меньше 0,2 происходит снижение динамических параметров транспортного модуля, в том числе и из-за ухудшения балансировки каждой отдельной части модуля и увеличения, возникающих при движении, паразитных поперечных колебаний.

В случае выполнения транспортного модуля со значениями соотношений (9) и (10) больше 0,75 не позволяет достигнуть оптимальных значений его динамических и эксплуатационных характеристик или становится технически невыполнимо.

Альтернативным видом исполнения транспортного модуля, из неограниченных вариантов расположения колесных пар 4, является его изготовление, при котором каждая часть модуля может быть снабжена колесной парой L_{CK} (в метрах), L_{PK} (в метрах) и L_{ZK} (в метрах) соответственно средней 3, головной 1 и хвостовой 2 частей (см. фиг. 3).

Целесообразно исполнение транспортного модуля таким образом, чтобы колесные 4 пары каждой части модуля были расположены на расстоянии от ближайшего к ним торца соответствующей части модуля, определяемом соотношениями

$$0,04 \leq L_{PK}/L_P \leq 0,5; \quad (11)$$

$$0,04 \leq L_{ZK}/L_Z \leq 0,5; \quad (12)$$

$$0,04 \leq L_{CK}/L_C \leq 0,5; \quad (13)$$

где L_{PK} (в метрах), L_{ZK} (в метрах) и L_{CK} (в метрах) - соответственно расстояния от колесной пары головной, хвостовой и средней частей модуля до линий N_3 , N_4 и N_5 границ этих частей;

L_P (в метрах), L_Z (в метрах) и L_C (в метрах) - соответственно длина головной, хвостовой и средней частей модуля.

При выполнении модуля со значениями линейных размеров расстояний расположения колесных пар в его головной 1, хвостовой 2 и средней 3 частях, определенных соотношениями (11), (12) и (13) относительно линейных размеров этих частей, без особых трудностей достигается выполнение транспортного модуля в соответствии с требованиями по обеспечению его динамической устойчивости.

Если соотношения (11), (12) и (13) будут меньше 0,04, то ухудшается динамическая устойчивость транспортного модуля из-за возникновения, при движении, эффекта "рыскания" больших консолей его головной 1 и хвостовой 2 частей, а также недопустимо снижается жесткость, несущая способность и прочность секций средней 3 части транспортного модуля при их минимально возможном весе.

Если соотношения (11) и (12) будут больше 0,5, происходит снижение динамических параметров

транспортного модуля из-за ухудшения балансировки его головной 1 и хвостовой 2 частей и повышения негативного влияния на динамическую устойчивость модуля их поперечных колебаний и проявления эффекта "рыскания".

Кроме того, в этом случае, меры, предпринимаемые для снижения коэффициента аэродинамического сопротивления модуля, становятся практически неэффективными. Также, при таком выполнении транспортного модуля с параметрами, при которых соотношения (11) и (12) будут больше 0,5, возникают чисто конструктивные трудности по реализации формы его головной 1 и хвостовой 2 частей, обеспечивающей их плавное обтекание набегающим воздушным потоком.

Если соотношение (13) будет больше 0,5, происходит снижение плавности хода и динамической устойчивости, особенно при разгоне, транспортного модуля из-за ухудшения балансировки каждой его отдельной средней 3 части и увеличения продольных колебаний модуля в целом.

Для транспортного модуля существенно то, что между сочленяемыми частями модуля установлены механизмы 8 для взаимного перемещения его частей.

При этом сами части модуля отделены друг от друга зазорами 9, выполненными в виде открытых и/или закрытых промежутков, регулируемых механизмами 8 для взаимного перемещения частей модуля.

Как показали результаты исследований аэродинамических характеристик масштабной модели высокоскоростного транспортного модуля в дозвуковой аэродинамической трубе АТ - 11 Петербургского университета, выполнение модуля с механизмами 8 для взаимного перемещения его частей в процессе движения и изменение при этом зазоров 9 между сочленяемыми частями модуля до нуля (путем их продольного обжатия), позволяет оптимизировать обтекание транспортного модуля набегающим воздушным потоком за счет устранения скачков градиента давления воздушного потока в зазорах, ввиду их отсутствия, и значительно снизить коэффициент аэродинамического сопротивления транспортного модуля в целом.

Зазоры транспортного модуля, в любом из предпочтительных вариантов исполнения, могут быть снабжены опорными секциями 10, расположенными между его головной 1, хвостовой 2 и средней 3 частями (см. фиг. 4).

