

ИННОВАЦИОННЫЙ ТРАНСПОРТ

№ 1 (39)
март 2021

I N N O T R A N S

Проектирование и производство рамы
студенческого болида «Формула Студент»

С. 63



Конструктивные
особенности юникара
тропического

Транспортная стратегия
развития Восточного
полигона

О разработке методики
цифрового двойника
тележки ЭС2Г «Ласточка»



Анатолий Эдуардович
Юницкий

Anatoli E. Unitsky



Виктор Александрович
Гарах

Viktar A. Harakh



Андрей Дмитриевич
Зайцев

Andrei D. Zaitsev



Михаил Иосифович
Цырлин

Michael I. Tsyrlin

Конструктивные особенности юникара тропического для городских перевозок пассажиров

Design features of the tropical unicar for urban passenger transport

Аннотация

В работе исследуются конструктивные особенности юникара тропического для городских пассажирских перевозок. Дано описание устройства основных узлов юникара, представлены его преимущества перед базовой моделью.

Ключевые слова: струнный транспорт, пассажирские перевозки, городской транспорт, юникар тропический.

Abstract

The paper examines the design features of the tropical unicar for urban passenger transport. The description of the unicar main components is given, its advantages over the basic model are presented.

Keywords: string transport, passenger transport, urban transport, tropical unicar.

DOI:10.20291/2311-164X-2021-1-8-15

Авторы Authors

Анатолий Эдуардович Юницкий, генеральный конструктор ЗАО «Струнные технологии», Минск; e-mail: a@unitsky.com | **Виктор Александрович Гарах**, заместитель генерального конструктора по конструированию ЗАО «Струнные технологии», Минск; e-mail: v.garah@unitsky.com | **Андрей Дмитриевич Зайцев**, начальник управления подвижного состава ЗАО «Струнные технологии», Минск; e-mail: a.zaytsev@unitsky.com | **Михаил Иосифович Цырлин**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Транспортно-технологические машины и оборудование» Белорусского государственного университета транспорта (БелГУТ), Гомель; e-mail: tsirlin1962@gmail.com

Anatoli E. Unitsky, General designer, Unitsky String Technologies Co., Minsk; e-mail: a@unitsky.com | **Viktar A. Harakh**, deputy General design for engineer for project engineering, Unitsky String Technologies Co, Minsk; e-mail: v.garah@unitsky.com | **Andrei D. Zaitsev**, head of rolling stock department, Unitsky String Technologies Co, Minsk; e-mail: a.zaytsev@unitsky.com | **Michael I. Tsyrlin**, candidate of technical science, associate Professor, «Transport-technology machine and equipment» Department, Belarusian State University of Transport (BelSUT), Gomel; e-mail: tsirlin1962@gmail.com

В настоящее время перспективным видом транспорта, готовым осуществлять грузопассажирские перевозки, стал струнный транспорт UST (струнный транспорт Юницкого), признанный инновационным Министерством транспорта России в 2017 г. Принцип действия струнного транспорта заключается в перемещении беспилотных навесных и подвесных транспортных средств со стальными колесами за счет электрической тяги по неразрезной предварительно напряженной рельсо-струнной путевой структуре [1]. Данная технология реализуется ЗАО «Струнные технологии» в «ЭкоТехно-Парке» (Марьина Горка, Республика Беларусь) и в инновационном центре SkyWay (Шарджа, Объединенные Арабские Эмираты).

В ЗАО «Струнные технологии» разработана целая линейка транспортных средств, предназначенных для разных целей и форматов перевозок. Наиболее комфортным видом транспорта для будущих пассажирских перевозок внутри города является юникар.

Юникар — бирельсовый подвесной электромобиль на стальных колесах (юнимобиль) для перевозки пассажиров по рельсо-струнной эстакаде со скоростью до 150 км/ч [2]. Малогабаритный (длина 4,7 м) и комфортный (6 сидячих мест), юникар значительно разгрузит городские улицы. При этом он обеспечит более высокую пропускную способность транспортной системы, чем, например, внушительные по размерам, стоимости и вместимости железнодорожные поезда и автобусы, которые именно из-за своих габаритов не могут следовать друг за другом с большой частотой.

Юникар является беспилотным транспортным средством, управление осуществляется в автоматическом режиме без присутствия водителя (оператора).

