

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 приближенной 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 высокоскоростной транспортный модуль (используемый в струнной транспортной системе Юницкого), 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. 53-55). В нижней части кузова размещены колеса, установленные в два ряда. Движение транспортного модуля обеспечивает установленный в кузове привод с системой управления.

При значениях скоростей в любой 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. Кроме того, при движении транспортного модуля с высокими значениями скоростей воздействие различных внешних фак-

торов вызывает необходимость в стабилизации положения транспортного модуля по траектории его движения.

Форма кузова известного транспортного модуля не обеспечивает получения минимально возможного значения коэффициента аэродинамического сопротивления. Это объясняется тем, что при решении в нем задачи 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 по оптимизации выбора площади фронтальной поверхности (миделя) кузова, который, так же, как и коэффициент аэродинамического сопротивления, напрямую 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 траектории движения приводит его к зависимости от воздействия различных дестабилизирующих внешних причин, например боковых порывов ветра.

В основу изобретения положена задача повышения энергетических показателей транспортного модуля за счет снижения потерь, определяемых его аэродинамическими характеристиками, а также повышения стабильности положения его по траектории движения.

Решение поставленной задачи (результат) в высокоскоростном транспортном модуле, содержащем кузов обтекаемой формы с плавно сопряженными между собой сферообразной передней, каплеобразной средней, имеющей уплощенную нижнюю поверхность, и конусообразной задней частями, а также размещенные в нижней части кузова в два ряда колеса, связанные с приводом, обеспечивается тем, что задняя конусообразная часть кузова в продольном направлении выполнена знакопеременной кривизны, а ее оконечность имеет клиновидный профиль, ребро которого образует заднюю кромку кузова, расположенную горизонтально либо вертикально, при этом длины передней, средней и задней частей 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 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 длина средней части кузова и расстояние между рядами колес удовлетворяют соотношению

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

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

L_2 - расстояние между рядами колес, м.

Решение достигается также тем, что точки линии сопряжения поверхностей задней части кузова, имеющих разные знаки кривизны, находятся от линии точек сопряжения поверхностей средней и задней частей кузова на расстоянии, удовлетворяющем соотношению

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

где L_3 - расстояние от точек линии изменения знака кривизны поверхности задней части кузова до точек линии сопряжения поверхностей средней и задней частей кузова, м.

Решение задачи достигается также тем, что площадь максимального поперечного сечения средней части кузова и площадь максимального поперечного сечения задней части 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, м²;

$S_{\text{сред. макс}}$ - площадь максимального поперечного сечения средней части кузова, м².

Указанный результат достигается также тем, что сопряжение каплеобразной верхней и уплощенной нижней поверхностей средней части 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 обеспечивается и тем, что боковые поверхности средней части кузова выполнены в продольном направлении с отрицательной кривизной, а также тем, что нижняя поверхность средней части кузова выполнена в продольном направлении с отрицательной кривизной.

Выполнение верхней поверхности задней части кузова транспортного модуля знакопеременной кривизны при указанных соотношениях длин его частей позволяет оптимизировать об-

текание кузова набегающим воздушным потоком. Наличие плавного перехода кривизны задней 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 задней части кузова - только за счет устранения скачков давления - значительно снизить коэффициент аэродинамического сопротивления модуля.

Выполнение задней конусообразной части кузова с оконечностью в виде клиновидного профиля, заканчивающейся задней кромкой, ориентированной горизонтально или вертикально, обеспечивает стабилизацию транспортного модуля в поперечном направлении относительно плоскости ориентации клиновидного профиля.

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 повысить энергетические показатели транспортного модуля и обеспечить его динамическую устойчивость на рельсовом пути.

Уменьшение длины передней части кузова за границы, определяемые указанным соотношением, не позволяет оптимизировать выбор кривизны лобовой части 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 передней части кузова.

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

Выбор длины средней части 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 кузова к расстоянию между рядами колес до значения, меньше указанного, возни-

кают 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 кузова, при котором их размер становится соизмеримым с длиной средней части, что, как следствие, вызывает появление динамической неустойчивости, которая при боковых порывах ветра может привести к сходу модуля с рельсового 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 площади боковой поверхности, и соответственно к увеличению аэродинамического сопротивления.