В случае указанного выполнения транспортного модуля достигается снижение значения коэффициента аэродинамического сопротивления, его общего веса, повышение устойчивости, динамических свойств и комфортности условий для пассажиров.

Когда зазоры 9 транспортного модуля снабжены опорными секциями 10, снижается количество объектов возмущения воздушного потока. Это позволит предотвратить отрыв воздушного потока от поверхности транспортного модуля в местах сочленения его частей и ведет к снижению аэродинамического сопротивления набегающего потока воздуха и, соответственно, улучшению аэродинамических характеристик транспортного модуля. Что в свою очередь гарантирует достижение существенной стабилизации положения транспортного модуля по направлению траектории его движения при сохранении необходимых аэродинамических обводов и обтекаемости формы.

При этом каждая опорная секция 10 снабжена по меньшей мере одной колесной 4 парой (см. фиг. 4).

Альтернативным видом исполнения транспортного модуля, из неограниченных вариантов расположения колесных 4 пар, является его изготовление, при котором каждая опорная секция 10 снабжена по меньшей мере одной колесной L_{SB} базой (см. фиг. 5).

В случае выполнения транспортного модуля, по любому из указанных вариантов изготовления опорных секций 10, целесообразно исполнение модуля таким образом, чтобы средние 3 части модуля были закреплены на опорных секциях 10 и объединены с ними колесными 4 парами, или, соответственно, колесными L_{SB} базами опорных секций 10 (см. фиг. 4, 5).

При этом опорные секции 10 соединены со средними 3 частями модуля, выполненными без колесных 4 пар (см. фиг. 4, 5).

В случае указанного выполнения транспортного модуля достигается снижение его общего веса, повышение устойчивости и динамических характеристик транспортного модуля.

При заявленном выполнении транспортного модуля достигается снижение его общего веса благодаря сокращению количества колесных 4 пар и удается достаточно просто обеспечить требуемую грузоподъемность и устойчивость модуля при оптимальных значениях его динамических характеристик и комфортных эксплуатационных и эргономических параметров за счет улучшения балансировки средних 3 частей модуля.

Для транспортного модуля характерно то, что его головная 1 и/или хвостовая 2 конусообразные части могут быть выполнены в виде усеченных конусов (на рисунках не показано).

Выполнение головной 1 и/или хвостовой 2 конусообразных частей транспортного модуля в виде усеченных конусов позволяет без особых трудностей обеспечить его построение с укороченными конусолинейными свесами головной 1 и/или хвостовой 2 его частей, что повышает динамическую устойчивость транспортного модуля при движении, исключает возникновение эффекта "рысканья" консолей модуля и, как следствие, гарантирует достижение существенной стабилизации положения транспортного модуля по направлению траектории его движения при сохранении необходимых аэродинамических обводов и

обтекаемости формы.

Движение транспортных модулей осуществляется со скоростями 300 км/ч и выше. При таких значениях скоростей движения основополагающим фактором, оказывающим влияние на энергетические показатели транспортного модуля, является его сопротивление набегающему воздушному потоку, величина которого пропорциональна квадрату скорости движения, площади фронтальной поверхности (мигделового сечения), площади боковой поверхности и коэффициенту аэродинамического сопротивления.

При любом из заявленных исполнений транспортного модуля, достижение указанного результата обеспечивается также тем, что при эксплуатации высокоскоростного транспортного модуля, включающего обеспечение его движения по рельсоострунной эстакаде высокоскоростной струнной транспортной системы, механизм 8 взаимного перемещения частей модуля выполнен с возможностью регулирования ширины промежутков между его сочленяемыми частями в процессе движения модуля.

В качестве механизмов 8, служащих для взаимного перемещения частей модуля, могут быть выбраны любые из неограниченного количества вариантов известных устройств. В частности, целесообразно использовать шарнирно закрепленные на сопрягаемых частях модуля гидроцилиндры, управляемые гидродривами через центральную систему управления и обеспечения движения модуля (на схеме не показаны).

При использовании в качестве механизмов 8 относительного перемещения частей транспортного модуля гидроцилиндров, которые устанавливаются на сочленяемых частях модуля, в промежутках 10 между этими частями, без особых трудностей достигается сочленение сопрягаемых частей модуля при его движении в соответствии с требованиями по обеспечению оптимальных динамических характеристик.