На базе транспортного средства юникар U4-430 разработано модифицированное транспортное средство юникар U4-431-01 в тропическом исполнении для регионов с жарким и влажным климатом (рис. 1).

Тропический юникар имеет практически максимальную комплектацию и прошел ряд модернизаций относительно базовой модели, необходимых для адаптации машины к жаркому климату и повышенной влажности и обеспечения безопасности и комфортных условий для пассажиров, в частности:

- верхний температурный предел эксплуатации транспортного средства увеличен до +55 °С;
- производительность модульной системы микроклимата увеличена на 60 % для обеспечения поддержания минимальной температуры в салоне на уровне 23 °С при температуре окружающей среды +55 °С;
- снижен до 67 дБА уровень шума в салоне, внешний шум не превышает 70 дБА;
- обеспечен требуемый уровень надежности и безотказности путем агрегатного и функционального



Рис. 1. Общий вид юникара тропического

дублирования всех основных систем и соответствующим увеличением энерговооруженности изделия;

- обеспечен требуемый уровень функциональной безопасности путем применения аппаратно-программного комплекса, построенного по стандартам SIL и включающего уникальные решения UST в части систем предотвращения аварийных ситуаций;
- обеспечен требуемый уровень конструктивной безопасности транспортного средства в целом, в том числе обитаемого отсека, за счет применения специальных материалов остекления;
- комплектация предусматривает также возможность персонального VIP-исполнения салона, включающего два высококомфортабельных места для отдыха и два места для работы персонала и оборудованного не только удобствами быта, но и мультимедиа-системой для удаленного ведения бизнеса.

Габаритные размеры юникара-Т U4-431-01 приведены на рис. 2, технические характеристики — в табл. 1 [3].

В настоящее время тропический юникар в варианте VIP-исполнения проходит испытания и подготавливается к сертификации в инновационном центре SkyWay (Шарджа, ОАЭ).

Юникар-Т имеет модульную конструкцию, основными узлами исполнения являются тяговый модуль, пассажирский модуль и обтекатели (рис. 3).

Тяговый модуль предназначен для обеспечения движения юникара-Т с возможностью изменения скорости, направления, ускорения и остановки транспортного средства. Тяговый модуль, представленный на рис. 4, состоит из тяговой тележки 1, токоприемников 2 и электрооборудования тягового модуля 3.

