

Изобретение относится к области транспортного машиностроения, а именно к построению транспортных средств с высокими аэродинамическими характеристиками, и может быть использовано в высокоскоростных транспортных системах.

Известно техническое решение, направленное на улучшение аэродинамики транспортных средств за счет выполнения их кузова, по форме максимально приближенного к форме тела вращения (В.-Г. Хуго. "Аэродинамика автомобиля", Москва, Машиностроение, 1987, стр. 32).

Однако в известном техническом решении выполнение требований к улучшению аэродинамики кузова вступает в противоречия с требованиями по его внутренней компоновке, что, в итоге, не позволяет реализовать оптимальное использование внутреннего объема кузова.

Известно также использование кузовов транспортных средств, в которых реализованы рекомендации по оптимизации аэродинамических характеристик за счет приближения их формы к форме тела вращения с одновременным учетом стилистических и эргонометрических требований, предъявляемых к ним именно как к транспортным средствам (В.-Г. Хуго. "Аэродинамика автомобиля", Москва, Машиностроение, 1987, стр. 42).

Однако при известности пути решения задачи реальные условия эксплуатации, когда транспортное средство расположено в непосредственной близости от дорожного полотна, не позволяют добиться минимальных значений коэффициента аэродинамического сопротивления.

Наиболее близким к изобретению является используемый в струнной транспортной системе (Юницкого) высокоскоростной транспортный модуль, содержащий кузов обтекаемой формы с плавно сопряженными между собой сферообразной передней, каплеобразной средней, имеющей уплощенную нижнюю поверхность, и конусообразной задней частями (Журнал "Эврика" № 3, 1998, стр. 53). В нижней части кузова размещены колеса, установленные в два ряда. Движение транспортного модуля обеспечивают установленный в кузове привод с системой управления.

При значениях скоростей в транспортной системе 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 90%. Соответственно мощность привода транспортного средства и его экономичность на 90% и более определяются именно аэродинамическими характеристиками кузова модуля.

Форма кузова известного транспортного модуля не обеспечивает получения минимально возможного значения коэффициента аэродина-

мического сопротивления. Это объясняется тем, что при решенной в нем задаче по оптимальному обтеканию воздухом передней части кузова из-за необходимости соблюдения требований, предъявляемых к габаритной длине транспортного модуля, на задней части его кузова неизбежно происходит отрыв воздушного потока, вызванный невозможностью устранения скачков давления. Кроме того, в известном техническом решении не решена проблема оптимизации выбора площади фронтальной поверхности (миделя) кузова, которая, так же, 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.

В основу изобретения положена задача обеспечения динамической устойчивости транспортного модуля, повышения его энергетических показателей за счет снижения потерь, определяемых его аэродинамическими характеристиками.

Решение поставленной задачи в высокоскоростном транспортном модуле, содержащем кузов обтекаемой формы с сопряженными между собой сферообразной передней, каплеобразной средней, имеющей уплощенную нижнюю поверхность, и конусообразной задней частями, а также установленные в нижней части корпуса в два ряда колеса, связанные с приводом, обеспечивается тем, что он снабжен одним или двумя дополнительными кузовами с конусообразной задней частью, аналогичными первому, и жестко соединенными с ним элементами связи, обеспечивающими воздушные зазоры между боковыми поверхностями кузовов, при этом каждый из двух рядов колес расположен симметрично под крайним кузовом, задняя часть каждого кузова в продольном направлении выполнена знакопеременной кривизны, причем точки линии сопряжения поверхностей разных знаков кривизны задней части каждого из кузовов находятся от линии точек сопряжения средней и задней частей кузова на расстоянии, удовлетворяющем соотношению

$$0,05 \leq \frac{L_5}{L_1} \leq 0,5$$

где L_5 - расстояние от точек линии сопряжения поверхностей задней части кузова с разными знаками кривизны до точек линии сопряжения средней и задней частей кузова, м,

L_1 - длина средней части кузова между точками линии сопряжения поверхностей передней и задней частей кузова с нижней уплощенной поверхностью средней части кузова, м.

Решение задачи достигается также тем, что длина средней части каждого кузова и расстояние между рядами колес удовлетворяют соотношению

$$1 \leq \frac{L_1}{L_2} \leq 10$$

где L_2 - расстояние между рядами колес, м.

Решение достигается также тем, что длины передней, средней и задней частей каждого кузова удовлетворяют условиям

$$0,1 \leq \frac{L_3}{L_1} \leq 0,5$$

$$0,2 \leq \frac{L_4}{L_1} \leq 0,75$$

где L_3 - длина передней части кузова от крайней передней точки до точек линии сопряжения поверхности передней части с нижней уплощенной поверхностью средней части кузова, м;

L_4 - длина задней части кузова от крайней задней точки до точек линии сопряжения поверхности задней части с уплощенной нижней поверхностью средней части кузова, м.

Решение задачи достигается также тем, что площадь максимального поперечного сечения средней части каждого кузова и площадь максимального поперечного сечения задней части того же кузова удовлетворяют соотношению

$$0,2 \leq \frac{S_{\text{задн}}}{S_{\text{сред. макс}}} \leq 0,75$$

где $S_{\text{задн}}$ - площадь максимального поперечного сечения задней части кузова, м^2 ;

$S_{\text{сред. макс}}$ - площадь максимального поперечного сечения средней части кузова, м^2 .