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

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

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

Уменьшение расстояния от точек линии изменения знака кривизны конусообразной 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 от средней к задней части кузова. Увеличение же этого расстояния за пределы, определяемые указанным соотношением, приведет к снижению динамической устойчивости транспортного модуля из-за рыскания большой консоли задней части кузова.

Выбор площади максимального поперечного сечения средней части кузова и площади максимального поперечного сечения задней части 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 указанное 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, меньшей определяемой 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 части кузова.

Выбор соотношения высот при сопряжении каплеобразной верхней и уплощенной нижней поверхностей средней части 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 кузова транспортного модуля с отрицательной кривизной в продольном направлении их вогнутая форма позволяет, при оптимизации использования внутреннего объема кузова, уменьшить площадь его фронтальной поверхности (миделя) и соответственно силу сопротивления воздуха.

Выполнение нижней поверхности средней части кузова с отрицательной кривизной в продольном направлении 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 приподнята над рельсами и путевой структурой, что, как показали испытания, положительно скажется как на снижении коэффициента аэродинамического сопротивления, так и на снижении уровня шума при высоких скоростях движения транспортного модуля.

В зависимости от степени кривизны задней конусообразной части кузова, задняя кромка может быть прямой, вогнутой или выпуклой формы.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где в проекциях представлены

на фиг. 1а, 1б, 1в - высокоскоростной транспортный модуль при среднем и крайних значениях отношений длины средней части кузова к расстоянию между рядами колес;

на фиг. 2а, 2б, 2в - высокоскоростной транспортный модуль при среднем и крайних значениях условий выполнения передней и задней частей кузова;

на фиг. 3а, 3б, 3в - высокоскоростной транспортный модуль при различных местах нахождения линии, проходящей через точки

изменения знака кривизны поверхности задней части кузова;

на фиг. 4а, 4б, 4в - высокоскоростной транспортный модуль при среднем и крайних значениях отношений площади максимального поперечного сечения задней части кузова к площади максимального поперечного сечения средней части кузова;

на фиг. 5а, 5б, 5в - высокоскоростной транспортный модуль при крайних и среднем значениях соотношений максимальных высот при сопряжении каплеобразной верхней и уплощенной нижней поверхности средней части кузова;

на фиг. 6 - высокоскоростной транспортный модуль с отрицательной кривизной боковых поверхностей средней части кузова;

на фиг. 7 - высокоскоростной транспортный модуль с отрицательной кривизной нижней поверхности средней части кузова;

на фиг. 8а, 8б, 8в - высокоскоростной транспортный модуль с оконечностью задней части кузова в виде клиновидного профиля с задней кромкой, ориентированной горизонтально;

на фиг. 9а, 9б, 9в - высокоскоростной транспортный модуль с оконечностью задней части кузова в виде клиновидного профиля с задней кромкой, ориентированной вертикально;

на фиг. 10 - возможный вариант двухкорпусного выполнения высокоскоростного транспортного модуля;

на фиг. 11 - вариант трехкорпусного выполнения высокоскоростного транспортного модуля.

Высокоскоростной транспортный модуль состоит (фиг. 1а, 1б, 1в) из кузова 1 обтекаемой формы с плавным сопряжением между собой сферообразной передней 2, каплеобразной средней 3 и конусообразной задней 4 частями. Нижняя поверхность 5 средней части кузова выполнена уплощенной. В нижней части кузова установлены два ряда колес 7, взаимодействующих с путевой структурой 6. В кузове также размещены привод 8 с системой управления 9.

Длина L_1 средней 3 части кузова, между точками линий сопряжения поверхностей передней 2 и задней 4 частей кузова с нижней поверхностью 5 средней части кузова, при выбранном расстоянии L_2 между рядами колес, определяется, исходя из необходимой динамической устойчивости транспортного модуля при выбранной форме кузова 1.

Длины L_3 передней 2 и L_4 задней 4 частей кузова 1 (фиг. 2а, 2б, 2в) определяются, исходя из обеспечения динамической устойчивости транспортного модуля и оптимизации значения коэффициента аэродинамического сопротивления.

Задняя 4 конусообразная часть кузова 1 выполнена в продольном направлении со знакопеременной кривизной (фиг. 3а, 3б, 3в). Переход от выпуклой формы поверхности к вогнутой

осуществлен в точках 10 линии, положение которой определяется, исходя из требований по оптимизации обтекания кузова 1 набегающим воздушным потоком при различных режимах эксплуатации и конкретного конструктивного его выполнения.