Учитывая то обстоятельство, что применение высокоскоростного транспортного модуля предусматривает, в качестве транспортной системы, использование одной из модификаций высокоскоростной струнной транспортной системы, для которых характерна их прямолинейность, следовательно, основное время, в процессе своего движения, модуль также будет иметь прямолинейную форму.

При этом целесообразно, чтобы сопряжение сочленяемых частей транспортного модуля на прямолинейных участках пути было плавным, без возникновения между его частями объектов возмущения воздушного потока. Это позволит предотвратить отрыв воздушного потока от поверхностей указанных частей и ведет к снижению аэродинамического сопротивления набегающего потока воздуха и, соответственно, - улучшению аэродинамических характеристик транспортного модуля.

На прямолинейных участках пути, механизмы 8, по команде систем управления и обеспечения движения модуля (на схеме не показаны), полностью "выбирают" зазор между смежными сочленяемыми частями модуля.

При этом регулировку ширины промежутков между сочленяемыми частями модуля осуществляют в обратную пропорциональную зависимость от скорости движения модуля и радиуса кривизны (на схеме не показаны) транспортной системы.

Наличие промежутков между сочленяемыми частями модуля на крутых поворотах, стоянках или иных участках пути, на которых скорость движения транспортного модуля значительно ниже чем его крейсерская скорость на прямолинейных участках, присущих наибольшей протяженности пути, не оказывает существенного влияния на динамические и энергетические показатели транспортной системы.

На поворотах (на схеме не показаны) и при невысоких скоростях движения (при разгоне и/или торможении), механизмы 8, по команде систем управления и обеспечения движения модуля (на схеме не показаны), осуществляют требуемое взаимное продольное и/или радиальное (благодаря шарнирному креплению) смещение сочленяемых частей модуля до образования промежутков, необходимых для осуществления безопасного маневра. Регулировку ширины промежутков между сочленяемыми частями модуля осуществляют посредством взаимного "стягивания - отталкивания" сочленяемых частей модуля соответствующим изменяемым продольным усилием Р, Н, создаваемым механизмом 8 (см. фиг. 3) для взаимного перемещения частей модуля и определяемым из соотношения:

$$0,01 \leq P/mg \leq 2, \quad (14)$$

где m - масса сочленяемой части модуля, кг;

g - ускорение свободного падения, м/с².

При осуществлении регулировки ширины промежутков между сочленяемыми частями модуля со значением продольного усилия, указанного в соотношении (14), удастся достаточно просто обеспечить оптимальные значения динамических характеристик транспортного модуля благодаря стягиванию и продольному обжатию всех его сочленяемых частей.

В случае осуществлении регулировки ширины промежутков между сочленяемыми частями модуля с продольным усилием, значение которого дает величину, указанную в соотношении (14), меньше 0,01, происходит образование объектов возмущения воздушного потока между частями транспортного модуля из-за неполного устранения зазоров при динамических колебаниях частей модуля во время его движения. Это приводит к отрыву воздушного потока от поверхностей частей модуля в зазорах между ними и обуславливает повышение аэродинамического сопротивления набегающего потока воздуха и снижение характеристик транспортного модуля в целом.

В случае осуществлении регулировки ширины промежутков между сочленяемыми частями модуля

со значением соотношения (14) больше 2 происходит чрезмерное усложнение, утяжеление и удорожание конструкции механизмов 8 транспортного модуля и его силового каркаса, обжатого чрезмерно высоким продольным усилием.

Использование изобретения позволит значительно снизить влияние дестабилизирующих факторов и улучшить аэродинамические характеристики высокоскоростного транспортного модуля, что в итоге повысит энергетические и соответственно экономические показатели транспортной системы.

Указанными отличительными признаками заявляемое техническое решение отличается от известных технических решений, т.е. соответствует критерию изобретения "новизна".

При просмотре патентной и научно-технической литературы не обнаружены объекты, содержащие признаки, отличающие заявляемое решение от известных технических решений и позволяющие достичь указанного эффекта, ввиду чего следует, что оно соответствует критерию изобретения "существенные отличия".

Источники информации.

