



(51) МПК
B61B 13/08 (2006.01)
B61B 13/10 (2006.01)
B60V 3/04 (2006.01)
B60L 13/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B61B 13/08 (2019.02); B61B 13/10 (2019.02); B60V 3/04 (2019.02); B60L 13/00 (2019.02)

(21)(22) Заявка: 2018110787, 26.03.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.03.2018

Дата регистрации:
28.08.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.03.2018

(45) Опубликовано: 28.08.2019 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

352394, Краснодарский край, г. Кротоккин, ул.
Красная, 260, кв. 299, Болотову Роберту
Александровичу

(72) Автор(ы):

Болотов Роберт Александрович (RU),
Черепанова Людмила Ивановна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Болотов Роберт Александрович (RU),
Черепанова Людмила Ивановна (RU)

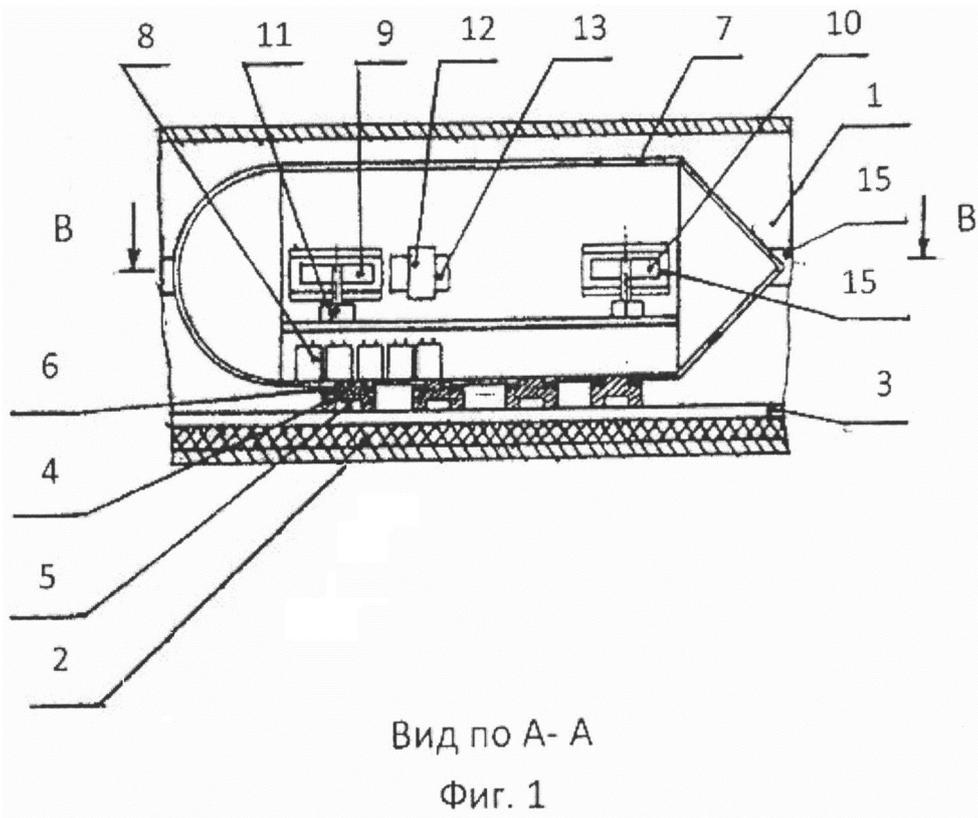
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2296683 C2, 10.07.2007. RU
2252880 C2, 27.05.2005. RU 2025320 C1,
30.12.1994. WO 2016/197031 A1, 08.12.2016.

