

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **031675**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.02.28

(21) Номер заявки
201700220

(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 (ВАРИАНТЫ)

(43) **2018.09.28**

(96) **2017/EA/0012 (BY) 2017.03.23**

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

(56) RU-C1-2203194
RU-C1-2085427
US-A1-20100060030
US-B2-8960771

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

(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 по первому варианту содержит кузов 1 обтекаемой формы с плавно сопряженными между собой передней 2 и задней 3 частями, а также установленные в два ряда в нижней части кузова колёса 4. Передняя 2 и задняя 3 части кузова выполнены конусообразными с образующими 5 и 6, представленными криволинейными со знакопеременной кривизной. При этом угол γ между осью кузова и касательной 7 к образующей 5, 6 в продольном сечении как передней 2, так и задней 3 части кузова 1 не превышает 30° . Для транспортного модуля как по первому, так и по второму вариантам изобретения характерно то, что на передней 2 и задней 3 частях кузова 1, по линиям 8 и 9 соответственно, выполнены переходы от выпуклой формы к вогнутой исходя из требований по оптимизации обтекания кузова 1 набегающим воздушным потоком при различных режимах его эксплуатации и конкретного конструктивного исполнения. В результате происходит повышение энергетических показателей транспортного модуля за счёт снижения потерь, определяемых его аэродинамическими характеристиками, улучшение стабилизации положения по направлению траектории движения транспортного модуля, а также расширение модельного ряда подвижных средств для транспортно-коммуникационной системы Юницкого.

B1

031675

031675 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 счёт приближения их формы к форме тела вращения с одновременным учётом стилистических и эргономических требований, предъявляемых к ним именно как к транспортным средствам (Хуго В.-Г. 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 объёма кузова. Кроме того, известные решения не обеспечивают учёт 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 счёт 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 г.; патенты RU 2203194, RU 2203195, опубликованные 27.04.2003 г.; евразийские патенты EA 003490, EA 003533, EA 003535. Представленные в данных документах высокоскоростные транспортные модули характеризуются кузовом обтекаемой формы с сопряжёнными 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, сопряжённых 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, сопряжённых 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 учётом определённых 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 её поверхность отрицательной кривизны имеет клиновидный профиль, ребро которого образует заднюю кромку кузова, которая может быть расположена горизонтально либо вертикально, обеспечивая различные варианты её 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 г., предназначенный для использования в струнной транспортной системе Юницкого, содержащий кузов обтекаемой формы с сопряжёнными сферообразной передней, каплеобразной средней и конусообразной задней частями, в котором нижняя поверхность средней части выполнена уплощённой. Для связи с рельсовым путём в нижней части кузова размещены колёса, 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, т.к. сопротивление воздуха в суммарном сопротивлении движению составляет более девяноста процентов. Соответственно мощность привода транспортного средства и его экономичность на девяносто и более процентов 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 решённой 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 транспортного модуля с точки зрения энергетических характеристик.

Отсутствие каких-либо средств для стабилизации положения транспортного модуля по направлению траектории движения приводит его к зависимости от воздействия различных дестабилизирующих внешних причин.

Целью заявленного в качестве изобретения высокоскоростного транспортного модуля является повышение энергетических показателей за счёт 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 кузов обтекаемой формы с плавно сопряжёнными между собой передней и задней частями, а также установленные в два ряда в нижней части кузова колёса, согласно первому варианту изобретения, передняя и задняя части кузова представлены конусообразными с образующими, выполненными криволинейными со знакопеременной кривизной или совокупностью прямолинейных и криволинейных участков, расположенных со знакопеременной направленностью, при этом угол γ , °, между осью кузова и касательной к образующей в продольном сечении как передней, так и задней части кузова не превышает 30°, причём линия сопряжения поверхностей противоположной кривизны в передней части кузова находится от линии сопряжения передней и задней части кузова на расстоянии L_{PP} , м, ограниченном соотношением

$$0,05 \leq L_{PP}/L_{PPZ} \leq 0,75,$$

линия сопряжения поверхностей противоположной кривизны в задней части кузова находится от линии сопряжения передней и задней части кузова на расстоянии Z_{PZ} , м, ограниченном соотношением

$$0,05 \leq L_{PZ}/L_{PPZ} \leq 0,75,$$

где L_{PPZ} , м - длина части кузова между линиями сопряжения поверхностей противоположной кривизны в передней и задней частях кузова, а длина L_K , м, кузова и его высота H_1 , м (по первому варианту изобретения) в поперечном сечении по линии сопряжения передней части с задней частью кузова связаны соотношением

$$2 \leq L_K/H_1 \leq 20.$$

Достижение указанного результата обеспечивается также тем, что площадь S_{PZ} , м², по линии сопряжения передней части с задней частью кузова связана с площадью S_P , м², поперечного сечения по линии сопряжения поверхностей противоположной кривизны передней части кузова и площадью S_Z , м² поперечного сечения по линии сопряжения поверхностей противоположной кривизны задней части кузова следующими соотношениями:

$$1,2 \leq S_{PZ}/S_P \leq 20;$$

$$1,2 \leq S_{PZ}/S_Z \leq 20.$$

При этом длины передней и задней частей кузова связаны соотношением:

$$0,25 \leq L_P/L_Z \leq 4,$$

где L_P , м - длина передней части кузова от крайней передней точки до линии сопряжения передней части с задней частью;

L_Z , м - длина задней части кузова от крайней задней точки до линии сопряжения задней части с передней частью.

Указанный результат достигается также и тем, что в высокоскоростном транспортном модуле, содержащем кузов обтекаемой формы с плавно сопряжёнными между собой передней, средней и задней частями, а также установленные в два ряда в нижней части кузова колёса, согласно второму варианту изобретения передняя и задняя части кузова представлены конусообразными с образующими, выполненными криволинейными со знакопеременной кривизной или совокупностью прямолинейных и криволинейных участков, расположенных со знакопеременной направленностью, при этом угол γ , °, между осью кузова и касательной к образующей в продольном сечении как передней, так и задней части кузова не превышает 30°, причём линия сопряжения поверхностей противоположной кривизны в передней части кузова находится от линии сопряжения передней и средней частей кузова на расстоянии L_{PP} , м, ограниченном соотношением

$$0,01 \leq L_{PP}/L_C \leq 0,75,$$

линия сопряжения поверхностей противоположной кривизны в задней части кузова находится от линии сопряжения средней и задней частей кузова на расстоянии L_{PZ} , м, ограниченном соотношением

$$0,01 \leq L_{PZ}/L_C \leq 0,75,$$

где L_C , м - длина средней части кузова между линиями сопряжения передней и задней частей со средней частью кузова;

а длина L_K , м, кузова и его максимальная высота H_2 , м (по второму варианту изобретения) в средней части связаны соотношением

$$1 \leq L_K/H_2 \leq 20.$$

В свою очередь, длина L_C , м, средней части кузова соотносится с расстоянием M , м, между рядами колёс в следующих пределах:

$$1 \leq L_C/M \leq 15,$$

а с длинами передней и задней частей кузова связана соотношениями

$$0,1 \leq L_P/L_C \leq 0,75;$$

$$0,1 \leq L_Z/L_C \leq 0,75,$$

где L_P , м - длина передней части кузова от крайней передней точки до линии сопряжения передней части с сопрягаемой средней частью кузова;

L_Z , м - длина задней части кузова от крайней задней точки кузова до линии сопряжения задней части с сопрягаемой средней частью кузова.