Решение задачи достигается также и тем, что сопряжение между каплеобразной верхней и уплощенной нижней частями каждого кузова выполнено согласно условию

$$0,1 \leq \frac{H_2}{H_1} \leq 0,9$$

где H_1 - максимальная высота верхней части кузова от линии, проходящей через точки кузова с вертикальным положением касательной, м;

H_2 - соответствующая высота нижней части кузова от линии, проходящей через точки кузова с вертикальным положением касательной, м.

Решение задачи достигается также тем, что боковые поверхности средней части каждого кузова выполнены в продольном направлении с отрицательной кривизной.

Решение задачи достигается также тем, что нижняя поверхность средней части каждого кузова выполнена в продольном направлении с отрицательной кривизной.

Решение задачи достигается также тем, что элементы связи между первым и каждым из дополнительных кузовов выполнены в форме аэродинамических профилей.

Выполнение транспортного модуля состоящим из двух или трех жестко связанных между собой кузовов, в крайних из которых установлено по ряду колес, позволяет, не ухудшая аэродинамических характеристик, повысить его динамическую устойчивость. Расположение рядов колес в крайних кузовах в вертикальной плоскости симметрии каждого из них обеспечи-

вает ориентацию плоскости каждого колеса по направлению воздушного потока, что в значительной степени снижает коэффициент аэродинамического сопротивления и позволяет, помимо указанного, увеличить и продольную устойчивость транспортного модуля за счет сдвига места установки колес к передним и задним краям кузовов. При неизменной габаритной длине кузова расстояние между передними и задними колесами, при их указанном расположении в кузовах, может быть увеличено на 10-30%.

Выполнение задней (конусообразной) части кузовов транспортного модуля знакопеременной кривизны позволяет оптимизировать обтекание кузовов модуля набегающим воздушным потоком. Наличие плавного перехода кривизны задней конусообразной части кузовов от положительного значения к отрицательному, т.е. от выпуклой формы к вогнутой, как показали результаты аэродинамических испытаний, позволяет, практически без увеличения габаритной длины задней части кузовов - только за счет устранения скачков давления - значительно снизить их коэффициент аэродинамического сопротивления.

Выбор положения точек линии изменения знака кривизны поверхности задней части кузовов по отношению к точкам линии сопряжения поверхностей средней и задней части каждого кузова, удовлетворяющий условию

$$0,05 \leq \frac{L_3}{L_1} \leq 0,5,$$

определяется требованиями, предъявляемыми к задней части транспортного модуля с точки зрения получения оптимальных аэродинамических характеристик.

Уменьшение расстояния от точек линии изменения знака кривизны поверхности задней части кузова до точек линии сопряжения поверхностей средней и задней части кузова приведет к возможности срыва воздушного потока за счет появления большого градиента давления при переходе потока от средней к задней части кузова. Увеличение же данного расстояния за пределы, определяемые указанным соотношением, приведет к снижению динамической устойчивости транспортного модуля из-за рыскания большой консоли задней части кузова.

Выбор длины средней части каждого кузова и расстояния между рядами колес, исходя из условия

$$1 \leq \frac{L_1}{L_2} \leq 10$$

позволяет, при оптимизированном, с точки зрения аэродинамических характеристик, выполнении кузова транспортного модуля, обеспечивать его динамическую устойчивость на рельсовом пути при высокоскоростном движении.

При уменьшении отношения длины средней части каждого кузова к расстоянию между рядами колес до значения, меньше указанного,

возникают трудности по обеспечению необходимых, с точки зрения аэродинамических характеристик, обводов кузова. При этом соблюдение требований по оптимизации аэродинамических характеристик приводит к относительному удлинению передней и задней частей кузовов и приближению их длин к длине средней части. Как следствие, это ведет к появлению динамической неустойчивости модуля на рельсовом пути. При увеличении значения этого отношения за указанные пределы кузов транспортного модуля «вытягивается» в длину, а форма средней части кузова приближается к цилиндрической, что приводит к увеличению площади боковой поверхности и соответственно к увеличению аэродинамического сопротивления.

Выбор размеров передней, средней и задней частей кузова транспортного модуля из условий

$$0,1 \leq \frac{L_3}{L_1} \leq 0,5$$

$$0,2 \leq \frac{L_4}{L_1} \leq 0,75$$

позволяет, при размещении колес в кузовных нишах оптимизированного по форме транспортного модуля, обеспечить его динамическую устойчивость на рельсовом пути.

Уменьшение длины передней части кузова за границы, определяемые указанным соотношением, не позволяет оптимизировать выбор кривизны их лобовых частей с точки зрения уменьшения коэффициента аэродинамического сопротивления. Увеличение же длины за указанные границы приводит к понижению динамической устойчивости транспортного модуля из-за рыскания большой консоли его передней части.