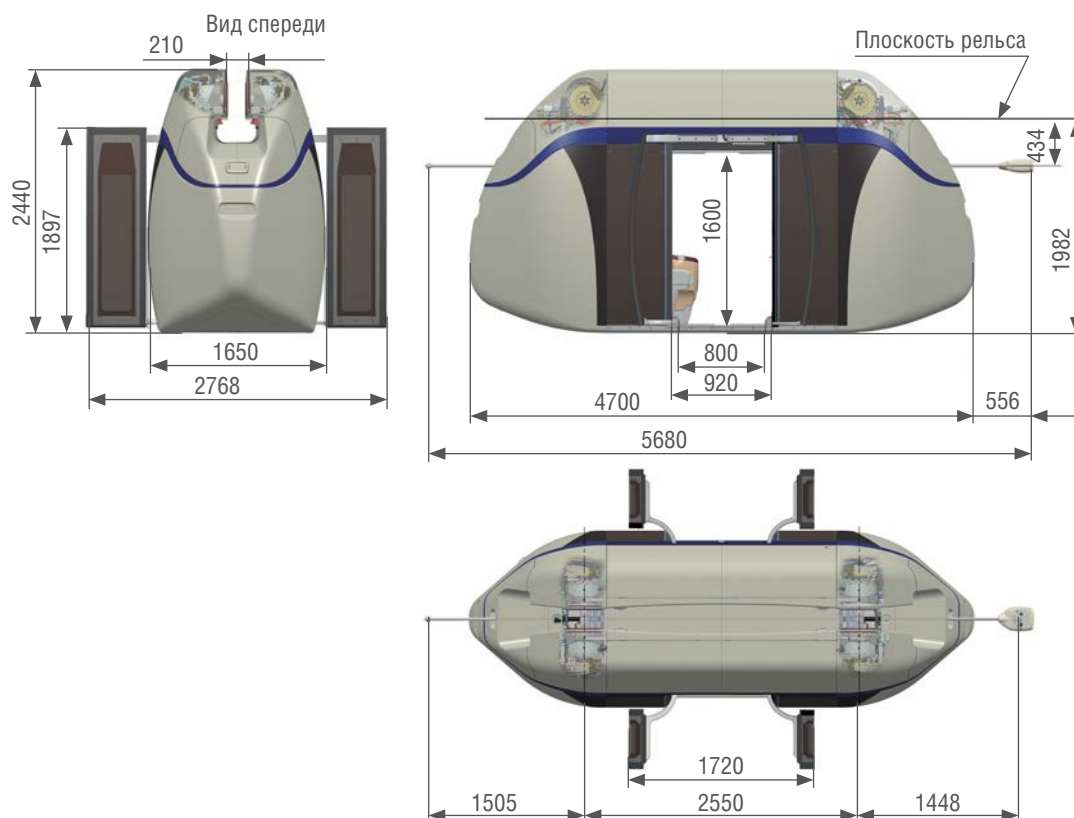


Рис. 2. Габаритные размеры юникара-Т

Таблица 1

Технические характеристики юникара-Т U4-431-01

Параметры	Значение
Пассажировместимость, чел.	4; 6
Количество мест для сидения, чел.	4; 6
Снаряженная масса, кг	4200
Технически допустимая максимальная масса, кг	4550
Конструктивная скорость, км/ч	150
Эксплуатационная скорость, км/ч	120
Пробег в автономном режиме при скорости 100 км/ч, км	200
Расход электроэнергии на скорости 100 км/ч при пересчете в топливо, кг/пасс.×100 км	0,5
Максимальная производительность транспортного комплекса, пасс./ч в обе стороны	7000
Минимальный интервал на линии между одиночными юниками в электронной сцепке, с	5
Максимальное количество юников в жесткой или электронной сцепке	7
Минимальный интервал движения, с	20

Тяговая тележка состоит из опорных колес 17, переднего 10 и заднего 4 аварийно-буксировочного устройства (АБУ), передней 15 и задней 5 подвески, переднего 14 и заднего 6 боковых колес, фрикционных тормозов 9 и стояночного тормоза 7, двух контуров системы охлаждения 8, рамы 11, двух тележек 12, отбойников препятствий 13, электродвигателей 16.

Рама тяговой тележки (рис. 5) представляет собой жесткую раму 4, к которой крепятся подпоры 2 и перекладины 5. Между рамой 4 и пассажирским модулем имеются упругие элементы — виброизоляторы 3, которые гасят возникающие при движении вертикальные колебания, изолируют возникающий в тяговом модуле шум и могут принимать на себя большие горизонтальные усилия. На тележку 1 жестко установлены электромоторы, ступичные узлы с опорными колесами, боковые колеса, отбойники препятствий, а также элементы подвески, связывающие ее с рамой.

Тележка и рама тягового модуля являются несущими элементами конструкции транспортного средства.

На тележку тягового модуля устанавливаются четыре опорных колеса, связанных с четырьмя электродвигателями, и четыре боковых колеса с постоянным поджимом, центрирующих транспортное средство на рельсе в процессе движения и являющихся противосходной системой.

Подвеска юникара предназначена для восприятия действующих внешних и инерционных сил со стороны колесных движителей и транспортного модуля, гашения возникающих колебаний и, соответственно, обеспечения требуемого уровня комфорта (рис. 6). Подвеска состоит из упругих, направляющих, демпфирующих элементов, стабилизатора поперечной устойчивости и элементов крепления.

Подвеска юникара гидропневматическая, зависящая, на двойных поперечных рычагах.