(54) ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области дорожного транспорта и может быть использовано для перемещения людей и грузов. Транспортная система содержит герметичный туннель, газовый компрессор и вагон с герметичной пассажирской камерой. Герметичный туннель заполнен газом низкой плотности, в туннеле установлены лист и плиты. Корпус вагона содержит аккумуляторы, электродвигатели, катушки и сердечники электромагнитов и выполнен с приводными и

опорными колесами. Якоря электромагнитов установлены на вертикальных стенках туннеля с зазором относительно сердечников электромагнитов и взаимодействуют с приводными и опорными колесами по их контактной поверхности. В результате обеспечивается высокая надежность и безопасность работы транспортной системы. 2 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B61B 13/08 (2006.01)
B61B 13/10 (2006.01)
B60V 3/04 (2006.01)
B60L 13/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B61B 13/08 (2019.02); B61B 13/10 (2019.02); B60V 3/04 (2019.02); B60L 13/00 (2019.02)

(21)(22) Application: **2018110787, 26.03.2018**

(24) Effective date for property rights:
26.03.2018

Registration date:
28.08.2019

Priority:

(22) Date of filing: **26.03.2018**

(45) Date of publication: **28.08.2019** Bull. № 25

Mail address:

**352394, Krasnodarskij kraj, g. Kropotkin, ul.
Krasnaya, 260, kv. 299, Bolotovu Robertu
Aleksandrovichu**

(72) Inventor(s):

**Bolotov Robert Aleksandrovich (RU),
Cherepanova Lyudmila Ivanovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Bolotov Robert Aleksandrovich (RU),
Cherepanova Lyudmila Ivanovna (RU)**

(54) **TRANSPORT SYSTEM**

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: invention relates to road transport and can be used for movement of people and cargoes. Transport system comprises sealed tunnel, gas compressor and car with sealed passenger chamber. Sealed tunnel is filled with low density gas, sheet and plates are installed in tunnel. Car body contains accumulators, electric motors, coils and cores of

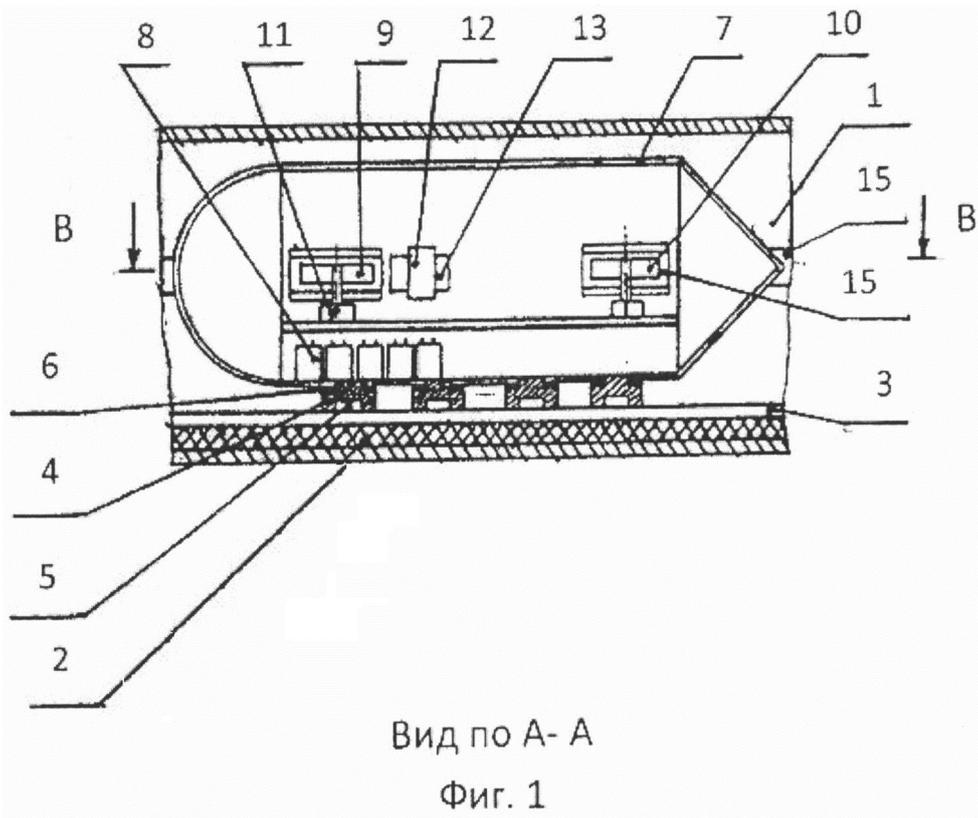
electromagnets and is made with drive and support wheels. Electromagnets armatures are installed on vertical walls of the tunnel with a gap relative to cores of electromagnets and interact with drive and support wheels on their contact surface.

EFFECT: high reliability and safety of transport system operation.