Уменьшение длины задней части кузовов за границы, определяемые указанным соотношением, не позволяет реализовать требования по получению плавного перехода от выпуклой поверхности к вогнутой, т.е. устранить возможность появления скачков давления на задней части кузова. Увеличение же длины задней части кузовов за указанные границы приводит к понижению динамической устойчивости транспортного модуля из-за рыскания большой консоли его задней части.

Выбор площади максимального поперечного сечения средней части каждого кузова и площади максимального поперечного сечения задней части каждого кузова в соответствии с отношением

$$0,2 \leq \frac{S_{\text{задн}}}{S_{\text{сред. макс}}} \leq 0,75$$

определяется требованиями к получению необходимой кривизны поверхности средней части кузова для его плавного обтекания воздушным потоком. При наличии ограничений на габаритную длину кузова транспортного модуля ука-

занное условие выполнения кривизны поверхности средней части, как показали аэродинамические испытания, является наиболее оптимальным с точки зрения снижения коэффициента аэродинамического сопротивления.

Выбор площади максимального поперечного сечения задней части кузова меньше определяемого указанным выражением приводит к отрыву воздушного потока от кузова и соответственно к ухудшению его аэродинамических характеристик. В случае же выбора площади больше, чем в указанном выражении, ухудшается динамическая устойчивость транспортного модуля из-за рыскания большой консоли задней его части.

Выбор соотношения высот при сопряжении каплеобразной верхней и уплощенной нижней поверхностей средней части каждого кузова из условия

$$0,1 \leq \frac{H_2}{H_1} \leq 0,9$$

позволяет, как показали аэродинамические испытания, при сохранении оптимизированных значений коэффициента аэродинамического сопротивления реализовать требования к форме кузова, выдвигаемые с точки зрения эргономики и конкретного предназначения транспортного модуля.

При выполнении боковых поверхностей средней части каждого кузова транспортного модуля в продольном направлении с отрицательной кривизной их вогнутая форма позволяет, при оптимизации использования внутреннего объема каждого кузова, уменьшить площадь фронтальной поверхности (миделя) кузова и соответственно сопротивление воздуха.

Выполнение нижней поверхности средней части каждого кузова в продольном направлении с отрицательной кривизной позволяет уменьшить максимальную высоту кузова, не изменяя оптимизированного профиля верхней части кузова, что приводит к уменьшению максимальной площади поперечного сечения и соответственно к снижению лобового и бокового аэродинамического сопротивления. Кроме того, в результате указанного выполнения нижней поверхности средняя часть кузова будет как бы приподнята над рельсами и путевой структурой, что, как показали испытания, положительно сказывается как на снижении коэффициента аэродинамического сопротивления, так и на снижении уровня шума при высоких скоростях движения транспортного модуля.

Выполнение элементов связи между кузовами в виде аэродинамических профилей (крыла или антикрыла) позволяет в динамике изменять величину давления транспортного модуля на рельсы путевой структуры.

Сущность изобретения поясняется графическими материалами, где представлены на фиг. 1а - высокоскоростной однокузовной транспортный модуль в трех проекциях;

на фиг. 1б - высокоскоростной транспортный модуль (три проекции) при двухкузовном выполнении корпуса;

на фиг. 1в - высокоскоростной транспортный модуль (три проекции) при трехкузовном выполнении корпуса;

на фиг. 1г - фрагмент транспортного модуля с отрицательной кривизной нижней поверхности средней части кузова (кузовов);

на фиг. 2а, 2б - соответственно однокузовной и двухкузовной транспортные модули с отрицательной кривизной боковых поверхностей средней части кузова (кузовов);

на фиг. 2в - трехкузовной транспортный модуль (три проекции) с отрицательной кривизной боковых поверхностей средней части каждого кузова;

на фиг. 3а, 3б, 3в - формы кузовов транспортного модуля (на примере однокузовного модуля) в зависимости от различных расположений линии, проходящей через точки изменения знака кривизны поверхности задней части кузова (кузовов);

на фиг. 4а, 4б, 4в - формы кузовов транспортного модуля (на примере однокузовного) при среднем и крайних значениях протяженностей его частей - передней, средней и задней;

на фиг. 5а, 5б, 5в - формы кузовов транспортного модуля (на примере однокузовного) при среднем и крайних значениях соотношения максимального поперечного сечения средней и задней частей кузова;

на фиг. 6а, 6б, 6в - кузов высокоскоростного транспортного модуля (на примере однокузовного) при крайних и среднем значениях соотношений максимальных высот при сопряжении каплеобразной верхней и уплощенной нижней поверхности средней части кузова;

на фиг. 7 - транспортный модуль (три проекции) при максимальном удалении друг от друга двух кузовов;

на фиг. 8а, 8б - возможные варианты взаимного расположения кузовов в трехкузовном транспортном модуле.