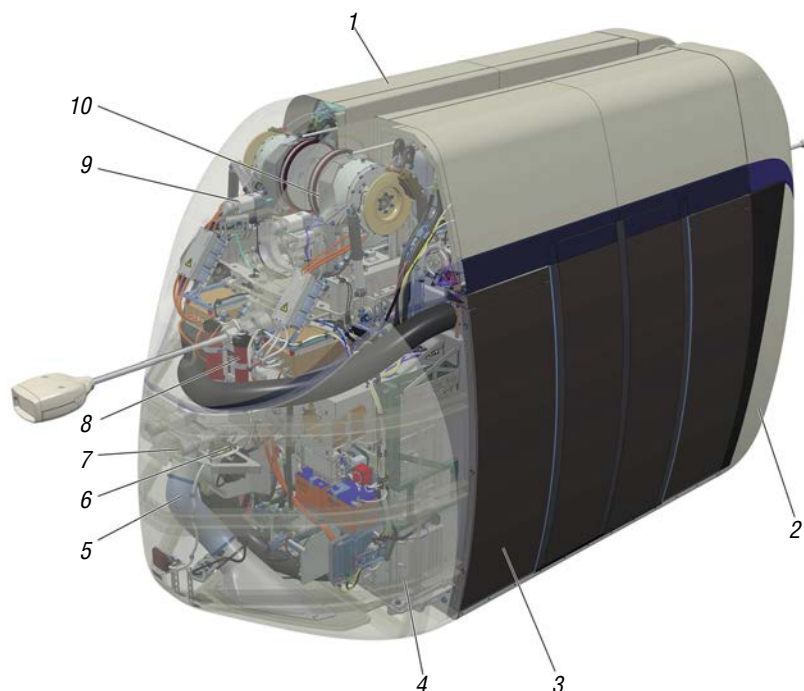


Рис. 3. Конструкция юникара-Т:

- 1 — оперение тягового модуля; 2 — обтекатель; 3 — пассажирский модуль;
- 4 — система питания; 5 — система микроклимата;
- 6 — дополнительное электрооборудование;
- 7 — оборудование связи и технического зрения (в пассажирском модуле);
- 8 — система пожаротушения;
- 9 — оборудование связи и технического зрения (в тяговом модуле);
- 10 — тяговый модуль

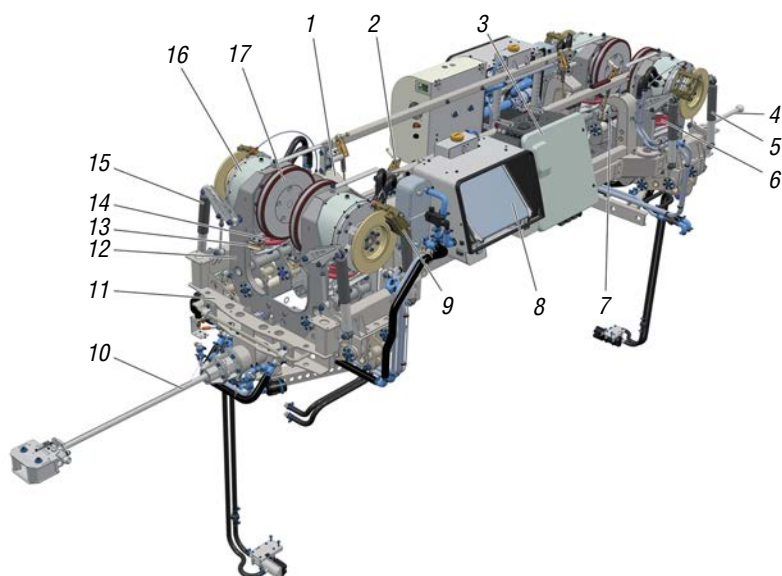


Рис. 4. Тяговый модуль юникара:

- 1 — тяговая тележка; 2 — токоприемник; 3 — электрооборудование тягового модуля;
- 4 — заднее АБУ; 5 — подвеска (задняя); 6 — боковое колесо (заднее);
- 7 — стояночный тормоз; 8 — система охлаждения; 9 — фрикционный тормоз;
- 10 — переднее АБУ; 11 — рама; 12 — тележка; 13 — отбойник препятствий;
- 14 — боковое колесо (переднее); 15 — подвеска (передняя);
- 16 — электродвигатель; 17 — опорное колесо