1 cl, 2 dwg

RU 2 698 650 C1

RU 2 698 650 C1



Транспортная система

Предлагаемое изобретение относится к области дорожного транспорта и может быть использовано для перемещения людей и грузов.

Известно устройство Илона Маска (Краузова Е. Кнут Зауэр: «Физика в основе Нурелоор не космически сложная» (рус.) // Forbes: журнал. - 2 июня 2016.) - прототип. Устройство содержит вакуумный туннель с установленным в нем линейным статором асинхронного двигателя, а якорь асинхронного линейного двигателя расположен в грузовой капсуле. В капсуле установлен вентилятор, который обеспечивает левитацию капсулы относительно туннеля.

10 Данное устройство имеет ряд существенных недостатков:

- высокая стоимость одного километра колеи, которая сопоставима с проходкой километра туннеля метро закрытым способом;

- низкую надежность вакуумного туннеля, который может быть разрушен внешним давлением воздуха или случайным ударом;

15 - воздушная левитация не дает надежной пространственной ориентации капсулы, она может привести к вращению капсулы, относительно оси.

Задачей предполагаемого изобретения является снижение стоимости устройства, обеспечение высокой надежности и безопасности в работе.

Развитие задачи заключается в том, что герметичный туннель заполнен газом низкой 20 плотности, в туннеле установлен лист и плиты, корпус вагона содержит аккумуляторы, электродвигатели, катушки и сердечники электромагнитов, и выполнен с приводными и опорными колесами, причем якоря электромагнитов установлены на вертикальных стенках туннеля с зазором относительно сердечников электромагнитов и взаимодействуют с приводными и опорными колесами по их контактной поверхности.

25 Предлагаемое устройство представлено на фигуре 1 и фигуре 2. На фигуре 1 изображен разрез по А-А, а на фигуре 2 разрез по В-В. Оно содержит туннель 1 заполненный газом низкой плотности под атмосферным давлением, например, гелием. В туннеле 1 установлено полотно дороги 2 с закрепленным стальным листом 3. На стальном листе 3 установлены плиты 4, которые содержат полость 5 соединенную с 30 компрессором. На плитах 4 установлены пружины 6 выполненные, например, из полиуретана. На пружинах 6 установлен, обтекаемой формы в виде капли, корпус вагона 7. В корпусе вагона 7 установлены аккумуляторный блок 8, приводные колеса 9, опорные колеса 10, электрические двигатели 11, герметичная пассажирская камера с емкостями сжатого воздуха для пассажиров и электрические магниты. Электрический 35 магнит содержит катушку 12, сердечник 13 с высокой остаточной индукцией, газовый зазор 14 и якорь 15. Якорь 15 установлен на обеих вертикальных стенках туннеля 1 с зазором относительно сердечников 13.

Контактная поверхность 16 приводного колеса 9 и опорного колеса 10 имеет форму шарового слоя и установлена на якоре 15.

40 Устройство работает следующим образом. В герметичный туннель 1 после откачки воздуха закачивают технический гелий до атмосферного давления. Плотность гелия равна при нормальных условиях $0,179 \text{ кг/м}^3$. Воздух плотностью $0,179 \text{ кг/м}^3$ существует на высоте около 20 км. Замена воздуха на гелий позволит снизить затраты энергии на перемещение корпуса вагона 7 в 7,2 раза. Затем от компрессора в полость 5 плит 4 45 подается сжатый гелий. Сжатый гелий в полости 5 создает гидростатическое давление на площади листа 3 ограниченного периметром полости 5. Созданное гелием давление индуцирует силу равную весу всего устройства и создает газовый зазор между листом 3 и плитами 4. Высота газового зазора регулируется давлением и расходом гелия через

полученную щель. Сила трения в зазоре между листом 3 и плитой 4 при движении корпуса вагона 7, равна:

$$F_1 = \tau w f / \Delta$$

где τ - динамическая вязкость гелия; w - скорость корпуса вагона 7;

5 Δ - зазор между плитой 4 и листом 3; f - площадь зазора плит 4 относительно листа 3.