Площадь $S_{\text{задн}}$ максимального поперечного сечения А-А задней 4 части кузова (фиг. 4а, 4б, 4в) по отношению к площади $S_{\text{сред, max}}$ максимального поперечного сечения средней 3 части кузова определяет условия оптимального обтекания воздушными потоками кузова 1 модуля при соблюдении требований к динамической устойчивости.

Соотношение максимальных значений высот H_1 и H_2 , измеряемых от линии, проходящей через точки 11 и 11' при сопряжении соответственно каплеобразной верхней 12 и уплощенной нижней 5 поверхностей средней части 3 кузова (фиг. 5а, 5б, 5в), определяется из требований по минимизации фронтальной поверхности кузова и требований по оптимизации коэффициента аэродинамического сопротивления, а также с учетом требований с точки зрения эргономики, в зависимости от конкретного предназначения транспортного модуля.

Боковые поверхности 13 средней 3 части кузова 1 (фиг. 6), выполненные в продольном направлении с отрицательной кривизной, обеспечивают оптимизированное обтекание кузова 1 набегающими воздушными потоками.

Нижняя поверхность 5 средней 3 части кузова 1 (фиг. 7), выполненная в продольном направлении с отрицательной кривизной, обеспечивает оптимизацию обтекания кузова 1 набегающими воздушными потоками и снижает уровень шума.

Задняя кромка 14, образованная клиновидным профилем оконечности кузова, может быть расположена в горизонтальной (фиг. 8а, 8б, 8в) или вертикальной (фиг. 9а, 9б, 9в) плоскостях и иметь прямую (фиг. 8б, 9б), выпуклую (фиг. 8а, 9а) или вогнутую (фиг. 8в, 9в) форму. При стремлении к бесконечности радиуса кривизны образующей в одной из плоскостей кривизна может вырождаться в прямую линию, определяя максимальную ширину задней кромки 14 (фиг. 8в, 9в).

Транспортный модуль описан в системе координат, когда он размещен на горизонтальной путевой структуре (т.е. когда нижние поверхности его колес расположены в горизонтальной плоскости).

Движение транспортных модулей со скоростями 300 км/ч и выше приводит к тому, что основополагающим фактором, оказывающим влияние на энергетические показатели транспортного модуля, становится его сопротивление набегающему воздушному потоку, величина которого пропорциональна квадрату скорости движения, площади фронтальной поверхности

(миделю) и коэффициенту аэродинамического сопротивления.

При движении транспортного модуля набегающий воздушный поток равномерно, без отрывов, обтекает плавно сопряженные между собой переднюю сферообразную 2 и среднюю каплеобразную 3 части кузова 1 (фиг. 1а, 1б, 1в). При сходе воздушного потока с задней 4 конусообразной части кузова 1 за счет выполнения ее образующей в продольном направлении со знакопеременной кривизной обеспечивается плавное (без скачков) изменение давления. Это позволяет избежать отрывов воздушного потока от кузова 1 и, соответственно, улучшить коэффициент аэродинамического сопротивления транспортного модуля без неоправданного увеличения его габаритной длины.

Одновременно при выполнении образующих задней 4 части кузова 1 с оконечностью в виде клиновидного профиля с горизонтальной или вертикальной задней кромкой (фиг. 8а, 8б, 8в, 9а, 9б, 9в) сформированный на клиновидном профиле воздушный поток, сходя с задней кромки 14, оказывает стабилизирующее воздействие на транспортный модуль в одной из ортогональных плоскостей (линия пересечения которых совпадает с траекторией движения).

Выбранная форма кузова 1 транспортного модуля, обеспечивающая высокие значения развиваемых им скоростей, определяет, в свою очередь, и требования по обеспечению динамической устойчивости модуля на путевой структуре 6.

Так, при выбранном расстоянии L_2 между рядами колес 7, взаимодействующими с рельсами путевой структуры 6, выбор длины L_1 средней 3 части кузова 1 между точками линий сопряжения поверхностей передней 2 и задней 4 частей кузова с нижней поверхностью 5 средней 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. 1а) 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 отношения меньшим, чем $\frac{L_1}{L_2} = 1$ (фиг. 1б), возникают чисто конструктивные трудности по реализации формы кузова, 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 приводит к относительному удлинению передней 2 и задней 4 его частей и соответственно к понижению динамической устойчивости транспортного модуля.