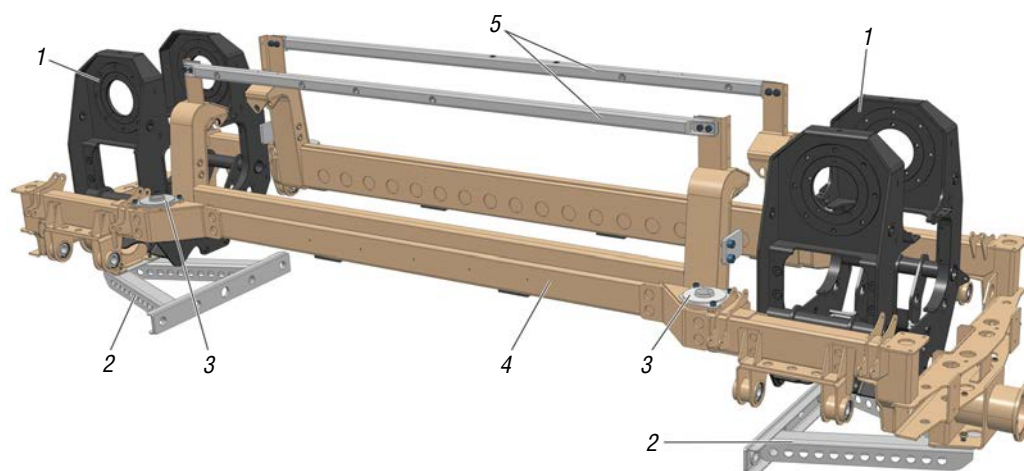


Рис. 5. Рама тяговой тележки:
1 — тележка; 2 — подпор; 3 — виброизолятор; 4 — рама; 5 — перекладина