Затем на катушки 12 подается прямой короткий импульс тока от аккумуляторного блока 8. В результате в магнитной цепи, состоящей из стального сердечника 13, зазора 14 и якоря 15 создается остаточное магнитное поле, которое индуцирует магнитную 10 силу, прижимающую приводные колеса 9 с контактной поверхностью 16 к якорю 15. Согласно формуле Максвелла магнитная сила пропорциональна квадрату магнитной индукции, площади сердечника 13 и обратно пропорциональна магнитной постоянной. В результате сила, прижимающая приводные колеса 9 к якорю 15 равна:

$$15 \quad F_2 = B^2 f_2 / \mu_0$$

где B - остаточная индукция в сердечнике 13 и зазоре 14;

f_2 - площадь сердечника 13; μ_0 - магнитная постоянная.

Сила F_2 создает контактное давление между закаленной контактной поверхностью 16 приводного колеса 9 и закаленной поверхностью плоского якоря 15. Наибольшее 20 контактное давление созданное силой F_2 не должно превышать допустимого давления для выбранных сталей, например, для хромистых сталей оно не должно превышать 30000 кгс/см². Известно, что наибольшее контактное давление для контактной поверхности 16, имеющей форму шарового слоя, с плоскостью якоря 15 равно:

$$25 \quad P_{\text{MAX}} = 0,5(6F_2/R_0^2 \Theta^2)^{1/3}$$

где R_0 - радиус шарового слоя контактной поверхности 16;

Θ - упругая постоянная материалов соприкасающихся тел;

30 После включения электрических магнитов включаются электрические двигатели 11, которые начинают вращать приводные колеса 9 и двигать корпус вагона 7. Движение осуществляется за счет фрикционной передачи между контактной поверхностью 16, имеющей форму шарового слоя, и установленным на вертикальной стенке туннеля 1 якорем 15.

Используемая конструкция имеет контакт в виде окружности, который практически 35 не зависит от пространственной ориентации якоря 15. Такое фрикционное зацепление с большим радиусом R_0 позволит исключить пластическое скольжение и значительно снизит геометрическое скольжение, что повысит коэффициент полезного действия и исключит задиры и износ контактирующих поверхностей. При движении корпуса вагона 7 на его лобовую поверхность начинает действовать сила ветра, которая 40 пропорциональна коэффициенту формы и лобовой площади:

$$F_3 = c_1 f_1 \gamma_1 w^2 / 2$$

где c_1 - коэффициент формы корпуса вагона 7;

γ_1 - плотность гелия;

45 f_1 - лобовая площадь корпуса вагона 7;

w - скорость устройства.

Работа устройства будет обеспечена при условии когда:

$$(c_2 \pm c_3) B^2 f_2 / \mu_0 > c_1 f_1 \gamma_1 w^2 / 2 + \tau w f / \Delta \quad (1)$$

где c_2 - коэффициент трения закаленной стали по закаленной стали;

c_3 - коэффициент учитывающий угол наклона полотна дороги 2, который отрицательный при подъеме, а при спуске положительный.

Мощность, затрачиваемая на движение корпуса вагона 7 без подъемов и спусков, будет равна:

$$N = c_1 f_1 \gamma_1 w^3 / 2 + \tau w^2 f / \Delta$$

Работа без разрушения приводного колеса 9 от центробежной силы при высокой линейной скорости определяется выражением:

$$w^2 = \sigma / c_4 \gamma_2$$

где σ - допускаемое напряжение, например, для стали 35ХМ - М50 оно равно 550 МПа;

γ_2 - плотность стали приводного колеса 9 равна 7810 кг/м³;

w - линейная скорость приводного колеса 9;

c_4 - коэффициент запаса прочности для ответственной детали.

Предельная линейная скорость приводного колеса 9, с учетом коэффициента запаса прочности равным 1,3, будет равна 253 м/с или 839 км/ч. Сверхзвуковую скорость корпуса вагона 7 можно будет получить при создании материалов с более высоким допускаемым напряжением для приводных колес 9. При повороте полотна дороги 2 на корпус вагона 7 действует центробежная сила: $F_4 = m w^2 / R$

где m - масса устройства;

R - радиус поворота дороги,

w - линейная скорость корпуса вагона 7.