В случае выполнения кузова 1 транспортного модуля со значением отношения большим, чем $\frac{L_1}{L_2} = 10$ (фиг. 1в), с учетом ограничений на его поперечные размеры, при движении с большими скоростями, значительную роль начинает играть вырождение средней 3 части 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 2, средней 3 и задней 4 частей кузова и выступающие части конструкции, в частности колеса 7, связывающие кузов с путевой структурой 6.

Для решения задачи по плавному сопряжению сферообразной передней 2, каплеобразной средней 3 и конусообразной задней 4 частей корпуса 1 при уже реализованных, с точки зрения оптимизации коэффициента аэродинамического сопротивления, требованиях к форме кузова, в корпусных нишах по краям средней 3 части которого установлены колеса 7, возникает необходимость в определенном выборе размеров L_3 и L_4 соответственно передней 2 и задней 4 частей кузова 1.

Так, расстояние L_3 (фиг. 2а, 2б, 2в) от крайней передней точки кузова 1 до точек линии сопряжения поверхности передней 2 части с нижней 5 уплощенной поверхностью средней 3 части кузова 1 и расстояние L_4 от крайней задней точки кузова до точек линии сопряжения поверхности задней 4 части с уплощенной нижней 5 поверхностью средней 3 части кузова 1 по отношению к длине L_1 средней 3 части 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. 2а) позволяют без особых трудностей обеспечить построение кузова 1 транспортного модуля с необходимыми аэродинамическими обводами.

При выполнении кузова 1 транспортного модуля со значениями отношений меньше, чем $\frac{L_3}{L_1} = 0,1$ (фиг. 2б) и $\frac{L_4}{L_1} = 0,2$ (фиг. 2в), возникают конструктивные сложности по обеспечению плавного сопряжения передней 2, задней 4 и средней 3 частей 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 отношений больше, чем $\frac{L_3}{L_1} = 0,5$ (фиг. 2в) и $\frac{L_4}{L_1} = 0,75$ (фиг. 2б), ухудша-

ется динамическая устойчивость транспортного модуля из-за рыскания большой консоли передней 2 и задней 4 частей кузова 1.

При сходе воздушного потока с задней 4 части кузова 1 на аэродинамические характеристики транспортного модуля, при его движении с высокой скоростью, значительное влияние оказывает расстояние L_5 (фиг. 3а, 3б, 3в), на котором расположены точки 10 линии изменения знака кривизны поверхности задней 4 части кузова 1 от точек линии сопряжения поверхностей средней 3 и задней 4 частей кузова. Так, при фиксированных габаритной длине транспортного модуля и соответственно размере L_1 средней 3 части кузова положение точек 10 на задней 4 части кузова, через которые проходит указанная линия, определяется условием

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

При среднем значении отношения $\frac{L_5}{L_1} = 0,3$ (фиг. 3а) достаточно просто реализовать требования по обеспечению плавного схода воздушного потока с задней 4 части кузова 1 и разумного выбора длины самой задней 4 части, влияющей на динамическую устойчивость транспортного модуля на путевой структуре 6.

При выполнении кузова 1 транспортного модуля со значениями соотношений меньше, чем $\frac{L_5}{L_1} = 0,05$ (фиг. 3б), становится реальным срыв воздушного потока при переходе от средней 3 части кузова 1 к его задней 4 части.

В случае выполнения кузова 1 транспортного модуля со значениями отношений больше, чем $\frac{L_5}{L_1} = 0,5$ (фиг. 3в), при соблюдении требований к форме задней 4 части, с точки зрения оптимизации аэродинамических характеристик, ухудшается динамическая устойчивость транспортного модуля из-за рыскания большой консоли задней 4 части кузова.

Большое значение на аэродинамические характеристики транспортного модуля (при его высокоскоростном движении) оказывает величина кривизны верхней каплеобразной 12 поверхности средней 3 части кузова 1 (фиг. 4а, 4б, 4в).

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 1 со значением отношения $\frac{S_{задн}}{S_{сред. макс.}} = 0,5$ (фиг. 4а) удастся достаточно просто получить оптимальное значение коэффициента аэродинамического сопротивления, учитывая ограничения на габаритную длину транспортного модуля.