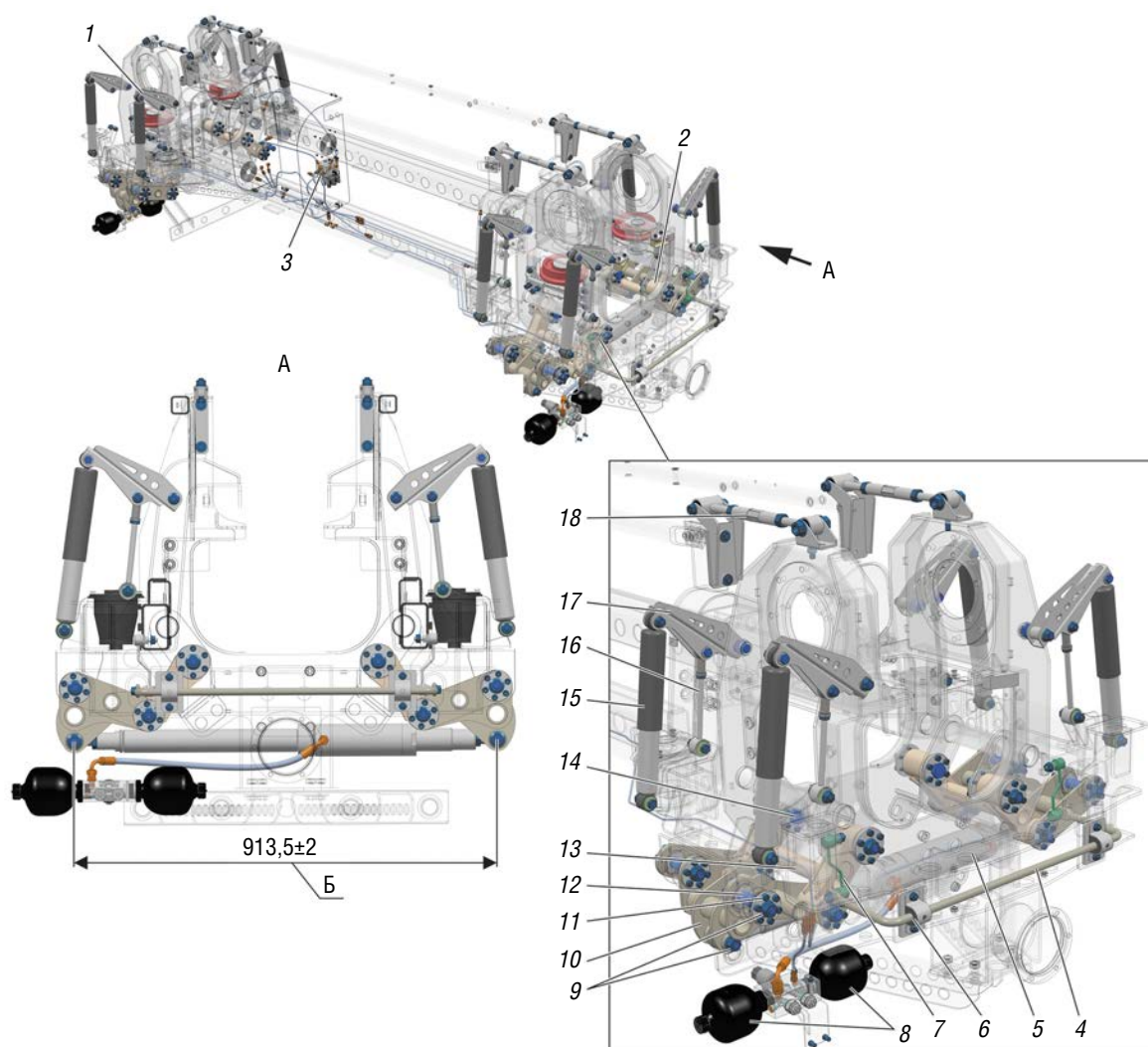


Рис. 6. Подвеска юникара:
1 — задняя подвеска; 2 — передняя подвеска; 3 — блок подвески; 4 — штанга; 5 — гидростойка; 6 — втулка;
7 — стойка стабилизатора; 8 — ПГА; 9 — гайка; 10 — рычаг; 11 — винт; 12 — ось; 13 — рычаг промежуточный;
14 — ось; 15 — амортизатор; 16 — штанга; 17 — рычаг; 18 — штанга

Упругим элементом подвески является пневмогидроаккумулятор (ПГА) 8 с предварительно закаченным в него под давлением азотом. Усилие от колеса на упругий элемент подвески передается через гидростойку 5, которая также позволяет выполнять регулировку положения транспортного средства в вертикальной плоскости по отношению к перрону и рельсу. Рычаги 10 и 13 являются несущими силовыми элементами подвески, которые соединены через резинометаллические шарниры (сайлентблоки) между собой и рамой тягового модуля.

Для уменьшения амплитуды колебаний пассажирского модуля, вызванных работой упругого элемента подвески, установлены амортизаторы 15. Для уменьшения поперечного крена пассажирского модуля установлен стабилизатор поперечной устойчивости, который представляет собой штангу 4, соединенную через стойки стабилизатора 7 с тележкой юникара.

Антисходовая система транспортного средства состоит из двух подсистем (рис. 7). Первая подсистема исключает поперечный увод транспортного средства на рельсовом пути и имеет две степени защиты:

- первая степень обеспечивается конструкцией, состоящей из четырех боковых колес 4. Боковые колеса 4 прижаты к рельсу через упругие элементы и имеют механическое ограничение обратного хода на величину 5 мм каждый. Таким образом, отклонение траектории пути транспортного средства от условной продольной оси рельсового пути составляет ± 5 мм;
- вторая степень обеспечивается системой ограничителей упоров 5 или скользящих 3, в зависимости от комплектации, и не допускает сход колеса с рельса при неисправной системе первой степени.

Вторая подсистема исключает падение транспортного средства с рельсового пути при столкнове-

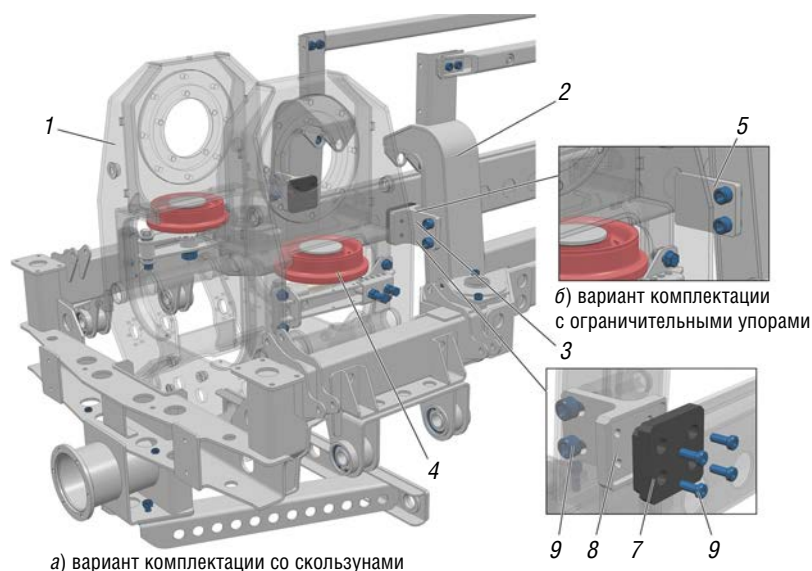


Рис. 7. Антисходовая система юникара:

1 — тележка; 2 — рама; 3 — скользящий упор; 4 — боковое колесо; 5 — ограничительный упор; 6 — винт; 7 — вкладыш; 8 — кронштейн; 9 — винт

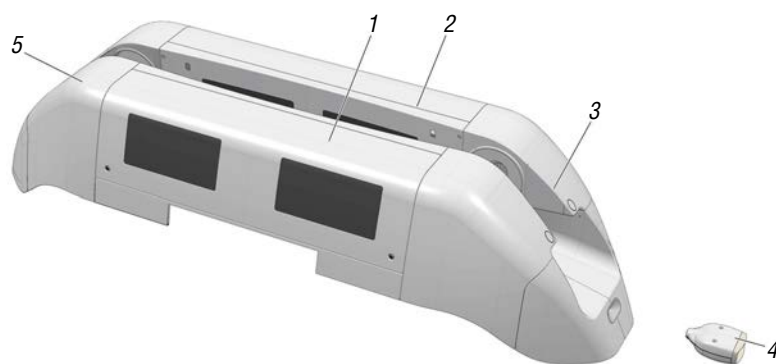


Рис. 8. Облицовка тягового модуля:

1 — капот (правый); 2 — капот (левый); 3 — обтекатель (передний); 4 — обтекатель АБУ; 5 — обтекатель (задний)

нии, разрушении основных несущих элементов конструкции, например, опорного колеса, рычагов подвески и т.д. Безопасность достигается за счет конструкции, обеспечивающей геометрическую проходимость только в специально предназначенных для этого участках пути. Поэтому транспортное средство заводится на рельс в специально предназначенных для этого участках пути.

Отбойники препятствий являются пассивным защитным элементом колесного движителя и служат для удаления препятствий с поверхности рельса на путевой структуре.

Облицовка тягового модуля юникара выполнена из стеклопластиковых обтекателей 3 и 4 и капотов 1 и 2 (рис. 8). В задние обтекатели 5 устанавливаются аварийно-буксировочные устройства (АБУ).

Пассажирский модуль предназначен для перевозки сидящих пассажиров (рис. 9) и имеет пылеводонепроницаемую сборную конструкцию с внутренней обшивкой, сиденьями и подлокотниками, остеклением, дверями, обтекателями, а также компонентами климатической системы, освещения, системы звукового и видеoinформирования и дуплексной речевой связи.



Рис. 9. Пассажирский модуль юникара в VIP-исполнении:

1 — сервис-сиденье; 2 — откидной столик; 3 — подплечник; 4 — монитор; 5 — динамик; 6 — микрофон; 7 — кнопка экстренной связи с диспетчером; 8 — панели интерьера; 9 — кронштейн крепления устройства канатно-спускового (УКС); 10 — дверь; 11 — остекление; 12 — холодильник; 13 — сиденье VIP-пассажиров; 14 — подлокотник; 15 — УКС; 16 — огнетушитель; 17 — обтекатель

Пассажирский модуль юникара — каркасный цельносварной, вагонного типа, несущий с сэндвич-панелями, с термо- и шумоизоляцией, двумя дверными проемами и окнами из закаленного теплоотражающего стекла. Внутренняя обшивка из композитных материалов (стеклопластика).

Силовой каркас состоит из сварного каркаса, сэндвич-пола и сэндвич-крыши. На каркасе предусмотрены места для соединения с тяговым модулем и установки других систем.

Крыша, так же как и пол, выполнена в виде трехслойной сэндвич-панели.

Каркас состоит из профильных труб прямоугольного сечения. Между вертикальными стойками карка-

са, полом и крышей вклеены стеклопакеты из закаленного низкоэмиссионного стекла.

Обтекатель пассажирского модуля юникара представляет собой стеклопластиковую панель с каркасом, дополнительно укреплен усилителем и закрыт с внутренней стороны шумоизоляцией 3 (рис. 10). Для обслуживания оборудования, находящегося в подкапотном пространстве, предусмотрен технологический люк обтекателя 6.