Высокоскоростной транспортный модуль (фиг. 1а, 1б, 1в) содержит корпус в виде двух кузовов 1 и 1' (фиг. 1б) или трех кузовов 1, 1' и 1'' (фиг. 1в) обтекаемой формы, образованной плавно сопряженными между собой сферообразной передней частью I, каплеобразной средней частью II и конусообразной задней частью III каждого кузова. В нижней части каждого из кузовов 1 и 1' (фиг. 1б) или кузовов 1' и 1'' (фиг. 1в) симметрично его поперечному сечению расположен один ряд колес 2, взаимодействующих с путевой структурой 3. Кузова жестко соединены между собой элементом (элементами) связи 4 в виде аэродинамического профиля - крыла или антикрыла. В кузове 1 или 1' (фиг. 1б) или в кузовах 1' или 1'' (фиг. 1в) размещен привод 5 с блоком 6 системы управления модулем.

Нижняя поверхность 7 средней части II каждого кузова (фиг. 1г), а также боковые поверхности 8 средней части II каждого кузова (фиг. 2б, 2в) выполнены в продольном направлении с отрицательной кривизной.

Все кузова транспортного модуля выполнены по геометрии поверхности подобными между собой. Поэтому описанные геометрии кузовов далее приводятся (для упрощения выкладок) на примере выполнения кузова однокузовного модуля.

Задняя (конусообразная) часть III кузовов 1, 1' и 1'' (фиг. 1б, 1в) выполнена в продольном направлении со знакопеременной кривизной (фиг. 3а, 3б, 3в). Переход от выпуклой формы поверхности к вогнутой осуществлен в точках 10 линии сопряжения. При таком расположении линии сопряжения поверхностей разных знаков кривизны задней части каждого кузова относительно линии сопряжения этой части со средней частью обеспечивается равномерное (без срывов потока) обтекание кузовов модуля.

Длина L_1 средней части II кузова между точками линий сопряжения поверхностей передней I и задней III частей каждого кузова с нижней поверхностью 7 средней части II кузова (фиг. 4а, 4б, 4в), при выбранном расстоянии L_2 между рядами колес 2, определяет динамическую устойчивость транспортного модуля при выбранной форме кузова.

Длины L_3 передней I и L_4 задней III частей каждого кузова определяются, исходя из обеспечения динамической устойчивости транспортного модуля и оптимизации значения коэффициента аэродинамического сопротивления.

Площадь $S_{\text{задн.}}$ максимального поперечного сечения А-А задней части III каждого кузова (фиг. 5а, 5б, 5в) по отношению к площади $S_{\text{средн.макс}}$ максимального поперечного сечения средней части II кузова определяет условия оптимального обтекания воздушными потоками каждого кузова транспортного модуля при соблюдении требований к динамической устойчивости.

Соотношение максимальных значений высот H_1 и H_2 , измеряемых от линии, проходящей через точки 9 и 9' при сопряжении соответственно каплеобразной верхней IIв и уплощенной нижней 7 поверхностей средней (II) части кузова (фиг. 6а, 6б, 6в), определяет минимизацию фронтальной поверхности кузова 1 и оптимизацию коэффициента аэродинамического сопротивления.

Транспортный модуль описан в системе координат, когда он расположен на горизонтальной путевой структуре 3 (т.е. когда низ колес 2 модуля находится в горизонтальной плоскости).

При движении транспортного модуля набегающий воздушный поток равномерно, без отрывов, обтекает сопряженные сферообразную переднюю I и каплеобразную среднюю II части

кузовов 1, 1' и 1" (фиг. 1а, 1б, 1в). При сходе воздушного потока с задней конусообразной части III кузова благодаря выполнению ее со знакопеременной кривизной поверхности обеспечивается плавное (без скачков) изменение давления. Это позволяет избежать отрывов воздушного потока от кузова и соответственно улучшить коэффициент аэродинамического сопротивления транспортного модуля без неоправданного увеличения его габаритной длины.

Выбранная форма кузовов 1, 1' и 1" (фиг. 1б, 1в) транспортного модуля, обеспечивающая высокие значения скоростей в транспортной системе, определяет, в свою очередь, и требования по обеспечению его динамической устойчивости на путевой структуре 3.

Так, при выбранном расстоянии L_2 между рядами колес 2, контактирующих с рельсами путевой структуры 3, выбор длины L_1 средней II части кузова между точками линии сопряжения поверхностей передней I и задней III частей кузова с нижней поверхностью 7 средней II части кузова должен осуществляться из условия

$$1 \leq \frac{L_1}{L_2} \leq 10$$

Оптимальное значение отношения $\frac{L_1}{L_2} = 2,5$ (фиг. 1б, 1в) позволяет при движении транспортного модуля достаточно просто обеспечить его динамическую устойчивость при выбранной форме кузова.

При выполнении кузова транспортного модуля со значением отношения $\frac{L_1}{L_2} < 1$, возникают чисто конструктивные трудности по реализации формы кузова, обеспечивающей плавное обтекание его набегающим воздушным потоком с одновременным обеспечением динамической устойчивости, т.к. требование к оптимальному, с точки зрения коэффициента аэродинамического сопротивления, выполнению кузова приводит к относительному удлинению передней I и задней III его частей и соответственно к понижению динамической устойчивости транспортного модуля.

В случае выполнения кузова транспортного модуля со значением отношения $\frac{L_1}{L_2} > 10$, с учетом ограничений на его поперечные размеры, при движении с большими скоростями, значительную роль начинает играть вырождение средней II части каждого кузова в цилиндр, что приводит к увеличению площади боковой поверхности и соответственно к увеличению аэродинамического сопротивления.

