ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 59888— 2021**

# ЛЕГКОРЕЛЬСОВЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

## Система торможения. Требования и методы проверки

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта» (ОАО «НИИАТ») совместно с Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «РСТ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 315 «Автомобильный и городской электрический транспорт»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии России от 25 ноября 2021 г. № 1602-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения . . . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . . . 1
3 Термины и определения. . . . . 1
4 Технические требования . . . . . 3
5 Методы проверки . . . . . 7
Приложение А (справочное) Метод расчета эквивалентных показателей процесса торможения ЛТС . 9

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# ЛЕГКОРЕЛЬСОВЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

## Система торможения. Требования и методы проверки

Lightrailtransport. Braking system. Requirements and test methods

**Дата введения — 2022—03—15**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на вновь изготавливаемые легкорельсовые транспортные средства (ЛТС), предназначенные для движения на линиях шириной колеи 1000, 1435 и 1524 (1520) мм с питанием от однопроводной контактной сети в соответствии с ГОСТ 6962 и устанавливает требования к системе торможения ЛТС в целом, их составным частям и методы проверки.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.2.032 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования

ГОСТ 2582 Машины электрические вращающиеся тяговые. Общие технические условия

ГОСТ 6962 Транспорт, электрифицированный с питанием от контактной сети. Ряд напряжений

ГОСТ 9219 Аппараты электрические тяговые. Общие технические требования

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **аварийное торможение:** Торможение, выполняемое тормозной системой ЛТС без дополнительного управляющего воздействия водителя при отказе одного или нескольких тормозов.

**Издание официальное**

3.2 **аварийно-принудительное торможение:** Осуществляется в случаях срабатывания устройства безопасности, при воздействии на рукоятки (кнопки) «СТОП» в ЛТС и в случае разрыва сцепки при работе ЛТС по СМЕ или в случае разрыва узла сочленения сочлененного ЛТС. Режим аварийно-принудительного торможения обеспечивается совместным действием двух или более тормозных систем с автоматической подачей песка под колеса ЛТС.

3.3 **бортовая сеть ЛТС:** Цепи ЛТС, гальванически связанные с бортовыми аккумуляторными батареями.

3.4 **водитель:** Лицо, осуществляющее ручное управление движением ЛТС.

3.5 **время задержки торможения:** Период времени, начинающийся с момента инициирования изменения (положительного или отрицательного) запроса на торможение и заканчивающийся по достижении 10 % установленного замедления.

3.6 **время нарастания торможения:** Период времени, начинающийся в конце времени задержки и заканчивающийся по достижении 90 % установленного замедления.

3.7 **время срабатывания тормоза:** Период времени, начинающийся с момента инициирования изменения (положительного или отрицательного) запроса на торможение и заканчивающийся по достижении 90 % установленного замедления. Время срабатывания соответствует сумме времени задержки и времени нарастания.

3.8 **замедление:** Результат действия силы, действующей в направлении, противоположном движению.

3.9 **легкорельсовое транспортное средство;** (ЛТС): Рельсовое транспортное средство с допустимой осевой массой не более 14 тонн.

3.10 **максимальная нагрузка ЛТС:** Нагрузка от массы пассажиров при максимальной пассажировместимости (сумма сидячих мест и стоящих пассажиров, из расчета восемь человек на 1 $м^2$ площади пола, предназначенной для стоящих пассажиров). Средняя масса пассажира — 70 кг.

3.11 **мгновенное замедление:** Абсолютное значение первой производной скорости по времени (во время торможения).

3.12 **номинальная нагрузка ЛТС:** Нагрузка от массы пассажиров при номинальной пассажировместимости (сумма сидячих мест и стоящих пассажиров, из расчета пять человек на 1 $м^2$ площади пола, предназначенной для стоящих пассажиров). Средняя масса пассажира — 70 кг.

3.13 **поезд:** Несколько сцепленных ЛТС, функционирующих в СМЕ, из которых не менее одного моторного.

3.14 **противоюзовая защита:** Система, оптимизирующая тормозные характеристики во время торможения в условиях пониженного сцепления колес с рельсами за счет предотвращения остановки вращения колес.

3.15 **приведение в действие:** Включение и выключение органа управления.

3.16 **рекуперативное торможение:** Режим электродинамического торможения, при котором электрическая энергия, вырабатываемая тяговыми двигателями, поступает в контактную сеть или внутренний накопитель.