Достижение указанного результата по второму варианту изобретения обеспечивается и тем, что площадь S_C , м², максимального поперечного сечения средней части кузова и площадь S_P , м², поперечного сечения по линии сопряжения поверхностей противоположной кривизны в передней части кузова и площадь S_Z , м², поперечного сечения по линии сопряжения поверхностей противоположной кривизны в задней части кузова связаны между собой следующими соотношениями:

$$0,05 \leq S_P/S_C \leq 0,9;$$

$$0,05 \leq S_Z/S_C \leq 0,9.$$

Для транспортного модуля как по первому, так и по второму вариантам изобретения характерно то, что боковые поверхности кузова могут быть выполнены с отрицательной кривизной, а нижняя поверхность кузова может быть уплощенной, либо нижняя поверхность кузова может иметь отрицательную (может быть вогнутой), или положительную (может быть выпуклой) кривизну.

Кроме того, на нижней поверхности кузова по любому из двух вариантов изобретения могут быть выполнены два симметричных продольных участка, имеющих отрицательную кривизну поверхности.

При этом линии сопряжения продольных участков, имеющих отрицательную кривизну поверхности, с нижней поверхностью кузова находятся на расстоянии a , м, от вертикальной плоскости симметрии кузова, выбираемом из условия

$$0,05 \leq a/H \leq 0,5,$$

а линии сопряжения продольных участков, имеющих отрицательную кривизну поверхности, с боковыми поверхностями кузова находятся на расстоянии b , м, от нижней поверхности кузова, выбираемом из условия

$$0,04 \leq b/H \leq 0,4,$$

где H , м - максимальная высота кузова в поперечном сечении (соответственно H_1 , м, и H_2 , м, по первому и второму варианту изобретения). Для транспортного модуля по любому из двух вариантов изобретения на верхней поверхности кузова могут быть выполнены два симметричных продольных участка с отрицательной кривизной поверхности.

При этом линии сопряжения продольных участков, имеющих отрицательную кривизну поверхности, с верхней поверхностью кузова, находятся на расстоянии c , м, от вертикальной плоскости оси симметрии кузова, выбираемом из условия

$$0,05 \leq c/H \leq 0,5,$$

а линии сопряжения продольных участков, имеющих отрицательную кривизну поверхности, с боковыми поверхностями кузова находятся на расстоянии d , м, от нижней поверхности кузова, выбираемом из условия

$$0,2 \leq d/H \leq 0,9,$$

где H , м - максимальная высота кузова в поперечном сечении (соответственно H_1 , м, и H_2 , м, по первому и второму варианту изобретения).

Транспортный модуль по любому из двух вариантов может быть реализован таким образом, что образующие поверхности передней и/или задней конусообразных частей кузова в вертикальной плоскости имеют большую степень кривизны, чем в горизонтальной плоскости, причём вершина передней конусообразной части и/или вершина задней конусообразной части кузова выполнена в форме клина, ребро которого образует соответственно переднюю и/или заднюю кромку кузова, расположенную в горизонтальной плоскости.

Транспортный модуль по любому из двух вариантов может быть реализован и таким образом, что образующие поверхности передней и/или задней конусообразных частей кузова в горизонтальной плоскости имеют большую степень кривизны, чем в вертикальной плоскости, причём вершина передней конусообразной части и/или вершина задней конусообразной части кузова выполнена в форме клина, ребро которого образует соответственно переднюю и/или заднюю кромку кузова, расположенную в вертикальной плоскости.

Транспортный модуль по любому из двух вариантов может быть реализован таким образом, что угол γ , °, между осью кузова и касательной к образующей в продольном сечении как передней, так и задней части кузова предпочтительно выполнен не более 12°.

Транспортный модуль по любому из двух вариантов может быть реализован таким образом, что угол γ , °, между осью кузова и касательной к образующей в продольном сечении как передней, так и зад-

ней части кузова выполнен не более 5° .

Транспортный модуль по любому из двух вариантов может быть реализован таким образом, что передняя и/или задняя конусообразные части кузова выполнены в виде усечённых конусов.

Сущность изобретения, представленного первым вариантом реализации высокоскоростного транспортного модуля, подробно поясняется с помощью следующих чертежей, показанных на фиг. 1, 2:

фиг. 1 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля - вид сбоку;

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

Сущность изобретения, представленного вторым вариантом реализации высокоскоростного транспортного модуля, подробно поясняется с помощью следующих чертежей, показанных на фиг. 3, 4:

фиг. 3 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля - вид сбоку;

фиг. 4 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля - вид спереди (аналогичен виду сзади).

Сущность изобретения поясняется также чертежами фиг. 5-15, где

фиг. 5 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля с выпуклой нижней поверхностью кузова - вид сбоку;

фиг. 6 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля с выпуклой нижней поверхностью кузова - вид спереди (сзади);

фиг. 7 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля с уплощенной нижней поверхностью кузова - вид сбоку;

фиг. 8 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля с уплощенной нижней поверхностью кузова - вид спереди (сзади);

фиг. 9 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля с выпуклой верхней поверхностью кузова с продольными участками отрицательной кривизны - вид сбоку;

фиг. 10 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля с выпуклой верхней поверхностью кузова с продольными участками отрицательной кривизны - вид спереди (сзади);

фиг. 11 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля с выпуклыми верхней и нижней поверхностями кузова с продольными участками отрицательной кривизны - вид сбоку;

фиг. 12 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля с выпуклыми верхней и нижней поверхностями кузова с продольными участками отрицательной кривизны - вид спереди (сзади);

фиг. 13 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля с вогнутой боковой поверхностью кузова - вид сверху;

фиг. 14 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля с вогнутой нижней поверхностью кузова - вид сбоку;

фиг. 15 - внешний вид высокоскоростного транспортного модуля с вогнутой нижней поверхностью кузова - вид спереди (сзади).

Указанный результат достигается тем, что в высокоскоростном транспортном модуле, содержащем кузов 1 обтекаемой формы с плавно сопряженными между собой передней 2 и задней 3 частями, а также установленные в два ряда в нижней части кузова колёса 4, согласно первому варианту изобретения передняя 2 и задняя 3 части кузова выполнены конусообразными с образующими 5 и 6, представленными криволинейными со знакопеременной кривизной или совокупностью прямолинейных и криволинейных участков, расположенных со знакопеременной направленностью. При этом угол γ , $^\circ$, между осью кузова и касательной 7 к образующей 5, 6 в продольном сечении как передней 2, так и задней 3 части кузова 1 не превышает 30° (см. фиг. 1).

Выполнение передней 2 и задней 3 частей кузова 1 (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 , $^\circ$, как показали результаты исследований аэродинамических характеристик масштабной модели высокоскоростного транспортного модуля в дозвуковой аэродинамической трубе АТ - 11 Петербургского университета, позволяет оптимизировать обтекание кузова набегающим воздушным потоком.