Большое влияние на коэффициент аэродинамического сопротивления транспортного модуля и соответственно на потери, возникающие при указанных скоростях движения, оказывают плавность сопряжения передней I, средней II и задней III частей кузова и выступающие части конструкции, в частности колеса 2, связываю-

щие кузов (и весь модуль) с путевой структурой 3.

Для решения задачи по плавному сопряжению сферообразной передней I, каплеобразной средней II и конусообразной задней III частей каждого кузова, при уже реализованных, с точки зрения оптимизации коэффициента аэродинамического сопротивления, требованиях к форме кузова, в корпусных нишах которого установлены колеса 2, возникает необходимость в определенном выборе размеров L_3 и L_4 соответственно передней II и задней III частей кузова.

Так, расстояние L_3 (фиг. 4а, 4б, 4в) от крайней передней точки кузова 1 до точек линии сопряжения поверхности передней части I с уплощенной нижней 7 поверхностью средней части II кузова и расстояние L_4 от крайней задней точки кузова до точек линии сопряжения поверхности задней III части с уплощенной нижней 7 поверхностью средней II части кузова по отношению к длине L_1 средней части II должны выбираться соответственно из условий

$$0,1 \leq \frac{L_3}{L_1} \leq 0,5$$

$$0,2 \leq \frac{L_4}{L_1} \leq 0,75$$

Средние значения отношений $\frac{L_3}{L_1} = 0,3$ и $\frac{L_4}{L_1} = 0,4$ (фиг. 4а) позволяют без особых трудностей обеспечить построение транспортного модуля с необходимыми аэродинамическими обводами.

При выполнении кузовов транспортного модуля со значениями отношений $\frac{L_3}{L_1} < 0,1$ (фиг. 4б) и $\frac{L_4}{L_1} = 0,2$ (фиг. 4в) возникают конструктивные сложности по обеспечению плавного сопряжения передней I, задней III и средней II частей кузовов 1, 1' и 1" при условии соблюдения требований к их форме, с точки зрения оптимизации аэродинамических характеристик транспортного модуля.

В случае выполнения кузовов транспортного модуля со значениями отношений $\frac{L_3}{L_1} > 0,5$ (фиг. 4в) и $\frac{L_4}{L_1} = 0,75$ (фиг. 4б) ухудшается динамическая устойчивость транспортного модуля из-за рыскания большой консоли соответственно передней I и задней III частей кузовов.

При сходе воздушного потока с задней II части кузовов на аэродинамические характеристики транспортного модуля значительное влияние оказывает расстояние L_5 (фиг. 3а, 3б, 3в), на котором расположены точки 10 линии изменения знака кривизны задней части III кузова от точек линии сопряжения поверхностей средней II и задней III частей кузова. Так, при фиксированных габаритной длине транспортного модуля и соответственно размере L_1 средней части II кузова положение точек 10 на задней части III кузова, через которые проходит указанная линия, определяется условием

$$0,05 \leq \frac{L_2}{L_1} \leq 0,5$$

При среднем значении отношения $\frac{L_2}{L_1} = 0,3$ (фиг. 3а) достаточно просто реализовать требования по обеспечению плавного схода воздушного потока с задней части III кузова I и разумного выбора длины самой задней части III кузова, влияющей на динамическую устойчивость транспортного модуля на путевой структуре 3.

При выполнении кузовов 1, 1' и 1'' транспортного модуля со значениями соотношений $\frac{L_2}{L_1} < 0,05$ (фиг. 3б) становится реальным срыв воздушного потока при переходе от средней части II кузова к его задней части III.

В случае выполнения кузова транспортного модуля со значениями отношений $\frac{L_2}{L_1} > 0,5$ (фиг. 3в), при соблюдении требований к форме его задней части III, с точки зрения оптимизации аэродинамических характеристик, ухудшается динамическая устойчивость транспортного модуля из-за рысканья большой консоли задней части III кузова.

Большое значение на аэродинамические характеристики транспортного модуля при его высокоскоростном движении оказывает величина кривизны верхней поверхности каплеобразной средней части 2 кузова (фиг. 5а, 5б, 5в).

Наиболее оптимальным для получения высоких аэродинамических характеристик, соответствующих каплеобразному профилю, при наличии ограничений на габаритную длину транспортного модуля является условие, когда

$$0,2 \leq \frac{S_{задн}}{S_{сред. макс.}} \leq 0,75$$

При выполнении кузова со значением отношения $\frac{S_{задн}}{S_{сред. макс.}} = 0,5$ (фиг. 5а) удается достаточно просто получить оптимальное значение коэффициента аэродинамического сопротивления, учитывая ограничения на габаритную длину транспортного модуля.

В случае выбора для кузовов значения отношения $\frac{S_{задн}}{S_{сред. макс.}} > 0,75$ (фиг. 5б) для обеспечения плавного схода воздушного потока возникает необходимость в удлинении задней части III каждого кузова, что понижает динамическую устойчивость транспортного модуля из-за рысканья большой консоли задней части III кузова.