3.17 **реостатное торможение:** Режим электродинамического торможения, при котором электрическая энергия, вырабатываемая тяговыми двигателями, поглощается в резисторах ЛТС.

3.18 **система многих единиц;** (СМЕ): Совместная синхронная работа в режимах тяги и торможения ЛТС в составе поезда с управлением из кабины водителя головного ЛТС.

3.19 **служебное торможение:** Регулируемое торможение, выполняемое для снижения скорости или остановки ЛТС, осуществляемое электродинамическим тормозом. При необходимости дотормаживание до остановки проводится механическими тормозами в автоматическом режиме.

3.20 **сочлененное легкорельсовое транспортное средство:** ЛТС, состоящее из двух или более секций, соединенных узлами сочленения.

3.21 **система торможения:** Совокупность исправных тормозных систем различного типа, установленных на ЛТС, создающих искусственное сопротивление движению ЛТС, которая служит для уменьшения его скорости и остановки. Система торможения выполняет функции служебного, экстренного торможения, удержания ЛТС на остановке и уклоне и принудительного торможения; состоит из тормозных систем: электродинамической, рельсового тормоза и механического тормоза.

3.22 **стояночный тормоз:** Тормоз, обеспечивающий неподвижность ЛТС на уклоне.

3.23 **тележка ЛТС:** Элемент экипажной части ЛТС, обеспечивающий опору кузова на рельсы, передачу, восприятие и амортизацию динамических нагрузок, создание тяговой (для самоходных ЛТС) и тормозной силы.

3.24 **тип тормозного механизма:** Рельсовый, механический, электродинамический. Определяется по механизму торможения.

3.25 **торможение:** Процесс, в результате которого возникает сила, противодействующая движению ЛТС, вызывающая управляемое замедление движения ЛТС или предотвращающая движение стоящего ЛТС.

3.26 **тормоз:** Оборудование, основной функцией которого является вызов торможения.

3.27 **тормозной привод:** Совокупность элементов, находящихся между органом управления и тормозом и обеспечивающих между ними функциональную связь. Привод может быть механическим, гидравлическим, пневматическим, электрическим или гибридным.

3.28 **тормозной путь:** Расстояние, пройденное с момента инициирования запроса на торможение до остановки ЛТС.

3.29 **тормозная система с гидравлическим приводом:** Тормозная система, в которой энергия обеспечивается давлением тормозной жидкости, создаваемым одним или несколькими нагнетательными насосами, каждый из которых оснащен устройством для ограничения максимальной величины давления. Величина максимального давления устанавливается изготовителем ЛТС.

3.30 **тормозная система с пневматическим приводом:** Тормозная система, в которой энергия обеспечивается давлением сжатого воздуха, создаваемого компрессором (компрессорами).

3.31 **устройство безопасности:** Коммутационное устройство в виде педали или кнопки, установленное в кабине водителя, одной из основных функций которого является включение принудительного торможения.

3.32 **эквивалентное время срабатывания тормоза, $t_e$:** Теоретическое время срабатывания, используемое для расчета тормозного пути; в течение этого времени теоретическое замедление равно нулю; по истечении этого времени оно равно $b_e$.

3.33 **эквивалентное замедление, $b_e$:** Теоретическое постоянное значение замедления, используемое для расчета тормозного пути.

3.34 **экипажная часть ЛТС:** Конструктивная часть ЛТС, воспринимающая нагрузку и направляющая движение ЛТС по рельсам.

3.35 **экстренное торможение:** Торможение, необходимое для предельно быстрой остановки ЛТС, осуществляемое совместным действием всех тормозных систем с автоматической подачей песка под колеса ЛТС и подачей звукового сигнала (звонка).

3.36 **электродинамическое торможение:** Торможение тяговыми двигателями, переведенными в генераторный режим.

## 4 Технические требования

### 4.1 Общие положения

4.1.1 Система торможения ЛТС должна обеспечивать:

- замедление или остановку движущегося ЛТС;
- неподвижное состояние стоящего ЛТС;
- регулирование скорости ЛТС на уклоне.

Система торможения ЛТС должна быть спроектирована и изготовлена таким образом, чтобы:

- обеспечивать остановку ЛТС без риска для пассажиров и третьих лиц с приемлемым уровнем изменения ускорения в соответствии с пунктом 4.2.2 настоящего стандарта (служебное торможение);
- номинальные характеристики тормозной системы соответствовали преобладающим уклонам и конкретным условиям эксплуатации;
- обеспечивать работоспособность в климатических условиях в соответствии с ГОСТ 15150.