1. Патент RU № 2201368, МПК В62D 35/00, опубл. 27.03.2003.
2. Патент RU № 2201369, МПК В62D 35/00, опубл. 27.03.2003.
3. Патент RU № 2203194, МПК В62D 35/00, опубл. 27.04.2003.
4. Патент RU № 2203195, МПК В62D 35/00, опубл. 27.04.2003.
5. Патент ЕА № 003490, МПК В62D 35/00, опубл. 26.06.2003.
6. Патент ЕА № 003533, МПК В62D 35/00, опубл. 26.06.2003.
7. Патент ЕА № 003535, МПК В62D 35/00, опубл. 26.06.2003.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Высокоскоростной транспортный модуль, содержащий сопряженные между собой головную (1), по меньшей мере одну среднюю (3) и хвостовую (2) части, в котором части модуля выполнены сочлененными, а головная (1) и хвостовая (2) его части снабжены колесными парами (4) и выполнены конусообразными с образующими (5, 6), представленными кривыми со знакопеременной кривизной или совокупностью прямых и кривых линий, расположенных со знакопеременной направленностью, при этом угол γ между осью модуля и касательной (7) к образующей в продольном сечении как головной (1), так и хвостовой (2) его части не превышает 30° , причем линия N_1 сопряжения поверхностей противоположной кривизны в головной (1) части модуля находится от линии N_3 границы этой части на расстоянии L_{pp} (в метрах), связанном с длиной L_C (в метрах) средней части (3) модуля соотношением

$$0,05 \leq L_{pp}/L_C \leq 10,$$

линия N_2 сопряжения поверхностей противоположной кривизны в хвостовой части (2) модуля находится от линии N_4 границы этой части на расстоянии L_{pz} (в метрах), ограниченном соотношением

$$0,05 \leq L_{pz}/L_C \leq 10,$$

а длина L_C (в метрах) и максимальная высота H (в метрах) средней части (3) модуля связаны соотношением

$$0,5 \leq L_C/H \leq 10,$$

при этом длина L_C (в метрах) средней части (3) модуля и расстояние M (в метрах) между рядами колес (4) связаны соотношением

$$0,5 \leq L_C/M \leq 25,$$

причем между сочленяемыми частями (1, 2, 3) модуля установлены механизмы (8) для взаимного перемещения частей, а сами части (1, 2, 3) модуля отделены друг от друга зазорами (9), выполненными в виде открытых и/или закрытых промежутков, регулируемых этими механизмами (8).

2. Транспортный модуль по п.1, отличающийся тем, что длины головной L_P (в метрах), средней L_C (в метрах) и хвостовой частей L_Z (в метрах) модуля связаны соотношениями

$$0,1 \leq L_P/L_C \leq 10;$$

$$0,1 \leq L_Z/L_C \leq 10.$$

3. Транспортный модуль по любому из пп.1, 2, отличающийся тем, что его длина L_M (в метрах) связана с длиной средней L_C (в метрах) части модуля соотношением

$$1,5 \leq L_M/L_C \leq 20.$$

4. Транспортный модуль по п.1, отличающийся тем, что каждая часть модуля снабжена колесной базой.

5. Транспортный модуль по пп.1, 4, отличающийся тем, что колесная база L_K (в метрах) средней части (3) модуля связана с длиной L_C (в метрах) его средней части (3) соотношением

$$0,5 \leq L_K/L_C \leq 1.$$

6. Транспортный модуль по пп.1, 4, отличающийся тем, что колесные базы L_{PB} (в метрах) головной и L_{ZB} (в метрах) хвостовой его частей связаны соответственно с длинами головной L_P (в метрах) и хвостовой L_Z (в метрах) частей модуля соотношениями

$$0,2 \leq L_{PB}/L_P \leq 0,75;$$

$$0,2 \leq L_{ZB}/L_Z \leq 0,75.$$

7. Транспортный модуль по п.1, отличающийся тем, что каждая часть модуля снабжена по меньшей мере одной колесной парой.

8. Транспортный модуль по пп.1, 7, отличающийся тем, что колесная пара каждой части модуля расположена на расстоянии от ближайшего к ней торца соответствующей части модуля, определяемом соотношениями

$$0,04 \leq L_{PK}/L_P \leq 0,5;$$

$$0,04 \leq L_{ZK}/L_Z \leq 0,5;$$

$$0,04 \leq L_{CK}/L_C \leq 0,5,$$

где L_{PK} (в метрах), L_{ZK} (в метрах) и L_{CK} (в метрах) - расстояния от колесной пары головной (1), хвостовой (2) и средней (3) частей модуля до соответственно линий N_3 , N_4 и N_5 границ этих частей;

L_P (в метрах), L_Z (в метрах) и L_C (в метрах) - соответственно длины головной (1), хвостовой (2) и средней (3) частей модуля.