При выполнении кузовов транспортного модуля с отношением $\frac{S_{задн}}{S_{сред. макс.}} < 0,2$ (фиг. 5в) возникают причины для отрыва воздушного потока при его сходе с задней части III кузова.

При сопряжении каплеобразной верхней IIв и уплощенной нижней 7 поверхностей средней части II каждого кузова, в зависимости от конкретного предназначения и областей использования, высокоскоростной транспортный модуль может иметь различное соотношение максимальной высоты H_1 верхней части кузова и

соответствующей ей высоты H_2 нижней части кузова, измеряемых от линии, проходящей через точки 9, 9' кузова с вертикальным положением касательной (фиг. 6а, 6б, 6в).

Учитывая, что реально высокоскоростной транспортный модуль может использоваться как для пассажирских перевозок, так и для перевозок грузов различной массы, указанное отношение определяется условием

$$0,1 \leq \frac{H_2}{H_1} \leq 0,9$$

Одним из оптимальных условий для выполнения кузовов транспортного модуля, предназначенного для пассажирских перевозок, представляется отношение $\frac{H_2}{H_1} = 0,5$ (фиг. 6а). При этом условии достаточно легко реализуются требования, предъявляемые к транспортному модулю с точки зрения эргономики и получения оптимального значения коэффициента аэродинамического сопротивления.

Выполнение транспортного модуля (например, для перевозки грузов большой массы) с отношением $\frac{H_2}{H_1} < 0,1$ (фиг. 6б) представляется нецелесообразным из-за значительного отклонения от формы кузова, обладающей наименьшим коэффициентом аэродинамического сопротивления.

Выбор значений отношения $\frac{H_2}{H_1} > 0,9$ (фиг. 6в) затрудняет размещение колес 2 в корпусных нишах крайних кузовов, что также отрицательно сказывается на аэродинамических характеристиках транспортного модуля.

На величину сопротивления воздуха движению транспортного модуля, наряду с коэффициентом аэродинамического сопротивления, большое значение оказывает и площадь его лобовой поверхности (мидель).

Уменьшение площади лобовой поверхности за счет того, что боковые поверхности 8 средней части II кузовов 1, 1' и 1'' (фиг. 2а, 2б, 2в) выполняются с отрицательной кривизной, позволяет оптимизировать использование внутреннего объема каждого кузова транспортного модуля и улучшить аэродинамические характеристики каждого кузова.

Снижению максимальной площади поперечного сечения и соответственно высоты каждого кузова бокового и, частично, лобового аэродинамического сопротивления способствует также выполнение нижней 7 поверхности каждого кузова с отрицательной кривизной (фиг. 1г), т.е. плавно приподнятой над путевой структурой. Вогнутая форма нижней поверхности 7 средней части II кузова при движении транспортного модуля приводит также (как показали аэродинамические испытания) к улучшению коэффициента аэродинамического сопротивления и к снижению уровня шума при высоких скоростях движения транспортного модуля.

При функциональном разделении назначения кузовов транспортного модуля, например при размещении привода 5 и части системы управления 6, например, в кузовах 1' и 1'', а пассажиров - в кузове 1 (фиг. 1в), появляется возможность, за счет уменьшения поперечных размеров кузовов 1' и 1'', уменьшить суммарное аэродинамическое сопротивление транспортного модуля.

Кроме того, выполнение кузовов 1' и 1'' транспортного модуля с отличающимися между собой поперечными размерами (фиг. 1в) позволяет оптимизировать аэродинамическое сопротивление транспортного модуля при разделении функционального назначения кузовов.

Для решения задачи по обеспечению надежного сцепления колес 2 с путевой структурой 3 при высокоскоростном движении транспортного модуля элемент связи 4 между кузовами (фиг. 2б) может быть выполнен в форме антикрыла, обеспечивающего направленную вниз прижимную силу.

В случае предназначения транспортного модуля для перевозки грузов элемент связи 4 между кузовами может быть выполнен в форме крыла, что позволит снизить вертикальную нагрузку на колеса 2 и путевую структуру 3 и, как следствие, понизить их стоимость и увеличить долговечность. При этом кузова могут быть удалены друг от друга максимально (фиг. 7).

Исходя из конкретных требований, определяемых областью использования и условиями эксплуатации, взаимное расположение кузовов 1 и 1', 1'' относительно друг друга по вертикали может принимать различные формы. Так, например, нижние поверхности кузовов могут быть расположены в одной горизонтальной плоскости (фиг. 1б, 1в). Возможно расположение нижних поверхностей кузовов 1' и 1'' в горизонтальной плоскости, лежащей ниже (фиг. 8а) или выше (фиг. 8б) нижней поверхности кузова 1.