4.1.2 Служебная система торможения должна быть спроектирована в расчете на частое использование водителем в управлении ЛТС. Расположение органа управления должно соответствовать эргономическим требованиям ГОСТ 12.2.032. Усилие на органе управления, не должно превышать: при ручном приводе — 60 Н; при ножном приводе — 70 Н. Орган управления — контроллер водителя (КВ).

4.1.3 Орган управления системы экстренного торможения — контроллер водителя.

4.1.4 Стояночная тормозная система ЛТС должна обеспечивать на чистых и сухих рельсах неподвижное состояние трамвая при максимальной технической массе на уклоне 9 %.

4.1.5 В ЛТС должно быть предусмотрено аварийно-принудительное торможение.

4.1.6 Каждая тележка ЛТС (моторная и безмоторная) должна быть оборудована механическими и рельсовыми тормозами. В случае безтележечного исполнения экипажной части ЛТС также должно оборудоваться механическими и рельсовыми тормозами.

4.1.7 При конструктивном исполнении механического тормоза, не выполняющего функции стояночного, ЛТС оборудуют дополнительной стояночной тормозной системой. Стояночная тормозная система должна иметь орган управления независимый от органа управления служебным торможением.

4.1.8 Любая неисправность систем торможения не должна препятствовать остановке ЛТС при помощи аварийного торможения. При отказе электродинамической тормозной системы во время торможения должен автоматически вступать в действие механический тормоз.

4.1.9 ЛТС должно быть оборудовано, помимо устройства безопасности, включающим аварийно-принудительное торможение ЛТС при потере бдительности водителем, дополнительным органом управления — аварийно-принудительным торможением, получающим питание по резервной цепи управления. Устройство безопасности должно быть работоспособно в условиях отсутствия как высокого, так и низкого напряжения в бортовой сети.

4.1.10 Для исключения юза (блокирования) колес при торможении ЛТС должна быть установлена противоюзовая (антиблокировочная) система.

4.1.11 Торможение осуществляется следующими тормозными системами:

- электродинамической (торможение тяговыми двигателями в генераторном режиме);
- механическим (стояночным) тормозом;
- электромагнитным рельсовым тормозом.

Порядок работы тормозных систем приведен в таблице 1.

Таблица 1 — Порядок работы тормозных систем

| Функция системы торможения | Орган управления | Электродинамический тормоз | Механический тормоз | Магнитный рельсовый тормоз | Антиблокировочная защита колес | Срабатывание песочниц |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Служебное торможение | КВ | Да | Опция* | Нет | Да | При юзе |
| Экстренное торможение** | КВ | Да | Да | Да | Да | Да |
| Аварийно-принудительное торможение | Педаль безопасности | Опция | Да | Да | Опция | Да |
| Аварийно-принудительное торможение | Дополнительный орган управления | Опция | Да | Да | Опция | Да |
| Аварийно-принудительное торможение | Разрыв сцепки СМЕ | Опция | Опция | Да | Опция | Да |
| Рельсовый тормоз (РТ) | Включение РТ | Нет | Нет | Да | Нет | Да |
| Стояночный тормоз (удержание на уклоне) | — | Нет | Да | Нет | Нет | Нет |

* Да или нет в зависимости от конструкции ЛТС.
** Возможно не одновременное включение всех тормозных систем.

4.12 При работе нескольких ЛТС в поезде по СМЕ и в сочлененном вагоне должна быть обеспечена синхронность работы тормозов всех ЛТС (секций).

### 4.2 Функциональные требования

#### 4.2.1 Тормозной путь

Длина тормозного пути ЛТС с номинальной нагрузкой при торможении со скоростью 40 км/ч, м, должна быть не более, м:

- при служебном торможении .....60;
- при экстренном торможении .....30;
- при аварийном служебном торможении .....100;
- при аварийном экстренном торможении .....60.

#### 4.2.2 Замедление

Эффективность торможения должна быть обеспечена следующими системами замедления при номинальной нагрузке ЛТС (таблица 2).

Метод определения показателей эквивалентного времени срабатывания торможения и эквивалентного замедления приведен в приложении А.