В случае выбора значения отношения больше, чем $\frac{S_{задн}}{S_{сред. макс.}} = 0,75$ (фиг. 4б), для обеспечения плавного схода воздушного потока возникает необходимость в удлинении задней 4 части кузова 1, что понижает динамическую устойчивость транспортного модуля из-за рыскания большой консоли задней 4 части кузова.

При выполнении кузова 1 транспортного модуля с отношением меньше $\frac{S_{задн}}{S_{сред. макс.}} = 0,2$ (фиг. 4в) возникают причины для отрыва воздушного потока.

В зависимости от конкретного предназначения и областей использования высокоскоростной транспортный модуль может иметь различное соотношение максимальной высоты H_1 верхней части кузова 1 и соответствующей ей высоты H_2 нижней части от линии, проходящей через точки 11 и 11' кузова с вертикальным положением касательной (фиг. 5а, 5б, 5 в).

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 кузова 1 транспортного модуля, предназначенного для пассажирских перевозок, представляется $\frac{H_2}{H_1} = 0,5$ (фиг. 5а). 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 меньше $\frac{H_2}{H_1} = 0,1$ (фиг. 5б) представляется нецелесообразным из-за значительного отклонения от формы кузова, обладающей наименьшим коэффициентом аэродинамического сопротивления.

Выбор значений отношения больше $\frac{H_2}{H_1} = 0,9$ (фиг. 5в) затрудняет размещение колес 7 в корпусных нишах, 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 фронтальной поверхности (мидель).

Для уменьшения площади лобовой поверхности и соответственно улучшения аэродинамических характеристик боковые поверхности 13 средней 3 части кузова 1 (фиг. 6) выполняются в продольном направлении с отрицательной кривизной, что одновременно позволя-

ет оптимизировать использование внутреннего объема кузова транспортного модуля.

Снижению максимальной площади поперечного сечения, и соответственно высоты кузова 1, лобового и, частично, бокового аэродинамического сопротивления, способствует также выполнение нижней 5 поверхности кузова в продольном направлении с отрицательной кривизной (фиг. 7), т.е. приподнятой над путевой структурой.

Вогнутая форма нижней поверхности 5 средней части 3 кузова 1 при движении транспортного модуля приводит также (как показали аэродинамического испытания) к улучшению коэффициента аэродинамического сопротивления и к снижению уровня шума при высоких скоростях движения транспортного модуля.

Выполнение оконечности задней 4 части кузова 1 в виде клиновидного профиля с горизонтальной (фиг. 8а, 8б, 8в) или вертикальной (фиг. 9а, 9б, 9в) задней кромкой обеспечивает стабилизацию транспортного модуля в одной из плоскостей по направлению траектории движения.

В случае необходимости транспортный модуль может быть выполнен (фиг. 10, 11) состоящим из двух и трех кузовов, имеющих аналогичную форму.

Использование изобретения позволит значительно снизить влияние дестабилизирующих факторов и улучшить аэродинамические характеристики высокоскоростного транспортного модуля, что, в итоге, повысит энергетические и соответственно экономические показатели всей 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 установленные в нижней части кузова в два ряда колеса, связанные с приводом, отличающийся тем, что задняя конусообразная часть кузова в продольном направлении выполнена знакопеременной кривизны, а ее оконечность имеет клиновидный профиль, ребро которого образует заднюю кромку кузова, расположенную горизонтально либо вертикально, при этом длины передней, средней и задней частей кузова удовлетворяют соотношениям

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

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

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.

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_1 - длина средней части кузова между точками линий сопряжения передней и задней частей с нижней уплощенной поверхностью средней части кузова, м;

L_2 - расстояние между рядами колес, м.

3. Транспортный модуль по любому из пп.1, 2, отличающийся тем, что точки линии сопряжения поверхностей задней части кузова, имеющих разные знаки кривизны, находятся от линии точек сопряжения поверхностей 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 конусообразных поверхностей задней части кузова с разными знаками кривизны до точек линии сопряжения средней и задней частей кузова, м.