Внутренняя обшивка пассажирского модуля выполнена из высококачественных неогнеопасных композитных и тканевых материалов.

В будущем юникар, который отличается вместимостью, комфортностью и безопасностью движения, сможет стать идеальной заменой личного транспорта. **ИТ**

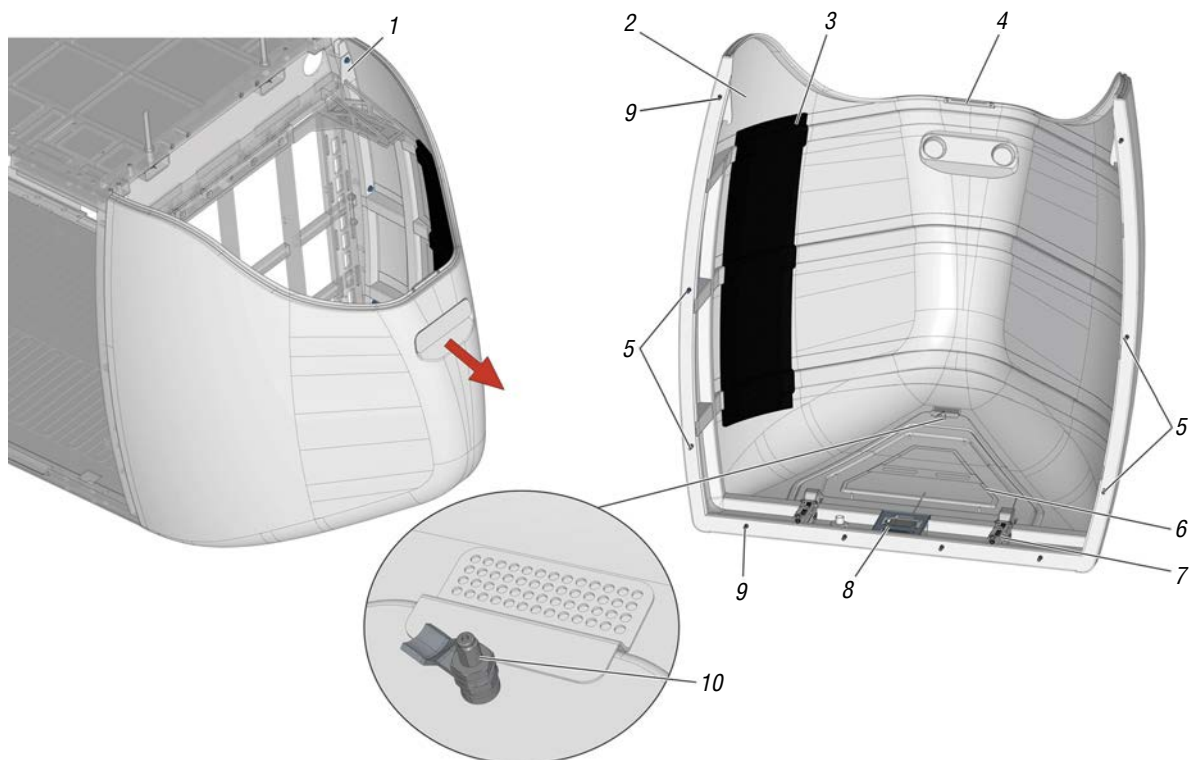


Рис. 10. Обтекатель пассажирского модуля юникара:

1 — пластина; 2 — обтекатель; 3 — шумоизоляция; 4 — замок; 5 — направляющая шпилька; 6 — люк обтекателя; 7 — петля; 8 — лючок зарядки накопителя энергии; 9 — винт; 10 — замок

Список литературы / Reference

1. Юницкий А. Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе / А. Э. Юницкий. — Силакрогс : ПНБ принт, 2019. — 576 с.
2. Юницкий А. Э. Экологические аспекты струнного транспорта / А. Э. Юницкий, М. И. Цырлин // Инновационный транспорт. — 2020. — № 2 (36). — С. 7–9. — ISSN 2311–164X.
3. Средство транспортное Юникар U4-431. Руководство по эксплуатации. — Минск : ЗАО «Струнные технологии», 2018. — 220 с.

Объем статьи: 0,86 авторских листа