9. Транспортный модуль по п.1, отличающийся тем, что зазоры между частями содержат опорные секции.

10. Транспортный модуль по п.9, отличающийся тем, что каждая опорная секция снабжена по меньшей мере одной колесной парой.

11. Транспортный модуль по пп.9, 10, отличающийся тем, что каждая опорная секция снабжена по меньшей мере одной колесной базой.

12. Транспортный модуль по пп.1, 4-11, отличающийся тем, что средняя часть модуля, сопряженная с опорной секцией, выполнена только с колесной парой или колесной базой опорной секции.

13. Транспортный модуль по п.1, отличающийся тем, что угол γ между осью модуля и касательной (7) к образующей в продольном сечении, как головной (1), так и хвостовой (2) его части, предпочтительно выполнен не более 12° .

14. Транспортный модуль по п.1, отличающийся тем, что угол γ между осью модуля и касательной (7) к образующей в продольном сечении, как головной (1), так и хвостовой (2) его части выполнен не более 5° .

15. Транспортный модуль по п.1, отличающийся тем, что передняя и/или задняя конусообразные части модуля выполнены в виде усеченных конусов.

16. Способ эксплуатации высокоскоростного составного транспортного модуля по п.1, включающий обеспечение его движения по рельсоэстакаде высокоскоростной струнной транспортной системы, отличающийся тем, что механизм (8) взаимного перемещения частей (1, 2, 3) модуля выполнен с возможностью регулирования ширины промежутков между его сочленяемыми частями в процессе движения модуля.

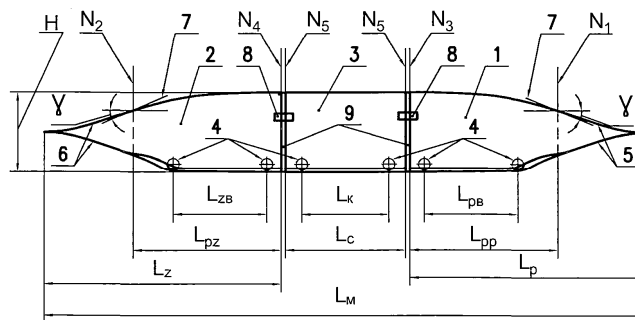
17. Способ по п.16, отличающийся тем, что регулировку ширины промежутков между сочленяемыми частями (1, 2, 3) модуля осуществляют в обратно пропорциональной зависимости от скорости движения модуля и радиуса кривизны транспортной системы.

18. Способ по п.16, отличающийся тем, что регулировку ширины промежутков между сочленяемыми частями модуля осуществляют соответствующим изменением усилия P , H , создаваемым механизмом (8) для взаимного перемещения частей (1, 2, 3) модуля и определяемым из соотношения:

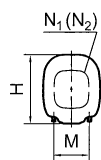
$$0,01 \leq P/mg \leq 2,$$

где m - масса сочленяемой части модуля, кг;

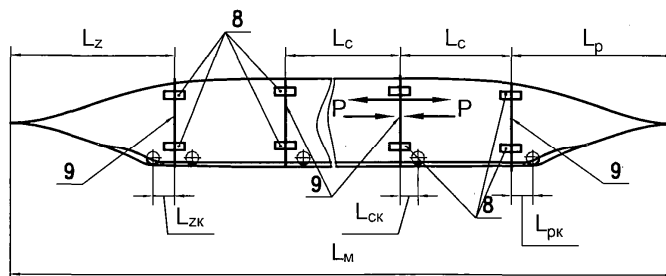
g - ускорение свободного падения, m/c^2 .



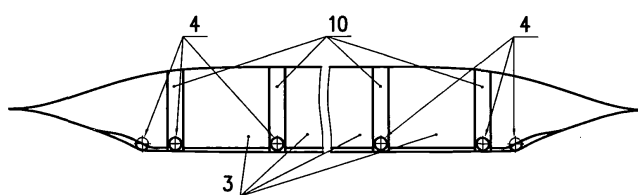
Фиг. 1



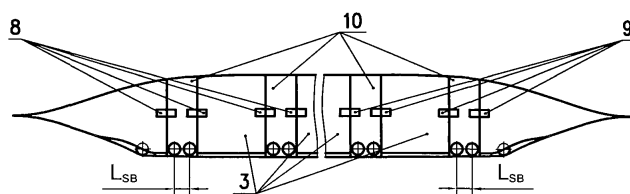
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