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

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

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

$S_{ср.макс}$ - 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 поверхностей средней части кузова выполнено согласно условию

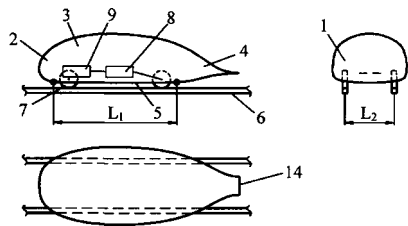
$$0,1 \leq \frac{H_2}{H_1} \leq 0,9$$

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

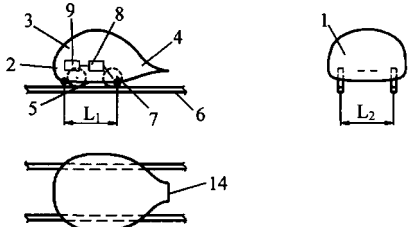
H_2 - соответствующая высота нижней части кузова от линии, проходящей через точки кузова с вертикальным положением касательной, м.

6. Транспортный модуль по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что боковые поверхности средней части кузова выполнены в продольном направлении с отрицательной кривизной.

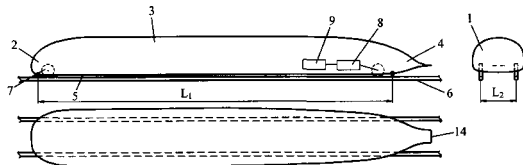
7. Транспортный модуль по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что нижняя поверхность средней части кузова выполнена в продольном направлении с отрицательной кривизной.



