

М. М. Саиян, Д. Н. Зекун

ГУ «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк

## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ, ХАРАКТЕРИСТИК И МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ ЭВАКУАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕЛЕЖЕК

*Рассмотрены конструкции, характеристики и методы испытаний эвакуационных электрических тележек. С помощью описанных методов подтверждаются основные технические характеристики тележки: номинальная нагрузка и дальность хода. Методы разработаны с учетом информации, приведенной в стандартах на изделия, которые имеют сходные конструктивные признаки с тележкой.*

**Ключевые слова:** электрические тележки, методы испытаний электрических тележек, конструкция электрических тележек, технические характеристики электрических тележек

### **Введение**

В современных условиях сформировалась устойчивая потребность в механизированных средствах перемещения и эвакуации раненых и пострадавших на догоспитальном этапе. Расстояние, на которое требуется перемещать раненых от места оказания им первой медицинской помощи до транспортного средства, которое доставит их в медицинское учреждение, может составлять до пяти километров. Время доставки раненого до места, где возможно проведение мероприятий по стабилизации его состояния, ограничено, поэтому транспортировку раненого требуется осуществлять при любых погодных условиях, как по грунтовым дорогам, так и пересеченной местности, характеризующейся сложным и изменчивым рельефом, растительностью, которые препятствуют движению и создают различные преграды. В таких условиях перемещение раненого на носилках, без применения механизированных средств, является очень тяжелой задачей.

**Целью статьи** является сравнительный анализ конструкций существующих и разрабатываемых электрических эвакуационных тележек и методов их испытаний.

### **Обзор конструкций и характеристик эвакуационных тележек**

Существует множество конструкций механизированных средств перемещения раненых, начиная от тележек-носилков со складным колесом (рисунок 1), которые перемещают два человека, и заканчивая колесным или гусеничным транспортером с беспроводным управлением, от которого сопровождающий может находиться на значительном удалении [1].

Промежуточное положение в этом ряду занимают электрические тележки, работающие от аккумуляторной батареи и приводимые в движение двумя встроенными мотор-редукторами колес. Рассмотрим модели «ТЭТЭ» и «ТЭС 150», которые имеют сходные конструкции, размеры и технические характеристики, показанные на рисунках 2, 3 и в таблице [2, 3].

Таблица – Технические характеристики тележек «ТЭТЭ» и «ТЭС 150»

Модель	«ТЭТЭ»	«ТЭС 150»
Номинальная нагрузка, кг	150	150
Дальность хода, км	15	12
Масса, кг	27	40
Номинальная мощность двигателей, Вт	2 × 350	2 × 500
Номинальная емкость аккумуляторной батареи, А·ч	20	20
Размер колес, дюйм	20	20
Погрузочная высота, мм	370	350
Размеры рамы (длина × ширина), мм	1865 × 584	2060 × 600



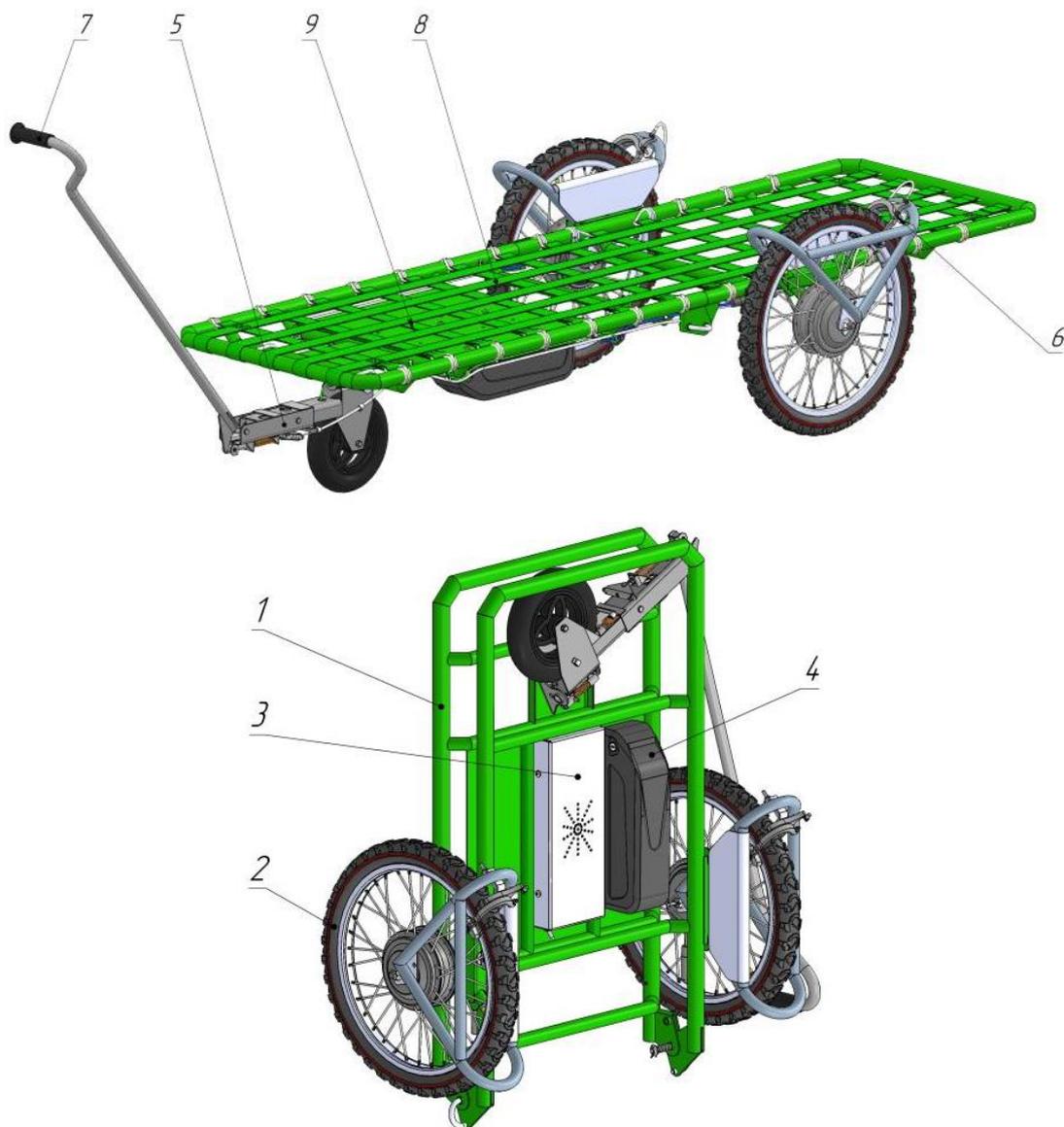
Рисунок 1 – Тележка-носилки со складным колесом



Рисунок 2 – Эвакуационная тактическая электрическая тележка «ТЭТЭ»

Обе модели имеют складную раму (1) и могут находиться в разложенном, сложенном и транспортном положении, со снятыми блоками колес. В обеих конструкциях использованы колеса со встроенным мотор-редуктором (2). Мотор-редуктор выполнен на базе безколлекторного двигателя на постоянных магнитах с электронной коммутацией обмоток и планетарного редуктора, выполненных в одном корпусе. На раме закреплены контроллеры управления двигателем (3) и быстросъемная литий-ионная аккумуляторная батарея (4), заряжаемая от внешнего стандартного устройства.

Модель «ТЭС 150», разработанная ГУ «ПКТИ» (г. Донецк), имеет отличительные особенности: переднее поворотное колесо (5), колодочные тормоза (6) на ведущих колесах. Поворот, торможение и управление скоростью движения тележки осуществляется с помощью ручки (руля) (7). На раме закреплено ленточное полотно панели (8), имеющее возможность натяжения в продольном направлении при помощи натяжного устройства (9).



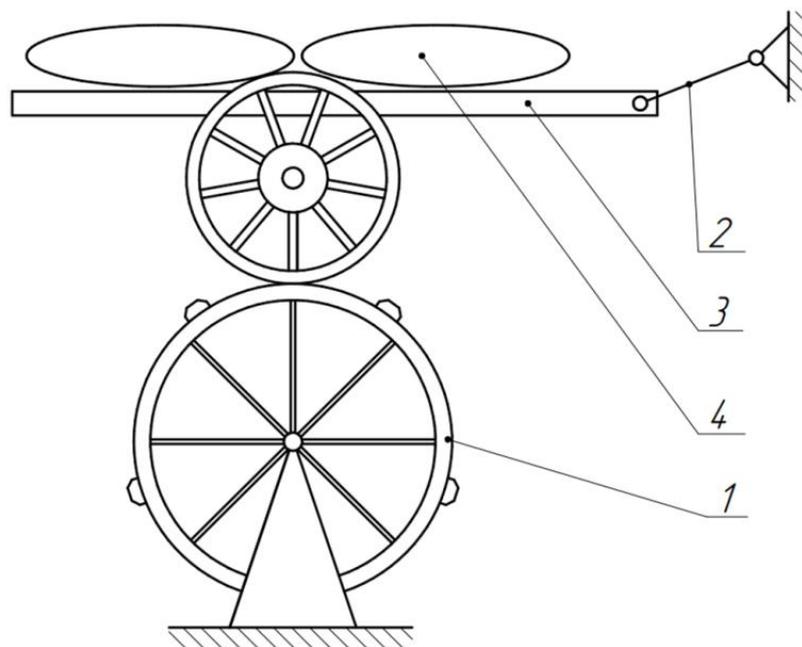
1 – складная рама; 2 – колесо со встроенным мотор-редуктором;  
 3 – контроллеры двигателей; 4 – аккумуляторная батарея; 5 – поворотное колесо;  
 6 – тормоза; 7 – ручка (руль); 8 – полотно панели; 9 – натяжное устройство  
 Рисунок 3 – Эвакуационная тележка с сервоприводом «ТЭС 150»

### ***Методы испытаний***

Номинальная нагрузка тележки подтверждается испытаниями 1–4, дальность хода – испытанием 5. Функционирование тележки в различных погодных условиях подтверждается испытанием 6. Методы испытаний разработаны с учетом [4–7].

1. Испытание на динамические воздействия.

Испытание проводят на стенде, показанном на рисунке 4. Стенд представляет собой два вращающихся барабана (1) диаметром от 500 до 1000 мм. На барабанах расположены выступы шириной 50 мм и высотой 10 мм, с фаской под углом 45 градусов до середины высоты. Окружное расстояние между выступами не менее 400 мм. Барабаны вращают против часовой стрелки, обеспечивая линейную скорость на поверхности 8 км/ч [4].



1 – вращающийся барабан; 2 – шарнирная тяга; 3 – испытываемая тележка; 4 – нагрузка

Рисунок 4 – Стенд динамических испытаний

Тележку (3) устанавливают на стенд, обеспечивая совмещение осей вращения колес и барабанов, и закрепляют на шарнирной тяге (2) за раму, со стороны ручки. На полотне панели тележки равномерно распределяют и закрепляют номинальную нагрузку (4).

Продолжительность испытания – 6 часов.

2. Испытание на статические воздействия.

На панели тележки равномерно распределяют и закрепляют 1,5-кратную номинальную нагрузку и выдерживают в течение 10 минут.

Во время приложения нагрузки полотно панели не должно соприкасаться с поперечными брусками рамы.

После снятия нагрузки остаточная деформация брусков рамы должна быть не более 3 мм [5].

3. Испытание на свободное падение.

На панели тележки равномерно распределяют и закрепляют номинальную нагрузку. Тележку устанавливают на высоту 200 мм над горизонтальной твердой поверхностью и сбрасывают на нее. Испытание повторяют два раза [6].

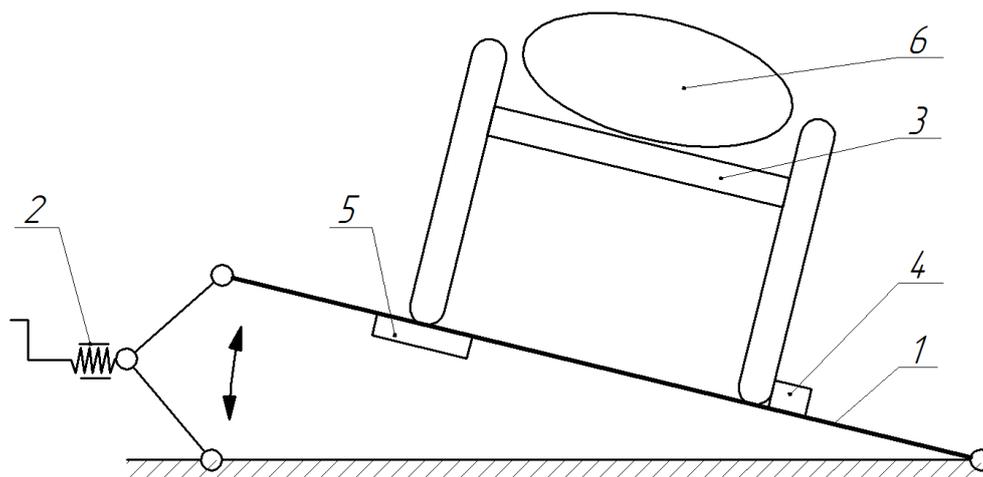
После испытаний 1–3 не должно быть нарушений структурной целостности рамы, визуальных изменений геометрии колес, повреждений креплений аккумуляторной батареи и контроллера.

4. Испытание на боковую статическую устойчивость.

Испытания проводят на стенде, показанном на рисунке 5. Стенд представляет собой наклонную плоскость (1), угол наклона которой может изменяться с помощью подъемного механизма (2).

Тележку (3) устанавливают на плоскость. Для предотвращения сползания под колесо устанавливают упор (4). Другим колесом тележку устанавливают на датчик силы (5). На полотне панели тележки равномерно распределяют и закрепляют номинальную нагрузку (6). Угол наклона плоскости постепенно увеличивают, пока усилие воздействия колеса на датчик не станет близкой к нулю. Угол наклона плоскости измеряют уровнем-угломером [7].

Предельный угол наклона, при котором тележка еще находится в статически устойчивом положении, должен быть не менее угла, соответствующего уклону 30 % (17 градусов).



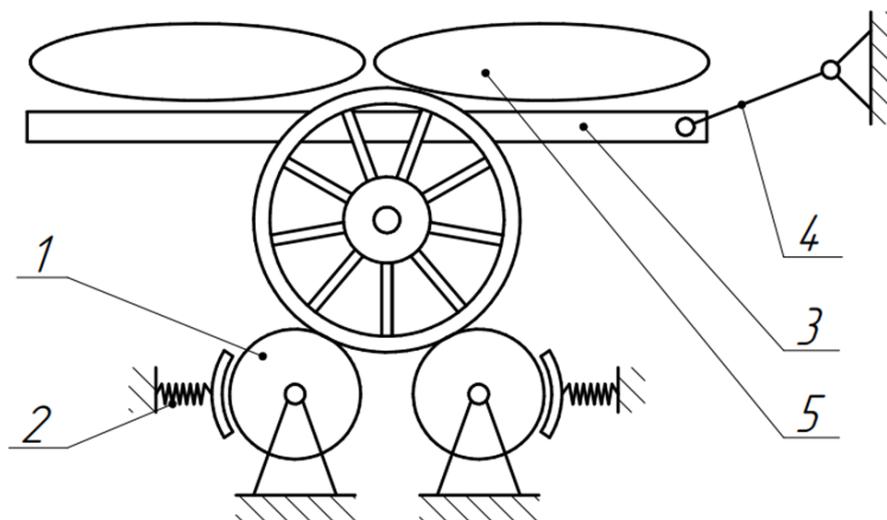
1 – наклонная плоскость; 2 – подъемный механизм; 3 – испытуемая тележка; 4 – упор;  
5 – датчик силы; 6 – распределенная нагрузка

Рисунок 5 – Стенд испытаний на статическую устойчивость

#### 5. Определение дальности хода.

Испытание проводят на роликовом нагрузочном стенде, показанном на рисунке 6. Стенд представляет собой два вращающихся прорезиненных ролика (1) диаметром от 200 до 300 мм. Каждый ролик снабжен тормозным устройством (2), создающим момент сопротивления вращению. Тормозное устройство может быть как механическим, так и электромагнитным.

Тележку (3) устанавливают так, чтобы вращение колес приводило во вращение ролики, и закрепляют на шарнирной тяге (4) за раму, со стороны ручки (руля). На панели тележки равномерно распределяют и закрепляют нагрузку равную 60 % номинальной (5).



1 – вращающиеся ролики; 2 – тормозное устройство; 3 – испытуемая тележка;  
4 – шарнирная тяга; 5 – распределенная нагрузка

Рисунок 6 – Роликовый нагрузочный стенд

Перед началом испытания на тележку устанавливают полностью заряженную аккумуляторную батарею и выполняют электрические соединения, позволяющие контролировать напряжение и ток аккумуляторной батареи, а также фазный ток двигателя.

Колеса тележки вращают, обеспечивая линейную скорость на поверхности колеса 5 км/ч.

Скорость движения и суммарную дистанцию (дальность хода) вычисляют, используя велокомпьютер, в который вводят данные о наружном диаметре покрышки. Велокомпьютер измеряет последовательность промежутков времени, за которые колесо совершает один оборот, и число оборотов колеса, получая сигнал от датчика на основе геркона. Датчик, установленный на раму тележки, срабатывает в момент прохождения мимо него магнита, закрепленного на спице колеса.

По току двигателя устанавливают необходимый момент сопротивления вращению роликов стенда.

При испытании:

а) ток разряда аккумуляторной батареи (среднеквадратическое значение) должен быть не более  $0,6 I_t$ , А,

где:  $I_t$  – базовый ток аккумуляторной батареи, А;  $I_t = C5, A \cdot ч / 1 ч$ ;  $C5, A \cdot ч$  – номинальная емкость аккумуляторной батареи 5 часового режима разряда;

б) ток двигателя (амплитудное значение) должен быть от  $0,6 I_n$  до  $0,8 I_n$ ,

где:  $I_n$  – номинальный фазный ток двигателя, А.

Испытание проводят до конечного напряжения разряда аккумуляторной батареи ( $2,5 \pm 0,1$ ) В/элемент, согласно [8]. После испытания батарею заряжают.

Дальность хода определяют как среднее значение по результатам как минимум двух испытаний.

Примечания.

1. В модели «ТЭС 150» установлена литий-ионная железо-фосфатная аккумуляторная батарея, номинальным напряжением 48 В (16 элементов), номинальной емкостью 20 А·ч. Базовый ток батареи – 20 А, конечное напряжение разряда –  $(40 \pm 1,6)$  В.

2. В модели «ТЭС 150» установлен безколлекторный двигатель постоянного тока с электронной коммутацией (BLDC) номинальным напряжением 48 В, номинальной мощностью 500 Вт. Номинальный фазный ток двигателя 12,5 А согласно [9].

б. Дорожные испытания.

Проводят как минимум три заезда на суммарную дистанцию не менее 15 км, батарею при необходимости заряжают. На панели тележки равномерно распределяют и закрепляют номинальную нагрузку. Преодоление дистанции проводится испытателями, попеременно. В движение тележку приводит один испытатель. Для преодоления сложных участков местности допускается прикладывать только его дополнительные физические усилия.

Регистрируют дистанцию и время заезда. Указывают основные характеристики местности и грунта, наличие преград, температуру воздуха и погодные условия. Оценивают управляемость тележки.

Проводят дополнительный заезд, место распределенной нагрузки занимает испытатель, тело которого закрепляют фиксирующими ремнями. Оценивают комфортность тележки.

После испытания не должно быть нарушений структурной целостности рамы, визуальных изменений геометрии колес, повреждений креплений аккумуляторной батареи и контроллера.

Управляемость и комфортность оценивают с применением балльного способа выражения показателей.

Испытатели оценивают в баллах каждый показатель (отлично – 3; хорошо – 2; удовлетворительно – 1; неудовлетворительно – 0), средний результат оценки по каждому показателю умножают на коэффициенты весомости и произведения суммируют. Коэффициент весомости для показателей управляемость и комфортность – 1. Управляемость оценивают испытатели, управляющие тележкой, комфортность – испытатели, выполняющие роль пострадавшего.

### **Выводы**

В ГУ «ПКТИ» разработана конструкторская документация «Тележка эвакуационная с сервоприводом «ТЭС 150». Для проведения испытаний планируется к изготовлению опытный образец.

Испытания образца разработанной тележки, в том числе на номинальную нагрузку и дальность хода, будут проведены с учетом изложенных в статье методов испытаний.

Предложенная конструкция тележки позволит сократить время на эвакуацию раненых и повысить безопасность транспортировки.

Изложенная в настоящей статье информация может быть использована при проведении испытаний и оценке соответствия тележек требованиям безопасности [10].

### **Список литературы**

1. Обзор тележек для эвакуации раненых. – Текст : электронный. – URL: <https://yandex.ru/video/preview/9602396527324773356>.
2. Прифронтной гараж и тележка Филатова, ТЭТЭ. – Текст : электронный. – URL: <https://ya.ru/video/preview/8581676235739198251>.
3. Эвакуационная тележка с сервоприводом «ТЭС 150». Руководство по эксплуатации. – Донецк : Проектно-конструкторский технологический институт, 2024. – 11 с.
4. ГОСТ Р ИСО 4210-3-2023. Велосипеды. Требования безопасности для велосипедов. Часть 3. Общие методы испытаний (ISO 4210-3:2014, IDT) : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 мая 2023 г. № 288-ст : введен впервые : дата введения 2023-06-01 / подготовлен ООО «ПРОФИТЕСТ». – Москва : Российский институт стандартизации, 2023. – 10 с.
5. ГОСТ 16940-2023. Носилки санитарные. Общие технические требования и методы испытаний : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 31 августа 2023 г. № 164-П) : взамен ГОСТ 16940-89 : дата введения 2024-06-01 / разработан ООО «НПП «МИКРОМОНТАЖ». – Москва : Российский институт стандартизации, 2023. – 12 с.
6. ГОСТ 28218-89 (МЭК 68-2-32-75). Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Ed: Свободное падение : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 15.08.1989 № 2559 : замечания к внедрению ГОСТ 28218-89 : переиздание сентябрь 2006 г. : дата введения 1990-03-01. – Москва : Стандартиформ, 2006. – 11 с.
7. ГОСТ Р ИСО 7176-1-2018. Кресла-коляски. Часть 1. Определение статической устойчивости (ISO 7176-1:2014, IDT) : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 ноября 2018 г. № 1014-ст : взамен ГОСТ Р ИСО 7176-1-2005 : дата введения 2019-08-01 / подготовлен ФГУП «Стандартиформ». – Москва : Стандартиформ, 2018. – 32 с.
8. ГОСТ Р МЭК 61960-3-2019. Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие неокислотные электролиты. Литиевые аккумуляторы и батареи для портативных применений. Часть 3. Призматические и цилиндрические литиевые аккумуляторы и батареи (IEC 61960-3:2017, IDT) : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 октября 2019 г. № 1000-ст : взамен ГОСТ Р МЭК 61960-2007 / подготовлен Национальной ассоциацией производителей источников тока «РУСБАТ». – Москва : Стандартиформ, 2019. – 20 с.
9. GDF-15. – Текст : электронный // MXUS : [сайт]. – 2022 – URL: [http://www.mxusebikekit.com/pro\\_info.asp?Pid=21](http://www.mxusebikekit.com/pro_info.asp?Pid=21).
10. ТР ТС 010/2011. О безопасности машин и оборудования : утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 года № 823 : с изменениями, внесенными решением Совета ЕЭК от 16 мая 2016 года № 37. – Текст : электронный // Ростехнадзор : [сайт]. – URL: <http://mos.gosnadzor.ru/about/documents/%D0%A2%D0%A0%20%D0%A2%D0%A1%200102011%20%D0%9E%20%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8%20%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%20%D0%B8%20%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F.pdf>.

*М. М. Саиян, Д. Н. Зекун*  
**ГУ «Проектно-конструкторский технологический институт», г. Донецк**  
**Анализ конструкций, характеристик и методов испытаний**  
**эвакуационных электрических тележек**

Целью статьи является сравнительный анализ технических характеристик и конструкций, электрических эвакуационных тележек, предназначенных для перемещения и эвакуации раненых и пострадавших на догоспитальном этапе, а также ознакомление с методами их испытаний.

Характерными особенностями конструкции тележек является то, что обе представленные модели имеют складную раму и могут находиться в разложенном, сложенном и транспортном положении, со снятыми колесами. Обе модели также имеют автономный ход, с питанием от аккумуляторной батареи, в них применены безколлекторные двигатели на постоянных магнитах с электронной коммутацией обмоток.

Разработанные методы испытаний авторы предлагают использовать для подтверждения наиболее важной заявляемой характеристики тележки – номинальной нагрузки, а также измерения дальности хода и подтверждения функционирования.

Номинальная нагрузка подтверждается испытаниями на динамическое воздействие, на статическое воздействие, на свободное падение и боковую статическую устойчивость.

Испытания проводят с применением стендов, конструктивная схема которых приводится в статье, указаны средства измерений, описан порядок проведения испытаний.

Методы разработаны с учетом информации, приведенной в стандартах на изделия, которые имеют сходные конструктивные признаки с тележкой.

Изложенная в статье информация, может быть использована при оценке соответствия тележек требованиям безопасности.

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕЛЕЖКИ, МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕЛЕЖЕК, КОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕЛЕЖЕК, ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕЛЕЖЕК**

*M. M. Saiyan, D. N. Zekun*  
**State Institution «Design and Construction Technological Institute», Donetsk**  
**Analysis of Designs, Characteristics and Test Methods of Electric Evacuation Trolleys**

The purpose of the article is a comparative analysis of the technical characteristics and designs of the electric evacuation trolleys designed for the movement and evacuation of the wounded and victims at the prehospital stage, as well as familiarization with the methods of their testing.

Characteristic features of the trolley design are that both presented models have a folding frame and can be in the unfolded, folded and transport position, with the motor wheels removed. Both models are also self-powered, powered by a battery, and use commutatorless permanent magnet motors with electronically switched windings.

The authors propose to use the developed test methods to confirm the most important declared characteristic of the trolley – the rated load, as well as measure the travel range and operation.

The rated load is confirmed by tests for dynamic impact, static impact, free fall and lateral static stability.

Tests are carried out using stands, the design diagram of which is given in the article. The measuring instruments are indicated and the test procedure is described.

The methods are developed taking into account the information given in the standards for products that have similar design features to the trolley.

The information presented in the article can be used to assess the compliance of trolleys with safety requirements.

**ELECTRIC TROLLEYS, ELECTRIC TROLLEY TESTING METHODS, ELECTRIC TROLLEY DESIGN, ELECTRIC TROLLEY TECHNICAL CHARACTERISTICS**

**Сведения об авторах:**

**М. М. Саиян, главный метролог**

Телефон: +7 856 343-59-91

Эл. почта: donpkti.donpkti@mail.ru

**Д. Н. Зекун, ведущий инженер**

Телефон: +7 856 343-59-91

Эл. почта: donpkti.donpkti@mail.ru

*Статья поступила 19.03.2024*

© М. М. Саиян, Д. Н. Зекун, 2024

*Рецензент: С. В. Никольшин, канд. техн. наук, доц.,  
 Автомобильно-дорожный институт  
 (филиал) ДонНТУ в г. Горловка*