Так, наличие плавного перехода кривизны образующей передней конусообразной части кузова от отрицательного значения к положительному, т.е. от вогнутой формы к выпуклой, а также наличие плавного перехода кривизны образующей задней конусообразной части кузова от положительного значения к отрицательному, т.е. от выпуклой формы к вогнутой, как показали результаты аэродинамических испытаний, позволяет, практически без увеличения габаритной длины передней 2 и задней 3 частей кузова 1 (фиг. 1), за счёт устранения скачков градиента давления воздушного потока, значительно снизить его коэффициент аэродинамического сопротивления.

При выполнении передней 2 и задней 3 частей кузова 1 (см. фиг. 1) конусообразной формы с образующими 5, 6, касательные 7 к которым, в продольном сечении, составляют с осью кузова 1 угол γ , $^\circ$, свыше 30° , повышается аэродинамическое сопротивление набегающего потока воздуха в передней 2 части и возникают причины для отрыва воздушного потока при его сходе с задней 3 части кузова 1.

Переход на передней 2 и задней 3 частях конусообразных поверхностей от выпуклой формы к вогнутой осуществлен по линиям 8 и 9 соответственно сопряжения поверхностей противоположной кривизны, положения которых определены исходя из требований по оптимизации обтекания кузова 1 набегающим воздушным потоком при различных режимах его эксплуатации и конкретного конструктивного исполнения.

Причём линия 8 сопряжения поверхностей противоположной кривизны в передней части 2 кузова 1 находится от линии 10 сопряжения передней 2 и задней 3 частей кузова 1 на расстоянии L_{PP} , м (фиг. 1) ограниченном соотношением

$$0,05 \leq L_{PP} / L_{PPZ} \leq 0,75, \quad (1)$$

а линия 9 сопряжения поверхностей противоположной кривизны в задней части 3 кузова 1 находится от линии 10 сопряжения передней 2 и задней 3 частей кузова 1 на расстоянии L_{PZ} , м (фиг. 1) ограниченном соотношением

$$0,05 \leq L_{PZ} / L_{PPZ} \leq 0,75, \quad (2)$$

где L_{PPZ} , м (фиг. 1) - длина части кузова 1 между линиями 8, 9 сопряжения поверхностей противоположной кривизны соответственно в передней 2 и задней 3 частях кузова 1.

Длины L_{PP} , м, передней 2 и L_{PZ} , м, задней 3 частей кузова 1 (фиг. 1) определяются исходя из условия обеспечения динамической устойчивости транспортного модуля и оптимизации значения коэффициента аэродинамического сопротивления.

Уменьшение длин передней 2 и задней 3 частей кузова 1 за границы, определяемые соотношениями (1) и (2), не позволяет реализовать требования выполнения этих частей кузова конусообразной формы с образующими 5, 6, касательные 7 к которым, в продольном сечении, составляют с осью кузова угол γ , °, не превышающий 30° и получения плавного перехода от выпуклой поверхности к вогнутой под заданным углом γ , °, т.е. обеспечить отсутствие скачков градиента давления воздушного потока на передней и задней частях кузова и уменьшение коэффициента аэродинамического сопротивления. Увеличение длин передней 2 и задней 3 частей кузова 1 за границы, указанные в соотношениях (1) и (2), приводит к понижению динамической устойчивости транспортного модуля из-за возникновения, при движении, эффекта "рыскания" больших консолей этих частей кузова.

Длина L_K , м (фиг. 1) кузова 1 и его высота H_1 , м (фиг. 1, 2) в поперечном сечении по линии 10 сопряжения передней 2 части с задней 3 частью кузова 1 связаны соотношением

$$2 \leq L_K / H_1 \leq 20. \quad (3)$$

Оптимальными, для выполнения кузова 1 транспортного модуля, предназначенного для пассажирских перевозок, являются условия, указанные в соотношении (3). При этих условиях достаточно легко реализуются требования, предъявляемые к транспортному модулю с точки зрения эргономики и получения оптимального значения коэффициента аэродинамического сопротивления.

Так, при выбранной высоте кузова 1, 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 кузова, является выбор длины кузова в указанных пределах. Значения, указанные в соотношении (3), позволяют, при обеспечении достаточной комфортности салона, реализовать значительное уменьшение площади фронтальной поверхности кузова транспортного модуля.

Если соотношение (3) будет меньше 2, то невозможно, при сохранении оптимизированных значений коэффициента аэродинамического сопротивления, реализовать требования к форме кузова 1, выдвигаемые с точки зрения эргономики и конкретного предназначения транспортного модуля, что ведёт к дискомфорту находящихся в салоне кузова пассажиров. При выборе параметров модуля из соотношения (3), при котором оно будет меньше 2, в альтернативном случае, увеличение площади сечения кузова 1 ведёт к значительному увеличению аэродинамического сопротивления.

Если соотношение (3) будет больше 20, то это приводит к увеличению площади боковой поверхности и соответственно к увеличению аэродинамического сопротивления транспортного модуля.

Достижение указанного результата обеспечивается также тем, что площадь S_{PZ} , м² (фиг. 1) поперечного сечения кузова 1 по линии 10 сопряжения передней части 2 с задней 3 частью кузова 1 связана с площадью S_P , м² (фиг. 1) поперечного сечения по линии 8 сопряжения поверхностей противоположной кривизны передней 2 части кузова и площадью S_Z , м² (фиг. 1) поперечного сечения по линии 9 сопряжения поверхностей противоположной кривизны задней 3 части кузова 1 следующими соотношениями:

$$1,2 \leq S_{PZ} / S_P \leq 20; \quad (4)$$

$$1,2 \leq S_{PZ} / S_Z \leq 20 \quad (5)$$

и определяет условия оптимального обтекания воздушными потоками кузова 1 транспортного модуля при соблюдении требований к динамической устойчивости и минимизации лобового сопротивления воздушному потоку.

При выполнении кузова 1 со значениями, указанными в соотношениях (4) и (5), удаётся достаточно просто получить оптимальное значение коэффициента аэродинамического сопротивления, учитывая эр-

гономические характеристики и эксплуатационные показатели транспортного модуля.

В случае выбора значения отношений (4) и (5) меньше 1,2 для снижения соответственно лобового сопротивления в передней 2 части кузова 1 и обеспечения плавного схода воздушного потока в задней 3 его части возникает необходимость в удлинении передней 2 и задней 3 частей кузова 1, что понижает динамическую устойчивость транспортного модуля из-за возникновения при движении эффекта "рыскания" больших консолей кузова 1.

При выполнении кузова 1 транспортного модуля с отношениями (4) и (5) больше 20 повышается аэродинамическое сопротивление набегающего потока воздуха в передней 2 части и возникают причины для отрыва воздушного потока при его сходе с задней 3 части кузова 1.

При этом длины передней 2 и задней 3 частей кузова 1 связаны соотношением

$$0,25 \leq L_p/L_z \leq 4, \quad (6)$$

где L_p , м (фиг. 1) - длина передней 2 части кузова 1 от крайней передней точки до линии 10 её сопряжения с задней 3 частью;

L_z , м (фиг. 1) - длина задней 3 части кузова 1 от крайней задней точки до линии 10 её сопряжения с передней 2 частью.

Длины L_p , м, передней 2 и L_z , м, задней 3 частей кузова 1 (фиг. 1) определяются исходя из обеспечения динамической устойчивости транспортного модуля и оптимизации значения коэффициента аэродинамического сопротивления.