Таблица 2 — Требования к замедлению ЛТС при различных режимах торможения

| Параметр | Торможение/орган управления | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Служебное/ КВ | Экстренное/ КВ | Аварийно-принудительное торможение/ Педаль безопасности | Аварийно-принудительное торможение/ Дополнительный орган управления | Аварийно-принудительное торможение/ Стоп-кран | Аварийно-принудительное торможение/ разрыв сцепки, узла сочленения |
| Максимальное мгновенное замедление, м/с$^2$ | 2 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 |
| Максимальное эквивалентное время срабатывания, $t_e$, с | 1,5 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 1,5 | 1,5 |
| Максимальное эквивалентное замедление, $b_e$, м/с$^2$ | 1,5 | 4 | 4 | 4 | 1,5 | 1,5 |
| Минимальное эквивалентное замедление, $b_e$, м/с$^2$ | 1,42 | 3 | 3 | 3 | 1,42 | 1,42 |

#### 4.2.3 Требования к комфорту пассажиров

Комфорт пассажиров характеризуется максимальными значениями изменения процесса замедления. В таблице 3 приведены предельно допустимые характеристики замедления ЛТС.

Таблица 3 — Предельно допустимые характеристики замедления ЛТС по критерию комфорта пассажиров

| Характеристика замедления ЛТС | Служебное | Экстренное |
|---|---|---|
| Максимальное мгновенное замедление, м/с$^2$ | 2 | 5 |
| Максимальное (среднее) изменение замедления, м/с$^2$ | 1,5 | 4 |

### 4.3 Требования к электродинамическому торможению

4.3.1 Электродинамическое торможение осуществляется тяговыми двигателями в генераторном режиме. Пределы напряжения контактной сети в соответствии с ГОСТ 6962.

4.3.2 Электродинамическое торможение должно осуществляться и при отсутствии напряжения в контактной сети.

4.3.3 Электродинамическое торможение должно быть регулируемым по интенсивности.

4.3.4 Тяговые двигатели должны соответствовать ГОСТ 2582.

4.3.5 Электродинамический тормоз должен обеспечивать рекуперативное и реостатное торможение.

### 4.4 Требования к механическому тормозу

4.4.1 Питание механического тормоза не должно осуществляться от контактной сети. Пределы напряжения в соответствии с ГОСТ 9219.

4.4.2 Механический тормоз ЛТС должен иметь механизм принудительного растормаживания.

4.4.3 При отсутствии напряжения в контактной сети и в системе управления механический тормоз должен находиться в заторможенном состоянии.

4.4.4 Осуществление возможности оценки износа элементов тормоза, которые могут изнашиваться, например фрикционных накладок и барабанов/дисков.

### 4.5 Требования к рельсовому тормозу

4.5.1 Питание рельсового тормоза не должно осуществляться от контактной сети. Пределы напряжения в соответствии с ГОСТ 9219.

4.5.2 Должна быть обеспечена возможность регулировки зазора между тормозным башмаком и рельсом при износе.

### 4.6 Требования к пневматической системе тормозных механизмов

4.6.1 Давление сжатого воздуха в резервуарах, ограниченное предохранительным устройством, не должно превышать 1,3 МПа.

4.6.2 Не допускается подключение к резервуарам пневматических тормозных приводов потребителей сжатого воздуха, не относящихся к тормозным системам.

4.6.3 Снижение давления сжатого воздуха в резервуарах при неработающем компрессоре не должно быть более 0,05 МПа (0,5 кгс/см$^2$) значения нижнего предела, определяемого редукционным клапаном, в течение:

- при свободном положении органа управления тормозным приводом — 30 мин;
- при полном приведении в действие органа управления тормозным приводом — 15 мин.

4.6.4 Пневматическая система должна быть обеспечена:

- очисткой сжатого воздуха от пыли, влаги и масла;
- автоматическим удалением конденсата из резервуаров;
- предотвращением замерзания конденсата в механизмах и трубопроводах тормозного привода.

4.6.5 Требования ко времени наполнения сжатым воздухом резервуаров пневматического тормозного привода:

- при нарастании давления от 0 до 65 % значения нижнего предела регулирования давления в резервуаре тормозной системы, находящемся в наименее благоприятных условиях, время наполнения должно быть не более 3 мин;
- при нарастании давления от 0 до 100 % значения нижнего предела регулирования давления в резервуаре тормозной системы, находящемся в наименее благоприятных условиях, время наполнения должно быть не более 8 мин;
- при определении времени наполнения резервуаров частота вращения вала компрессора должна соответствовать номинальной, указанной в инструкции предприятия-изготовителя.

Примечание — Наименее благоприятными условиями наполнения резервуара являются такие, при которых данный резервуар заполняется воздухом позднее других резервуаров.