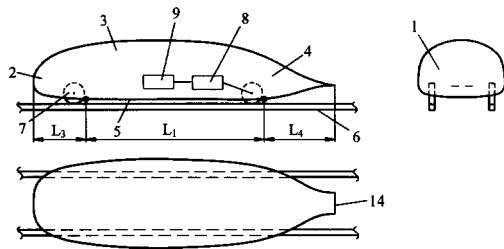
Фиг. 1а



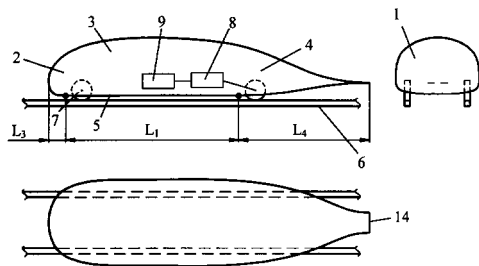
Фиг. 1б



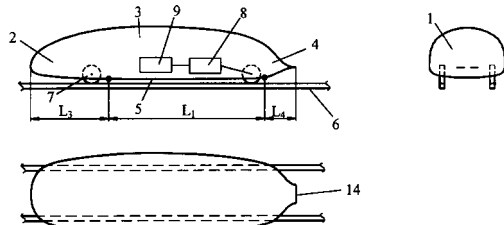
Фиг. 1в



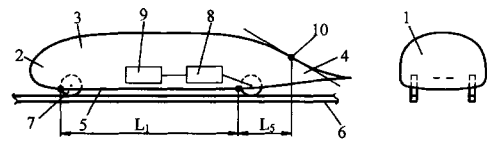
Фиг. 2а



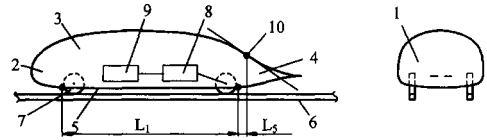
Фиг. 2б



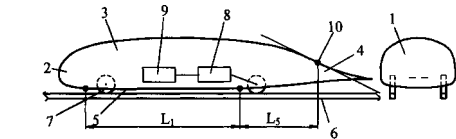
Фиг. 2в



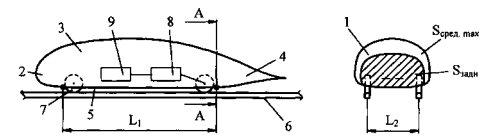
Фиг. 3а



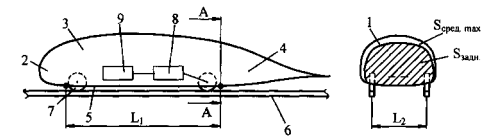
Фиг. 3б



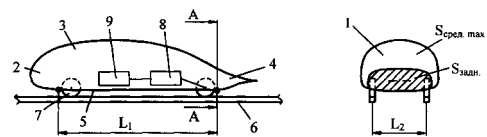
Фиг. 3в



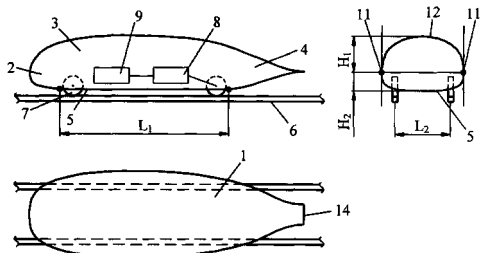
Фиг. 4а



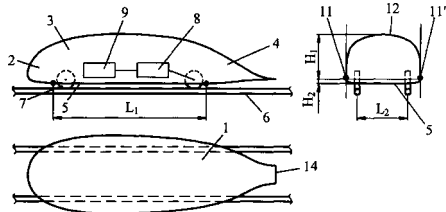
Фиг. 4б



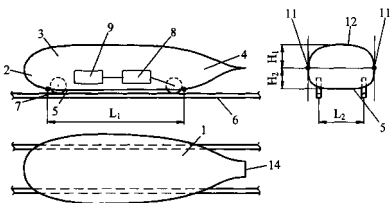
Фиг. 4в



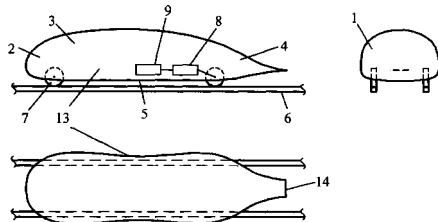
Фиг. 5а



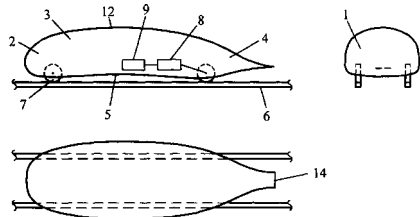
Фиг. 5б



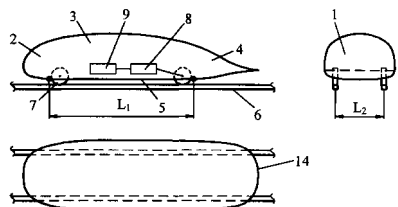
Фиг. 5в



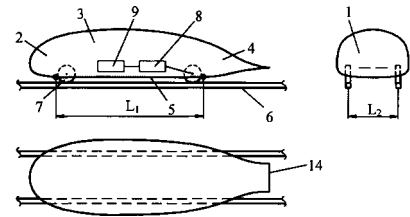
Фиг. 6



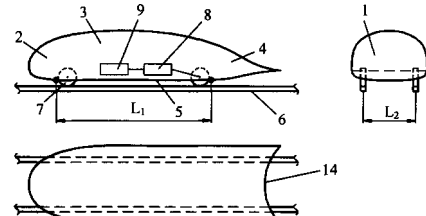
Фиг. 7



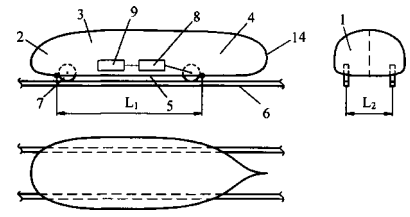
Фиг. 8а



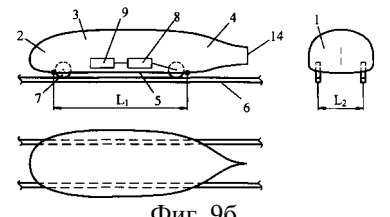
Фиг. 8б



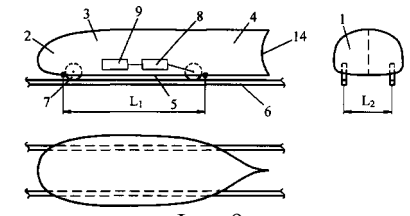
Фиг. 8в



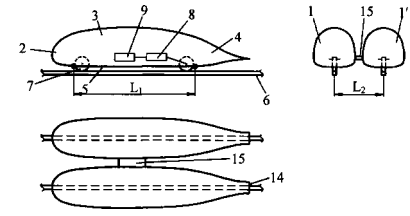
Фиг. 9а



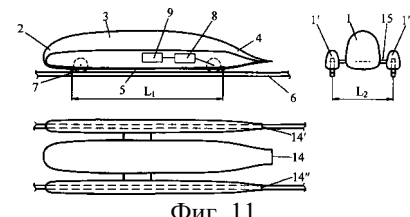
Фиг. 9б



Фиг. 9в



Фиг. 10



Фиг. 11