При большой массе и высокой скорости устройства будет возникать значительная центробежная осевая сила, которая может разрушить подшипники качения приводных колес 9 и опорных колес 10, а также значительно увеличить контактное напряжение на контактной поверхности 16 и якоре 15. Уменьшить центробежную силу и контактное напряжение можно увеличив радиус поворота полотна дороги 2. Отключение электромагнита осуществляется обратным импульсом тока подаваемого на катушки 12.

Пружины 6 позволяют получать одинаковый зазор между листом 3 и плитами 4 при изменении профиля полотна дороги 2. Выполнив приводные колеса 9 и якорь 15 из высокотвердых материалов можно не учитывать потери энергии на трение качения. Торможение корпуса вагона 7 обеспечивается за счет уменьшения газового зазора между плитами 4 и листом 3. Экстренное торможение можно обеспечить за счет полусухого трения между плитами 4 и листом 3 отключив компрессор.

Предлагаемое устройство отличается от прототипа, простой конструкцией и безопасной в работе. Например, при внешнем повреждении туннеля 1 ничего не произойдет, кроме утечки гелия. Пожар в туннеле невозможен в присутствии гелия. Фрикционная передача не требует дополнительных мер по охлаждению контактной поверхности 16 приводного колес 9 и якоря 15 за счет постоянно обновляющейся поверхности якоря 15, которая обеспечит эффективный отбор тепла за счет высокой теплопроводности и большой массы. Известно, что исключение перегрева позволит работать фрикционной передаче практически без износа и высоким коэффициентом

полезного действия.

Также устройство способно преодолевать повороты с большим радиусом и небольшим подъемом не теряя устойчивость.

Например, скоростной вагон длиной 90 м, весом 40 т вмещает 180 пассажиров и развивает скорость 839 км/ч. Для осуществления левитации на корпусе вагона 7 установлено 30 плит 4 диаметром 800 мм и высотой 50 мм. Каждая плита 4 содержит полость 5 диаметром 600 мм. Расчетное давление в полости 5 равно 0,05 МПа. Расход гелия $0,333 \text{ м}^3/\text{с}$, который утекает через зазор 0,125 мм между плитой 4 и листом 3 полотна дороги 2. Сила, необходимая для движения корпуса вагона 7 со скоростью 839 км/ч будет не более 1300 Н. Сила, индуцируемая каждым электрическим магнитом, равна 4350 Н. Потребляемая мощность электрическими двигателями 11 при отсутствии подъемов и спусков составит 329 кВт, а мощность компрессора 19,7 кВт. Диаметр приводного колеса 9 и опорного колеса 10 соответственно равны 2000 мм и 1950 мм при числе оборотов 2260 об/мин и 2283 об/мин, а радиус шарового слоя контактной поверхности 16 приводных и опорных колес равен 1000 мм и 975 мм. Максимальное контактное давление между контактной поверхностью 16 и якорем 15 будет равно 3400 кгс/см^2 , что в 8,8 раза ниже допустимого контактного давления для хромистых сталей, что позволит работать фрикционной передачи в области определяемой законом Гука.

Литература

1. Yadav M. и др. Review of Magnetic Levitation (MAGLEV): A Technology to Propel Vehicles with Magnets (англ.) // Global Journal of Researches in Engineering A: Mechanical and Mechanics Engineering: журнал. - Global Journals Inc., 2013. - Vol. 13, iss. 7. - ISSN 2249-4596.
2. Х. Кухлинг. Справочник по Физике. - Москва «МИР» 1985. 519 с.
3. Г.В. Буткевич, В.Г. Дегтярь, А.Г. Сливинская ЗАДАЧНИК ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ АППАРАТАМ. Москва «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1977. 111СТ.
4. С.П. Фесик «СПРАВОЧНИК по Сопротивлению материалов» Киев «Будивельник» 1982 г. Стр. 52-58.

(57) Формула изобретения

Транспортная система, содержащая герметичный туннель, газовый компрессор и вагон с герметичной пассажирской камерой, отличающаяся тем, что герметичный туннель заполнен газом низкой плотности, в туннеле установлены лист и плиты, корпус вагона содержит аккумуляторы, электродвигатели, катушки и сердечники электромагнитов и выполнен с приводными и опорными колесами, причем якоря электромагнитов установлены на вертикальных стенках туннеля с зазором относительно сердечников электромагнитов и взаимодействуют с приводными и опорными колесами по их контактной поверхности.

ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ТРАНСПОРТ