4.6.6 Запас сжатого воздуха в резервуарах тормозного привода после восьмикратного полного приведения в действие органа управления приводом механической тормозной системы должен обеспечить эффективность торможения не менее, чем установлено для аварийной тормозной системы.

При определении запаса сжатого воздуха в резервуарах условия должны быть следующими:

- значение давления сжатого воздуха в резервуарах перед первым торможением должно соответствовать максимальному значению, установленному инструкцией предприятия-изготовителя;
- тормозные механизмы должны находиться в холодном состоянии и быть отрегулированы в соответствии с инструкцией предприятия-изготовителя;
- компрессор не должен подавать сжатый воздух в резервуары.

4.6.7 Время от начала приведения в действие органа управления привода механической тормозной системы ЛТС до момента, когда давление в исполнительном органе тормозного привода, находящимся в наименее благоприятных условиях, достигает 75 % давления, которое должно установиться в этом исполнительном органе при полном приведении в действие органа управления, не должно превышать 0,6 с.

4.6.8 Сжатый воздух, предназначенный для сжатия пружин тормозных энергоаккумуляторов, должен поступать из резервуара, питающего систему торможения.

4.6.9 Запас сжатого воздуха в резервуарах должен обеспечивать не менее чем трехкратное полное включение и выключение тормозных энергоаккумуляторов при соблюдении следующих условий:

- первоначальное значение давления сжатого воздуха в тормозных энергоаккумуляторах должно соответствовать верхнему пределу давления в резервуарах, предусмотренному в инструкции предприятия-изготовителя;
- компрессор не должен подавать сжатый воздух в резервуары;
- тормозные механизмы должны быть отрегулированы в соответствии с инструкцией предприятия-изготовителя.

Воздушные резервуары должны удовлетворять установленным нормативным требованиям.

### 4.7 Требования к гидравлическим тормозным системам с накопителями энергии

4.7.1 Должно быть установлено визуальное сигнальное устройство (красный предупреждающий сигнал), предупреждающее о том, что запас энергии, содержащийся в накопителе без подзарядки, может обеспечить не более четырех полных нажатий тормозного механизма. Подача сигнала также допускается в том случае, если уровень жидкости опускается ниже установленного значения.

4.7.2 Отверстия для наполнения резервуаров тормозной жидкостью должны быть легкодоступными и конструкция резервуаров должна обеспечивать контроль уровня жидкости без вскрытия емкостей.

## 5 Методы проверки

5.1 Тормозные свойства ЛТС при служебном (электродинамическом) торможении проверяют при следующих условиях:

- горизонтальный прямой участок пути (уклон не более 0,3 %), сухие и чистые рельсы;
- номинальной нагрузке.

5.2 Перед проверкой предварительно размещают на ЛТС, ориентируют, закрепляют и включают прибор для проверки тормозных систем в соответствии с инструкцией изготовителя прибора.

5.3 ЛТС разгоняют до нормативной скорости движения 40±4 км/ч и выполняют торможение при максимальной установке контроллера торможения, фиксируя с помощью прибора начало торможения и изменение замедления ЛТС от начала торможения до остановки.

5.4 Фиксируют следующие параметры: начало торможения, скорость ЛТС V, пройденный путь *S*, изменение замедления b, временной интервал t.

Определяют параметры: тормозной путь, среднее установившееся замедление, среднее замедление за период торможения.

5.5 Для проверки регулировки интенсивности в режиме электродинамического тормоза, торможение ЛТС проводится последовательно на всех позициях КВ.

5.6 Тормозные свойства ЛТС при совместном действии электродинамического, механического и рельсового тормоза (экстренном торможении) проверяют по методике, изложенной в 5.1—5.5.

5.7 Проверку удержания ЛТС на уклоне 9 % стояночным механическим тормозом проводится путем прямого измерения динамометром усилия тяги необходимого для начала движения, заторможенного ЛТС. Измеренное усилие должно быть больше скатывающей силы ЛТС с максимальной нагрузкой на уклоне 9 %.

### 5.8 Неопределённость измерений

Значения неопределённости измерений, не более:
- скорости 0,1 км/ч;
- замедления 1 %;
- длина тормозного пути 1 %;
- время торможения 0,1 с;
- тормозное усилие 0,5 %.

**Приложение А**
**(справочное)**

## Метод расчета эквивалентных показателей процесса торможения ЛТС

А.1 Тормозной путь рассчитывается с учетом следующих допущений:
- в течение эквивалентного времени срабатывания ($t_e$) ЛТС не передается замедление;
- по истечении времени $t_e$ замедление постоянное ($b_e$) до остановки ЛТС.