Использование изобретения позволит значительно повысить динамическую устойчивость и улучшить аэродинамические характеристики высокоскоростного транспортного модуля, используемого в транспортной системе Юницкого, что в итоге, повысит эксплуатационные и экономические показатели транспортной системы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Высокоскоростной транспортный модуль, содержащий кузов обтекаемой формы с плавно сопряженными между собой сферообразной передней, каплеобразной средней, имеющей уплощенную нижнюю поверхность, и конусообразной задней частями, а также размещенные в его нижней части в два ряда колеса, связанные с приводом, отличающийся тем, что он снабжен одним или двумя дополнительными кузовами с конусообразной задней частью, аналогичными первому кузову и жестко соединен-

ными с ним элементами связи, обеспечивающими воздушные зазоры между боковыми поверхностями кузовов, при этом каждый из двух рядов колес расположен симметрично под крайним кузовом, задняя часть каждого кузова в продольном направлении выполнена знакопеременной кривизны, причем точки линии сопряжения поверхностей разных знаков кривизны задней части каждого кузова находятся от линии точек сопряжения средней и задней частей кузова на расстоянии, удовлетворяющем соотношению

$$0,05 \leq \frac{L_5}{L_1} \leq 0,5$$

где L_5 - расстояние от точек линии сопряжения поверхностей задней части кузова с разными знаками кривизны до точек линии сопряжения средней и задней частей кузова, м;

L_1 - длина средней части кузова между точками линий сопряжения передней и задней частей кузова с нижней уплощенной поверхностью средней части кузова, м.

2. Транспортный модуль по п.1, отличающийся тем, что длина средней части кузова и расстояние между рядами колес удовлетворяют соотношению

$$1 \leq \frac{L_1}{L_2} \leq 10$$

где L_2 - расстояние между рядами колес, м.

3. Транспортный модуль по любому из пп.1, 2, отличающийся тем, что длины передней, средней и задней частей каждого кузова удовлетворяют соотношениям

$$0,1 \leq \frac{L_3}{L_1} \leq 0,5$$

$$0,2 \leq \frac{L_4}{L_1} \leq 0,75$$

где L_3 - длина передней части кузова от крайней передней точки до точек линии сопряжения передней части с уплощенной нижней поверхностью средней части кузова, м;

L_4 - длина задней части кузова от крайней задней точки кузова до точек линии сопряжения задней части с уплощенной нижней поверхностью средней части кузова, м.

4. Транспортный модуль по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что площадь максимального поперечного сечения средней части каждого кузова и площадь максимального поперечного сечения задней части того же кузова удовлетворяют соотношению

$$0,2 \leq \frac{S_{задн}}{S_{ср\ max}} \leq 0,75$$

где $S_{задн}$ - площадь максимального поперечного сечения задней части кузова, м²;

$S_{ср\ max}$ - площадь максимального поперечного сечения средней части кузова, м².

5. Транспортный модуль по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что сопряжение каплеобразной верхней и уплощенной нижней по-

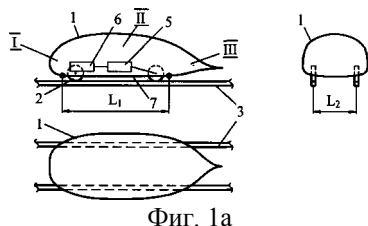
верхностей средних частей каждого из кузовов выполнено согласно условию

$$0,1 \leq \frac{H_2}{H_1} \leq 0,9$$

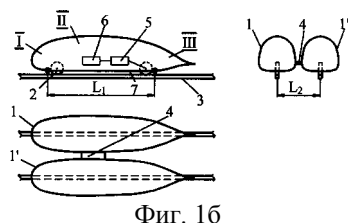
где H_1 - максимальная высота верхней части кузова от линии, проходящей через точки кузова с вертикальным положением касательной, m ;

H_2 - соответствующая высота нижней части кузова от линии, проходящей через точки кузова с вертикальным положением касательной, m .

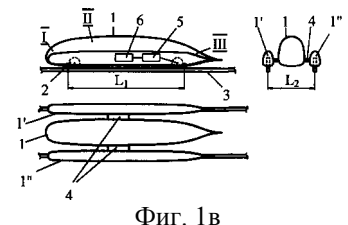
6. Транспортный модуль по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что боковые поверхности средней части каждого кузова выполнены



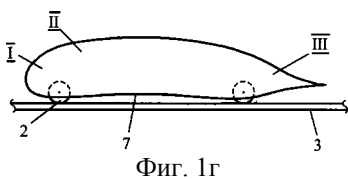
Фиг. 1а



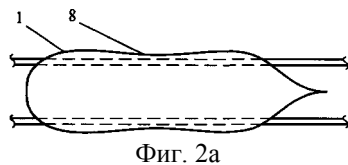
Фиг. 1б



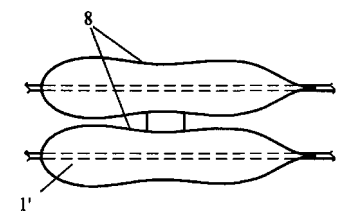
Фиг. 1в



Фиг. 1г



Фиг. 2а

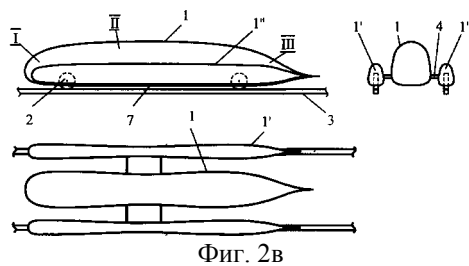


Фиг. 2б

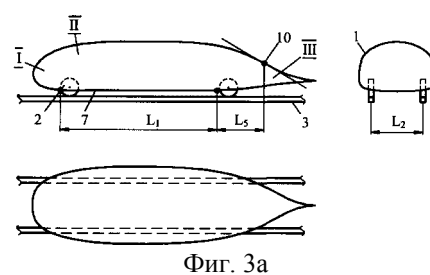
в продольном направлении с отрицательной кривизной.

7. Транспортный модуль по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что нижняя поверхность средней части каждого кузова выполнена в продольном направлении с отрицательной кривизной.

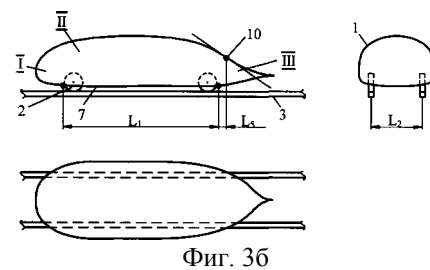
8. Транспортный модуль по любому из пп.2-7, отличающийся тем, что элементы связи между первым и каждым из дополнительных кузовов выполнены в виде аэродинамических профилей.



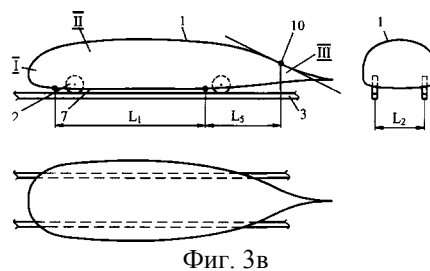
Фиг. 2в



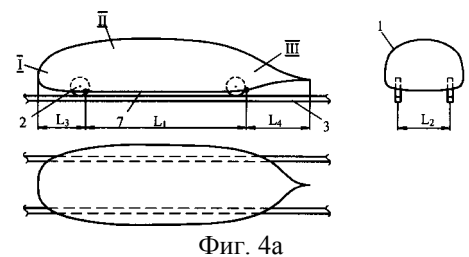
Фиг. 3а



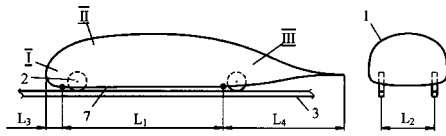
Фиг. 3б



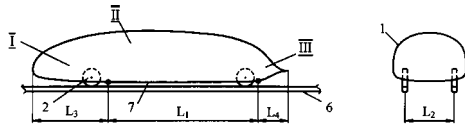
Фиг. 3в



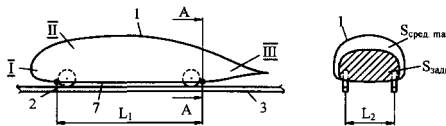
Фиг. 4а



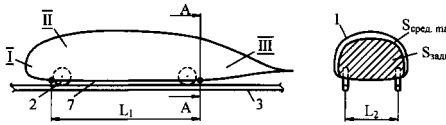
Фиг. 4б



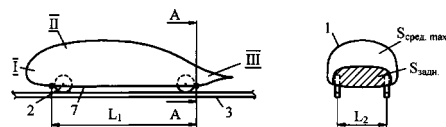
Фиг. 4в



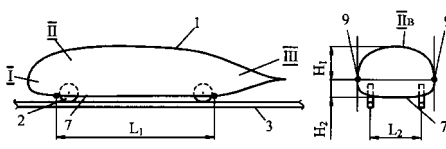
Фиг. 5а



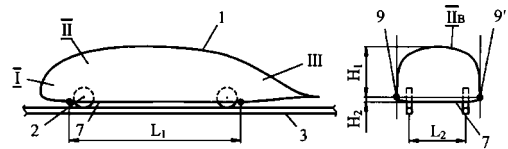
Фиг. 5б



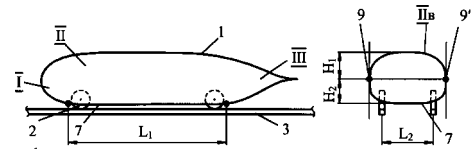
Фиг. 5в



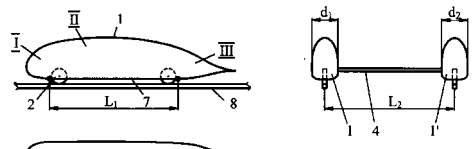
Фиг. 6а



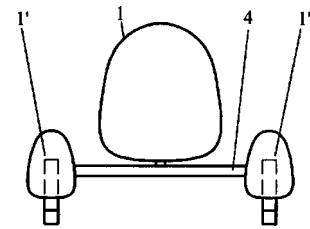
Фиг. 6б



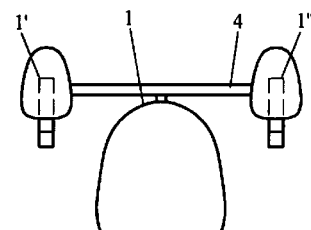
Фиг. 6в



Фиг. 7



Фиг. 8а



Фиг. 8б