Уменьшение длины передней 2 части кузова за границы, определяемые указанным соотношением (6), не позволяет оптимизировать выбор кривизны этой части с точки зрения уменьшения коэффициента аэродинамического сопротивления. Тогда как увеличение её длины за указанные границы приводит к понижению динамической устойчивости транспортного модуля из-за эффекта "рыскания" большой консоли передней 2 части кузова 1.

Уменьшение длины задней 3 части кузова 1 за границы, определяемые указанным соотношением, не позволяет реализовать требования по получению плавного перехода от выпуклой поверхности к вогнутой, т.е. обеспечить отсутствие скачков градиента давления на задней 3 части кузова 1. Тогда как увеличение длины задней 3 части кузова 1 за указанные границы приводит к понижению динамической устойчивости транспортного модуля из-за возникновения, при движении, эффекта «рыскания» большой консоли задней 3 части кузова 1.

Выбор величины соотношения (6) менее 0,25 и более 4 приводит к диспропорции линейных размеров передней 2 и задней 3 частей кузова 1 и соответственно к ухудшению его аэродинамических характеристик.

Указанный результат достигается также и тем, что в высокоскоростном транспортном модуле, содержащем кузов 1 обтекаемой формы с плавно сопряженными между собой передней 2, средней 11 и задней 3 частями (фиг. 3), а также установленные в два ряда в нижней части кузова колёса 4, согласно второму варианту изобретения передняя 2 и задняя 3 части кузова 1 представлены конусообразными с образующими 5, выполненными криволинейными со знакопеременной кривизной или совокупностью прямолинейных и криволинейных участков, расположенных со знакопеременной направленностью. При этом угол γ , °, между осью кузова 1 и касательной 7 к образующей в продольном сечении как передней 2, так и задней 3 части кузова не превышает 30°.

Выполнение передней 2 и задней 3 частей кузова 1 (см. фиг. 3) транспортного модуля конусообразной формы с образующими, имеющими знакопеременную кривизну, при соблюдении требования к величине угла γ , °, как показали результаты аэродинамических испытаний, позволяет, за счёт устранения скачков градиента давления, значительно снизить его коэффициент аэродинамического сопротивления и оптимизировать обтекание кузова набегающим воздушным потоком при различных режимах эксплуатации и конкретного конструктивного исполнения высокоскоростного транспортного модуля.

Так, наличие плавного перехода кривизны образующей передней конусообразной части кузова от отрицательного значения к положительному, т.е. от вогнутой формы к выпуклой, а также наличие плавного перехода кривизны образующей задней конусообразной части кузова от положительного значения к отрицательному, т.е. от выпуклой формы к вогнутой, как показали результаты аэродинамических испытаний, позволяет, практически без увеличения габаритной длины передней 2 и задней 3 частей кузова 1 (фиг. 3), за счёт устранения скачков градиента давления воздушного потока, значительно снизить его коэффициент аэродинамического сопротивления.

При выполнении передней 2 и задней 3 частей кузова 1 (см. фиг. 3) конусообразной формы с образующими 5, 6, касательные 7 к которым, в продольном сечении, составляют с осью кузова 1 угол γ , °, свыше 30°, повышается аэродинамическое сопротивление набегающего потока воздуха в передней 2 части и возникают причины для отрыва воздушного потока при его сходе с задней 3 части кузова 1.

Для транспортного модуля как по первому, так и по второму вариантам изобретения характерно то, что выполнение передней 2 и задней 3 частей кузова 1 (см. фиг. 1, 3) конусообразной формы с образующими 5, 6, касательные 7 к которым, в продольном сечении, составляют с осью кузова 1 угол γ , °, не более 12°, позволяет обеспечить оптимальные значения коэффициента аэродинамического сопротивления

транспортного модуля при сохранении динамической устойчивости транспортного модуля и обеспечении достаточной комфортабельности его салона.

Транспортный модуль по любому из двух вариантов может быть реализован и таким образом, что выполнение передней 2 и задней 3 частей кузова 1 (см. фиг. 1, 3) конусообразной формы с образующими 5, 6, касательные 7 к которым, в продольном сечении, составляют с осью кузова 1 угол γ , °, не более 5°, позволяет обеспечить минимальное значение коэффициента аэродинамического сопротивления при сохранении функциональных свойств транспортного модуля.

Переход на передней 2 и задней 3 частях конусообразных поверхностях от выпуклой формы к вогнутой осуществлен по линиям 8 и 9 (фиг. 1-4) соответственно сопряжения поверхностей противоположной кривизны, положения которых определены исходя из требований по оптимизации обтекания кузова 1 набегающим воздушным потоком при различных режимах его эксплуатации и конкретного конструктивного исполнения.

Причём линия 8 сопряжения поверхностей противоположной кривизны в передней 2 части кузова 1 находится от линии 12 сопряжения передней 2 и средней 11 частей кузова 1 на расстоянии Z_{pp} , м (фиг. 3), ограниченном соотношением

$$0,01 \leq L_{pp}/L_C \leq 0,75, \quad (7)$$

линия 9 сопряжения поверхностей противоположной кривизны в задней части кузова находится от линии 13 сопряжения средней 11 и задней 3 частей кузова на расстоянии L_{pz} , м (фиг. 3), ограниченном соотношением

$$0,01 \leq L_{pz}/L_C \leq 0,75, \quad (8)$$

где L_C , м (фиг. 3) - длина средней 11 части кузова 1 между линиями 12 и 13 сопряжения соответственно передней 2 и задней 3 частей со средней 11 частью кузова 1.

При выполнении кузова 1 со значениями, указанными в соотношениях (7) и (8), удаётся достаточно просто получить оптимальное значение коэффициента аэродинамического сопротивления, учитывая ограничения на габаритную длину транспортного модуля.

Уменьшение расстояния от линии 8 сопряжения поверхностей противоположной кривизны в передней 2 части кузова до линии 12 сопряжения передней 2 и средней 11 частей кузова 1 приведёт к возможности срыва воздушного потока за счёт большого градиента давления при переходе от передней 2 к средней 11 части кузова 1 (фиг. 3). Тогда как увеличение данного расстояния за пределы, определяемые указанным соотношением (7), приведёт к снижению динамической устойчивости транспортного модуля из-за «рыскания» большой конусообразной поверхности передней 2 части кузова 1.

Уменьшение длины передней 2 части кузова 1 за границы, определяемые указанным соотношением (7), не позволяет оптимизировать выбор кривизны передней 2 (лобовой) части кузова 1 с точки зрения уменьшения коэффициента аэродинамического сопротивления.

Уменьшение расстояния от линии сопряжения поверхностей противоположной кривизны в задней 3 части кузова до линии 13 сопряжения задней 3 и средней 11 частей кузова 1 (фиг. 3) приведёт к возможности срыва воздушного потока за счёт большого градиента давления при переходе от средней 11 к задней 3 части кузова 1. Тогда как увеличение данного расстояния за пределы, определяемые указанным соотношением (8), приведёт к снижению динамической устойчивости транспортного модуля из-за «рыскания» большой конусообразной поверхности задней 3 части кузова 1.

Уменьшение длины задней 3 части кузова за границы, определяемые указанным соотношением (8), не позволяет оптимизировать выбор кривизны хвостовой части с точки зрения уменьшения коэффициента аэродинамического сопротивления.

Выбор величины соотношений (7) и (8) менее 0,01 и более 0,75 приводит к диспропорции линейных размеров передней 2, средней 11 и задней 3 частей кузова 1 и соответственно к ухудшению его аэродинамических характеристик.

При этом длина L_K , м, кузова 1 и его максимальная высота H_2 , м (фиг. 3, 4) в средней 11 части (высота кузова в миделевом сечении, по второму варианту изобретения) связаны соотношением

$$1 \leq L_K/H_2 \leq 20. \quad (9)$$

Выполнении кузова 1 со значениями, указанными в соотношении (9), позволяют без особых трудностей обеспечить построение кузова 1 транспортного модуля с необходимыми аэродинамическими обводами.

При выполнении кузова 1 транспортного модуля со значениями в соотношении (9) меньше 1 возникают конструктивные сложности по обеспечению плавного сопряжения передней 2, средней 11 и задней 3 частей кузова 1 (фиг. 3), при условии соблюдения требований к его форме, с точки зрения оптимизации аэродинамических характеристик транспортного модуля.

В случае выполнения кузова 1 транспортного модуля со значениями в соотношении (9) больше 20 ухудшается динамическая устойчивость транспортного модуля из-за «рыскания» больших консолей передней 2 и задней 3 частей кузова 1.

В свою очередь, длина L_C , м, (фиг. 3) средней 11 части кузова 1 соотносится с расстоянием M , м (фиг. 4) между рядами колёс 4 в следующих пределах:

$$1 \leq L_C/M \leq 20. \quad (10)$$

Выбранная форма кузова 1 транспортного модуля, обеспечивающая высокие значения скоростей, выдвигает, в свою очередь, определенные требования по обеспечению его динамической устойчивости.

Так, при выбранном расстоянии M , м, (фиг. 4) между рядами колес 4, выбор длины L_C , м, средней 11 части кузова 1 (фиг. 3), оптимальное значение, приведенное в соотношении (10) позволяет, при движении транспортного модуля, достаточно просто обеспечить необходимое значение его динамической устойчивости при выбранной форме кузова 1.

При выполнении кузова 1 транспортного модуля со значением соотношения (10) меньше 1 возникают чисто конструктивные трудности по реализации формы кузова 1, обеспечивающей плавное обтекание его набегающим воздушным потоком с одновременным обеспечением динамической устойчивости, т.к. требования к оптимальному, с точки зрения коэффициента аэродинамического сопротивления, выполнению кузова 1 приводит к относительному удлинению передней 2 и задней 3 его частей и соответственно к понижению динамической устойчивости транспортного модуля.

При выполнении кузова 1 транспортного модуля со значением соотношения (10) больше 20, с учётом ограничений на его поперечные размеры, при движении с большими скоростями, происходит значительное увеличение аэродинамического сопротивления за счёт чрезмерного увеличения площади боковой поверхности кузова 1.

Длина L_C , м, средней 11 части кузова 1 (фиг. 3) соотносится с длинами передней 2 и задней 3 частей кузова 1 в соответствии с соотношениями

$$0,1 \leq L_P/L_C \leq 0,75; \quad (11)$$

$$0,1 \leq L_Z/L_C \leq 0,75, \quad (12)$$

где, L_P , м - длина передней 2 части кузова 1 от крайней передней точки до линии сопряжения 12 передней 2 части со средней 11 частью кузова 1 (фиг. 3);

L_Z , м - длина части кузова 1 от крайней задней точки кузова 1 до линии 13 сопряжения задней 3 части со средней 11 частью кузова 1 (фиг. 3).

Указанные значения соотношений (11) и (12) позволяют без особых трудностей обеспечить построение кузова 1 транспортного модуля с необходимыми аэродинамическими обводами.

На аэродинамические характеристики транспортного модуля, при его движении с высокой скоростью, значительное влияние оказывают длина L_C , м, средней 11 части кузова 1 расстояния L_P , м, и L_Z , м, на которых расположены соответственно линии 12 сопряжения передней 2 части со средней 11 частью кузова 1 и линии 13 сопряжения задней 3 части со средней 11 частью кузова 1 (фиг. 3).

При выполнении кузова 1 транспортного модуля со значениями соотношений (11) и (12) меньше 0,1 возникают конструктивные сложности по обеспечению плавного сопряжения передней 2, средней 11 и задней 3 частей удлинённого кузова 1, при условии соблюдения требований к его форме, с точки зрения оптимизации аэродинамических характеристик транспортного модуля.

В случае выполнения кузова 1 транспортного модуля со значениями соотношений (11) и (12) больше 0,75 ухудшается динамическая устойчивость транспортного модуля из-за возникновения, при движении, эффекта "рыскания" относительно больших консолей передней 2 и задней 3 частей кузова 1.

Достижение указанного результата по второму варианту изобретения обеспечивается и тем, что площадь S_C , м², максимального поперечного сечения средней 11 части кузова 1 связана с площадью S_P , м², поперечного сечения по линии 8 сопряжения поверхностей противоположной кривизны передней 2 части кузова 1 и площадью S_Z , м², поперечного сечения по линии 9 сопряжения поверхностей противоположной кривизны задней 3 части кузова 1 (фиг. 3) следующими соотношениями:

$$0,05 \leq S_P/S_C \leq 0,9; \quad (13)$$

$$0,05 \leq S_Z/S_C \leq 0,9. \quad (14)$$

Выполнению кузова 1 со значениями, указанными в соотношениях (13) и (14), позволяют без особых трудностей обеспечить построение кузова 1 транспортного модуля с необходимыми аэродинамическими обводами.

Площади S_P , м², и S_Z , м², соответственно максимального поперечного сечения передней 2 и задней 3 частей кузова 1, по отношению к площади S_C , м², максимального поперечного сечения средней 11 части кузова 1 определяют условия оптимального обтекания воздушными потоками кузова 1 при соблюдении требований к динамической устойчивости.

В случае выполнения кузова 1 транспортного модуля со значением соотношений (13) и (14) больше 0,9 и меньше 0,05, меры, предпринимаемые для понижения площади фронтальной поверхности кузова 1, становятся практически неэффективными.

Для транспортного модуля как по первому, так и по второму вариантам изобретения характерно то, что боковые поверхности кузова 1 могут быть выполнены с отрицательной кривизной (фиг. 13), а нижняя поверхность кузова 1 может быть уплощенной (фиг. 7, 8, 9, 10), либо нижняя поверхность кузова 1 может иметь отрицательную (может быть вогнутой) (фиг. 14, 15), или положительную (может быть выпуклой) кривизну (фиг. 1-6, 11, 12).

Целесообразно выполнение верхней поверхности кузова 1 с продольными участками отрицательной кривизны (фиг. 10, 12). Альтернативным видом выполнения нижней и верхней поверхностей кузова 1, при любых вариантах геометрии боковой поверхности кузова, является выполнение нижней и верхней поверхностей кузова 1 с продольными участками отрицательной кривизны этих поверхностей (фиг. 12). Такое исполнение кузова 1 позволяет обеспечить выполнение требований как по значительному уменьшению площади фронтальной поверхности кузова 1 транспортного модуля, так и по обеспечению достаточной комфортности салона кузова при оптимизации эргономических условий по организации посадочных мест и прохода между ними.

На нижней поверхности кузова 1 по любому из двух вариантов изобретения могут быть выполнены два симметричных продольных участка, имеющих отрицательную кривизну поверхности (фиг. 2, 4, 12).

Эти участки имеют значительное влияние на уменьшение сопротивления воздуха движению транспортного модуля. Конкретное место расположения продольных участков с отрицательной кривизной поверхности и их конкретное выполнение определяются решением задачи по уменьшению площади фронтальной поверхности кузова 1, получения оптимального значения коэффициента аэродинамического сопротивления кузова в зоне колесных пар.

При этом линии сопряжения продольных участков, имеющих отрицательную кривизну поверхности, с нижней поверхностью кузова 1 находятся (фиг. 2, 4, 12) на расстоянии a , м, от вертикальной плоскости симметрии кузова, выбираемом из условия

$$0,05 \leq a/H \leq 0,5. \quad (15)$$

Одновременно, линии сопряжения продольных участков, имеющих отрицательную кривизну поверхности, с боковыми поверхностями кузова 1 находятся (фиг. 2, 4, 12) на расстоянии b , м, от нижней поверхности кузова 1, выбираемом из условия

$$0,04 \leq b/H \leq 0,4, \quad (16)$$

где H , м - максимальная высота кузова в поперечном сечении (соответственно H_1 , м - по первому и H_2 , м - по второму варианту изобретения в миделевом сечении средней 11 (фиг. 1-12) части кузова 1). Оптимальным условием для выполнения кузова 1 транспортного модуля, предназначенного для пассажирских перевозок, является решение, обусловленное соотношением параметров модуля, представленных в условиях (15) и (16). При этих соотношениях достаточно легко реализуются требования, предъявляемые к транспортному модулю с точки зрения эргономики и получения оптимального значения коэффициента аэродинамического сопротивления.

Выполнение транспортного модуля с соотношениями (15) и (16) меньше 0,05 и 0,04 соответственно затрудняет размещение колёс 4 в корпусных нишах, что также отрицательно сказывается на аэродинамических характеристиках транспортного модуля при его движении.

Выбор значений в соотношениях (15) и (16) больше соответственно 0,5 и 0,4 представляется нецелесообразным, из-за значительного отклонения от формы кузова, обладающей наименьшим коэффициентом аэродинамического сопротивления.

Для транспортного модуля, по любому из двух вариантов изобретения, на верхней поверхности кузова 1 могут быть выполнены два симметричных продольных участка с отрицательной кривизной поверхности (фиг. 10, 12).

Эти участки имеют существенное влияние на уменьшение сопротивления воздуха движению транспортного модуля и обеспечения эргономических требований по организации посадочных мест и прохода между ними и выбираются исходя из требований по уменьшению площади фронтальной поверхности транспортного модуля при сохранении требований, предъявляемых к транспортному модулю, с точки зрения эргономики.

При этом линии сопряжения продольных участков, имеющих отрицательную кривизну поверхности, с верхней поверхностью кузова 1, находятся на расстоянии c , м (фиг. 10, 12) от вертикальной плоскости оси симметрии кузова, выбираемом из условия

$$0,05 \leq c/H \leq 0,5. \quad (17)$$

Одновременно линии сопряжения продольных участков, имеющих отрицательную кривизну поверхности, с боковыми поверхностями кузова 1 находятся на расстоянии d , м, (фиг. 10, 12) от нижней поверхности кузова, выбираемом из условия

$$0,2 \leq d/H \leq 0,9, \quad (18)$$

где H , м - максимальная высота кузова в поперечном сечении (соответственно H_1 , м, - по первому и H_2 , м - по второму варианту изобретения в миделевом сечении средней 11 (фиг. 6, 8, 10, 12) части кузова 1). В случае выполнения кузова 1 транспортного модуля со значениями отношений (17) и (18) больше соответственно 0,5 и 0,9 и меньше соответственно 0,05 и 0,2 меры, предпринимаемые для понижения площади фронтальной поверхности кузова, при условии одновременного обеспечения эргономических требований по организации в салоне кузова посадочных мест и прохода между ними, становятся неэффективными или несовместимыми.

Выполнение транспортного модуля с отношениями (17) и (18) меньше 0,05 и 0,2 соответственно представляется нецелесообразным из-за недостаточного сокращения площади миделевого сечения, что

отрицательно сказывается на аэродинамических характеристиках транспортного модуля при его движении, или не позволяет обеспечить предъявляемые к транспортному модулю требования с точки зрения эргономики.

Выбор значений в отношениях (17) и (18) больше соответственно 0,5 и 0,9 представляется нецелесообразным из-за значительного отклонения от формы кузова, обладающей наименьшим коэффициентом аэродинамического сопротивления. В противном случае меры, предпринимаемые для понижения площади фронтальной поверхности кузова, становятся практически неэффективными и не позволяют обеспечить эргономических требований по организации посадочных мест и прохода между ними.

Транспортный модуль по любому из двух вариантов может быть реализован таким образом, что образующие поверхности передней 2 и/или задней 3 конусообразных частей кузова 1 в вертикальной плоскости имеют большую степень кривизны, чем в горизонтальной плоскости, причём вершина передней 2 конусообразной части и/или вершина задней 3 конусообразной части кузова 1 выполнена в форме клина, ребро которого образует соответственно переднюю и/или заднюю кромку кузова 1, расположенную в горизонтальной плоскости.

При выполнении образующих передней 2 и/или задней 3 конусообразных части кузова 1 со степенью кривизны в вертикальной плоскости большей, чем в горизонтальной плоскости (фиг. 2, 4), сформированный на клиновидном профиле воздушный поток, набегающий на передний профиль и сходя с задней кромки, оказывает стабилизирующее воздействие на транспортный модуль в вертикальной плоскости по направлению траектории движения.

Транспортный модуль по любому из двух вариантов может быть реализован и таким образом, что образующие поверхности передней 2 и/или задней 3 конусообразных частей кузова 1 в горизонтальной плоскости имеют большую степень кривизны, чем в вертикальной плоскости, причём вершина передней 2 конусообразной части и/или вершина задней 3 конусообразной части кузова 1 выполнена в форме клина, ребро которого образует соответственно переднюю и/или заднюю кромку кузова 1, расположенную в вертикальной плоскости.

При выполнении образующих передней 2 и/или задней 3 конусообразных части кузова 1 со степенью кривизны в горизонтальной плоскости большей, чем в вертикальной плоскости (фиг. 2, 4), сформированный на клиновидном профиле воздушный поток, набегающий на передний профиль и сходя с задней кромки, оказывает стабилизирующее воздействие на транспортный модуль в горизонтальной плоскости по направлению траектории движения.

Для транспортного модуля как по первому, так и по второму вариантам изобретения характерно то, что передняя и/или задняя конусообразные части кузова выполнены в виде усеченных конусов (на рисунках не показана).

Выполнение передней и задней конусообразных частей кузова 1 в виде усеченных конусов (с отсечением острых передней и задней конусообразных частей 2 и 3 кузова 1) позволяет без особых трудностей обеспечить построение транспортного модуля с укороченными консольными свесами передней и задней его частей, что повышает динамическую устойчивость транспортного модуля при движении, исключает возникновение эффекта «рысканья» консолей кузова 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 (миделевого сечения) и коэффициенту аэродинамического сопротивления.

Как показали исследования аэродинамических характеристик масштабных модели высокоскоростных транспортных модулей, которые были проведены в дозвуковой аэродинамической трубе АТ - 11 Петербургского университета, указанные в заявленном изобретении технические параметры транспортных модулей оптимизированы и коррелируют с соответствующими расчётными значениями, полученными при математическом моделировании кузовов высокоскоростных транспортных модулей.

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 Юницкого.

Источники информации.

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

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Высокоскоростной транспортный модуль, содержащий кузов (1) обтекаемой формы с плавно сопряжёнными между собой передней (2) и задней (3) частями, а также установленные в два ряда в нижней части кузова колёса (4), в котором передняя (2) и задняя (3) части кузова выполнены конусообразными с образующими, представленными криволинейными со знакопеременной кривизной или совокупностью прямолинейных и криволинейных участков (5, 6), расположенных со знакопеременной направленностью, при этом угол γ между осью кузова и касательной (7) к образующей в продольном сечении как передней, так и задней части кузова не превышает 30° , причём линия сопряжения (8) поверхностей противоположной кривизны в передней части кузова находится от линии сопряжения (10) передней (2) и задней (3) частей кузова на расстоянии L_{PP} , м, ограниченном соотношением

$$0,05 \leq L_{PP} / L_{PPZ} \leq 0,75,$$

линия сопряжения (9) поверхностей противоположной кривизны в задней части (3) кузова находится от линии сопряжения (10) передней (2) и задней (3) части кузова на расстоянии L_{PZ} , м, ограниченном соотношением

$$0,05 \leq L_{PZ} / L_{PPZ} \leq 0,75,$$

где L_{PPZ} - длина части кузова (1) между линиями сопряжения (8, 9) поверхностей противоположной кривизны в передней (2) и задней (3) частях кузова, м;

а длина L_K , м, кузова (1) и его высота H_1 , м, в поперечном сечении по линии сопряжения (10) передней (2) части с задней (3) частью кузова связаны соотношением

$$2 \leq L_K / H_1 \leq 20.$$

2. Транспортный модуль по п.1, отличающийся тем, что площадь S_{PZ} , м², поперечного сечения кузова по линии сопряжения (10) передней части (2) с задней (3) частью кузова и площадь S_P , м², поперечного сечения по линии сопряжения (8) поверхностей противоположной кривизны в передней части (2) кузова связаны соотношением

$$1,2 \leq S_{PZ} / S_P \leq 20.$$

3. Транспортный модуль по п.1, отличающийся тем, что площадь S_{PZ} , м², поперечного сечения кузова по линии сопряжения (10) передней части (2) с задней частью (3) кузова и площадь S_Z , м², поперечного сечения по линии сопряжения (9) поверхностей противоположной кривизны в задней части (3) кузова связаны соотношением

$$1,2 \leq S_{PZ} / S_Z \leq 20.$$

4. Транспортный модуль по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что длины передней (2) и задней (3) частей кузова (1) связаны соотношением

$$0,25 \leq L_P / L_Z \leq 4,$$

где L_P , м - длина передней части (2) кузова от крайней передней точки до линии сопряжения (10) передней части (2) с задней (3) частью;

L_Z , м - длина задней части (3) кузова от крайней задней точки до линии сопряжения (10) задней части (3) с передней частью (2).

5. Высокоскоростной транспортный модуль, содержащий кузов (1) обтекаемой формы с плавно сопряжёнными между собой передней (2), средней (11) и задней (3) частями, а также установленные в два ряда в нижней части кузова колёса (4), в котором передняя (2) и задняя (3) части кузова выполнены конусообразными с образующими, представленными криволинейными со знакопеременной кривизной или совокупностью прямолинейных и криволинейных участков, расположенных со знакопеременной направленностью, при этом угол γ между осью кузова (1) и касательной (7) к образующей в продольном сечении как передней (2), так и задней (3) части кузова не превышает 30° , причём линия сопряжения (8) поверхностей противоположной кривизны в передней части (2) кузова находится от линии сопряжения (12) передней (2) и средней (11) частей кузова на расстоянии L_{PP} , м, ограниченном соотношением

$$0,01 \leq L_{PP} / L_C \leq 0,75,$$

линия сопряжения (9) поверхностей противоположной кривизны в задней части (3) кузова находится от линии сопряжения (13) средней (11) и задней (3) частей кузова на расстоянии L_{PZ} , м, ограниченном соотношением

$$0,01 \leq L_{PZ} / L_C \leq 0,75,$$

где L_C , м - длина средней части (11) кузова между линиями сопряжения (12, 13) передней (2) и задней (3) частей со средней частью (11) кузова;

а длина L_K , м, кузова (1) и его максимальная высота H_2 , м, в средней части (11) связаны соотношением

$$1 \leq L_K / H_2 \leq 20.$$

6. Транспортный модуль по п.5, отличающийся тем, что длина L_C , м, средней части (11) кузова и расстояние M , м, между рядами колёс (4) связаны соотношением

$$1 \leq L_C/M \leq 20.$$

7. Транспортный модуль по п.5, отличающийся тем, что длины передней (2), средней (11) L_C , м, и задней (3) частей кузова связаны соотношениями

$$0,1 \leq L_P/L_C \leq 0,75;$$

$$0,1 \leq L_Z/L_C \leq 0,75,$$

где L_P , м - длина передней части кузова от крайней передней точки до линии сопряжения (12) передней части (2) со средней частью (11) кузова;

L_Z , м - длина задней части (3) кузова от крайней задней точки кузова (1) до линии сопряжения (13) задней части (3) со средней частью (11) кузова.

8. Транспортный модуль по любому из пп.5-7, отличающийся тем, что площадь S_C , м², максимального поперечного сечения средней (11) части кузова и площадь S_P , м², поперечного сечения по линии (8) сопряжения поверхностей противоположной кривизны в передней (2) части кузова связаны соотношением

$$0,05 \leq S_P/S_C \leq 0,9.$$

9. Транспортный модуль по любому из пп.5-7, отличающийся тем, что площадь S_C , м², максимального поперечного сечения средней части (11) кузова и площадь S_Z , м², поперечного сечения по линии сопряжения (9) поверхностей противоположной кривизны в задней части (3) кузова связаны соотношением

$$0,05 \leq S_Z/S_C \leq 0,9.$$

10. Транспортный модуль по любому из пп.1-9, отличающийся тем, что боковые поверхности кузова выполнены с отрицательной кривизной.

11. Транспортный модуль по любому из пп.1-9, отличающийся тем, что кузов (1) выполнен с уплощенной нижней поверхностью.

12. Транспортный модуль по любому из пп.1-9, отличающийся тем, что нижняя поверхность кузова выполнена с отрицательной кривизной.

13. Транспортный модуль по любому из пп.1-9, отличающийся тем, что нижняя поверхность кузова выполнена с положительной кривизной.

14. Транспортный модуль по любому из пп.1-9, отличающийся тем, что на нижней поверхности кузова выполнены два симметричных продольных участка, имеющих отрицательную кривизну поверхности.

15. Транспортный модуль по п.14, отличающийся тем, что линии сопряжения продольных участков, имеющих отрицательную кривизну поверхности, с нижней поверхностью кузова находятся на расстоянии a , м, от вертикальной плоскости симметрии кузова (1), выбираемом из условия

$$0,05 \leq a/H \leq 0,5,$$

а линии сопряжения продольных участков, имеющих отрицательную кривизну поверхности, с боковыми поверхностями кузова находятся на расстоянии b , м, от нижней поверхности кузова, выбираемом из условия

$$0,04 \leq b/H \leq 0,4,$$

где H , м - максимальная высота кузова (1) в поперечном сечении (соответственно H_1 , м, и H_2 , м, по первому и второму варианту изобретения).

16. Транспортный модуль по любому из пп.1-14, отличающийся тем, что на верхней поверхности кузова выполнено два симметричных продольных участка с отрицательной кривизной поверхности.

17. Транспортный модуль по п.16, отличающийся тем, что линии сопряжения продольных участков, имеющих отрицательную кривизну поверхности, с верхней поверхностью кузова находятся на расстоянии c , м, от вертикальной плоскости оси симметрии кузова (1), выбираемом из условия

$$0,05 \leq c/H \leq 0,5,$$

а линии сопряжения продольных участков, имеющих отрицательную кривизну поверхности, с боковыми поверхностями кузова, находятся на расстоянии d , м, от нижней поверхности кузова, выбираемом из условия

$$0,2 \leq d/H \leq 0,9,$$

где H , м, - максимальная высота кузова (11) в поперечном сечении (соответственно H_1 , м, и H_2 , м, по первому и второму варианту изобретения).

18. Транспортный модуль по п.1 или 5, отличающийся тем, что образующие поверхности передней (2) и/или задней (3) конусообразных частей кузова в вертикальной плоскости имеют большую степень кривизны, чем в горизонтальной плоскости, причём вершина передней (2) конусообразной части и/или вершина задней (3) конусообразной части кузова выполнена в форме клина, ребро которого образует соответственно переднюю и/или заднюю кромку кузова (1), расположенную в горизонтальной плоскости.

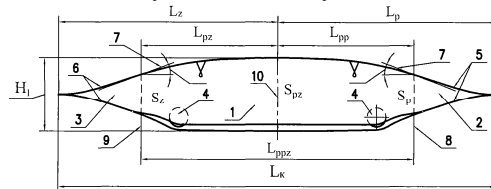
19. Транспортный модуль по п.1 или 5, отличающийся тем, что образующие поверхности передней

(2) и/или задней (3) конусообразных частей кузова в горизонтальной плоскости имеют большую степень кривизны, чем в вертикальной плоскости, причём вершина передней (2) конусообразной части и/или вершина задней (3) конусообразной части кузова выполнена в форме клина, ребро которого образует соответственно переднюю и/или заднюю кромку кузова (1), расположенную в вертикальной плоскости.

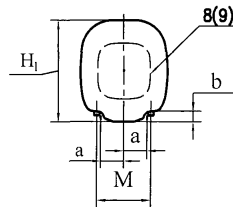
20. Транспортный модуль по п.1 или 5, отличающийся тем, что угол γ между осью кузова (1) и касательной (7) к образующей в продольном сечении как передней (2), так и задней (3) части кузова предпочтительно выполнен не более 12° .

21. Транспортный модуль по п.1 или 5, отличающийся тем, что угол γ между осью кузова (1) и касательной (7) к образующей в продольном сечении как передней (2), так и задней (3) части кузова выполнен не более 5° .

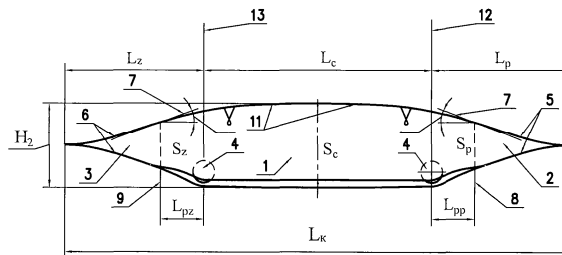
22. Транспортный модуль по п.1 или 5, отличающийся тем, что передняя (2) и/или задняя (3) конусообразные части кузова выполнены в виде усечённых конусов.



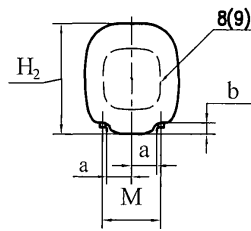
Фиг. 1



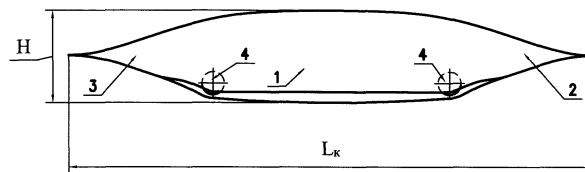
Фиг. 2



Фиг. 3

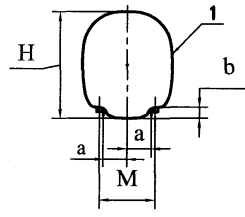


Фиг. 4

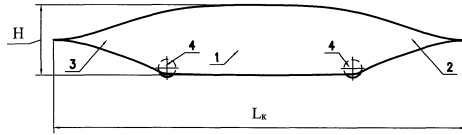


Фиг. 5

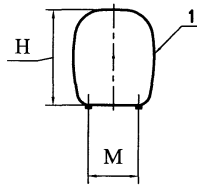
031675



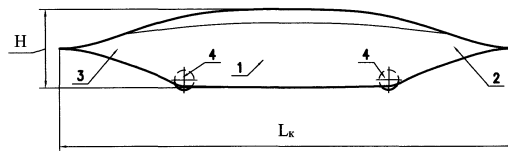
Фиг. 6



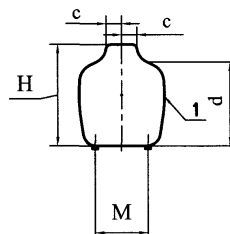
Фиг. 7



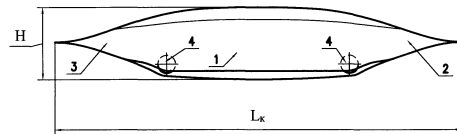
Фиг. 8



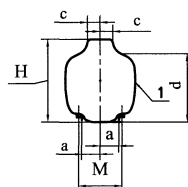
Фиг. 9



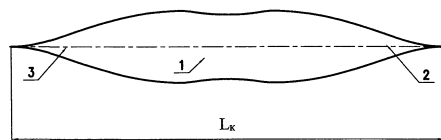
Фиг. 10



Фиг. 11

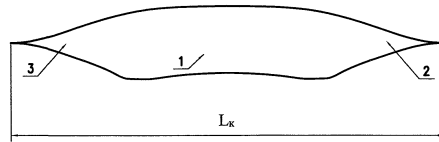


Фиг. 12

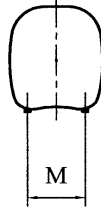


Фиг. 13

031675



Фиг. 14



Фиг. 15



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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