Расчет тормозного пути осуществляется по формуле (рисунок А.1):

$$S = V_0 t_e + V_0^2 / 2b_e, \quad (A.1)$$

где S — тормозной путь, м;

$V_0$ — начальная скорость ЛТС, м/с;

$t_e$ — эквивалентное время срабатывания, с;

$b_e$ — эквивалентное замедление, м/с$^2$.

А.2 Расчет эквивалентного времени срабатывания системы торможения ЛТС осуществляется по формуле (рисунок А.2):

$$t_e = t_{10} + (t_{90} - t_{10})/2, \quad (A.2)$$

где $t_{10}$ — время задержки, с;

$t_{90}$ — время срабатывания системы торможения, с.

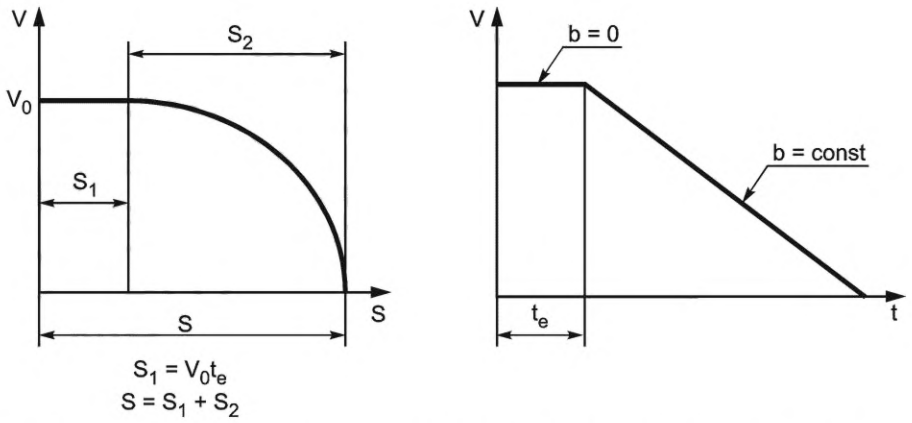
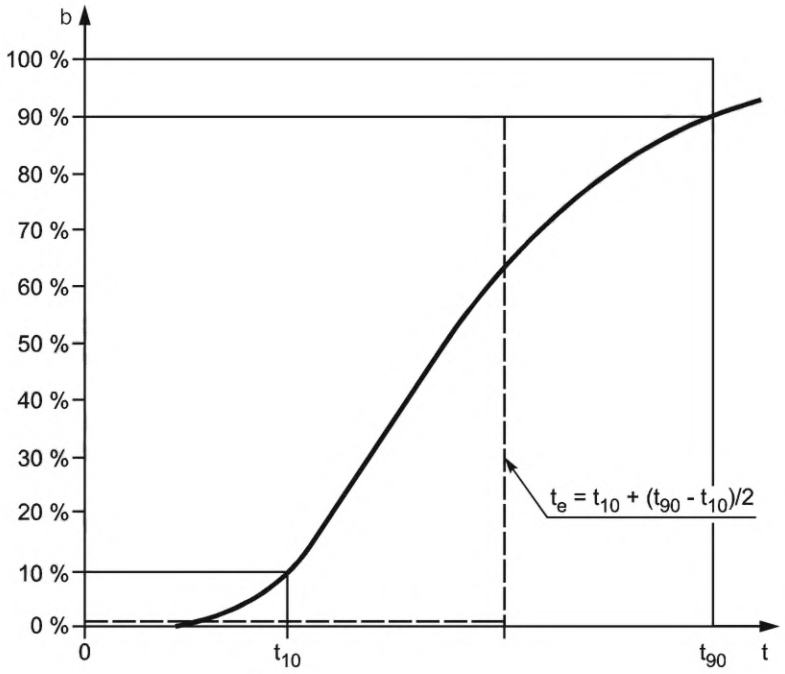



Рисунок А.1 — Допущения, принимаемые при расчете эквивалентных показателей тормозного пути




$t_{10}$ — время задержки; $t_{90}$ — время срабатывания системы торможения

Рисунок А.2 — График изменения замедления при торможении ЛТС

УДК 656.2:006.354 ОКС 03.220

Ключевые слова: легкорельсовые транспортные средства; система торможения; требования и методы проверки

Редактор *Г.Н. Симонова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 30.11.2021. Подписано в печать 20.12.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru