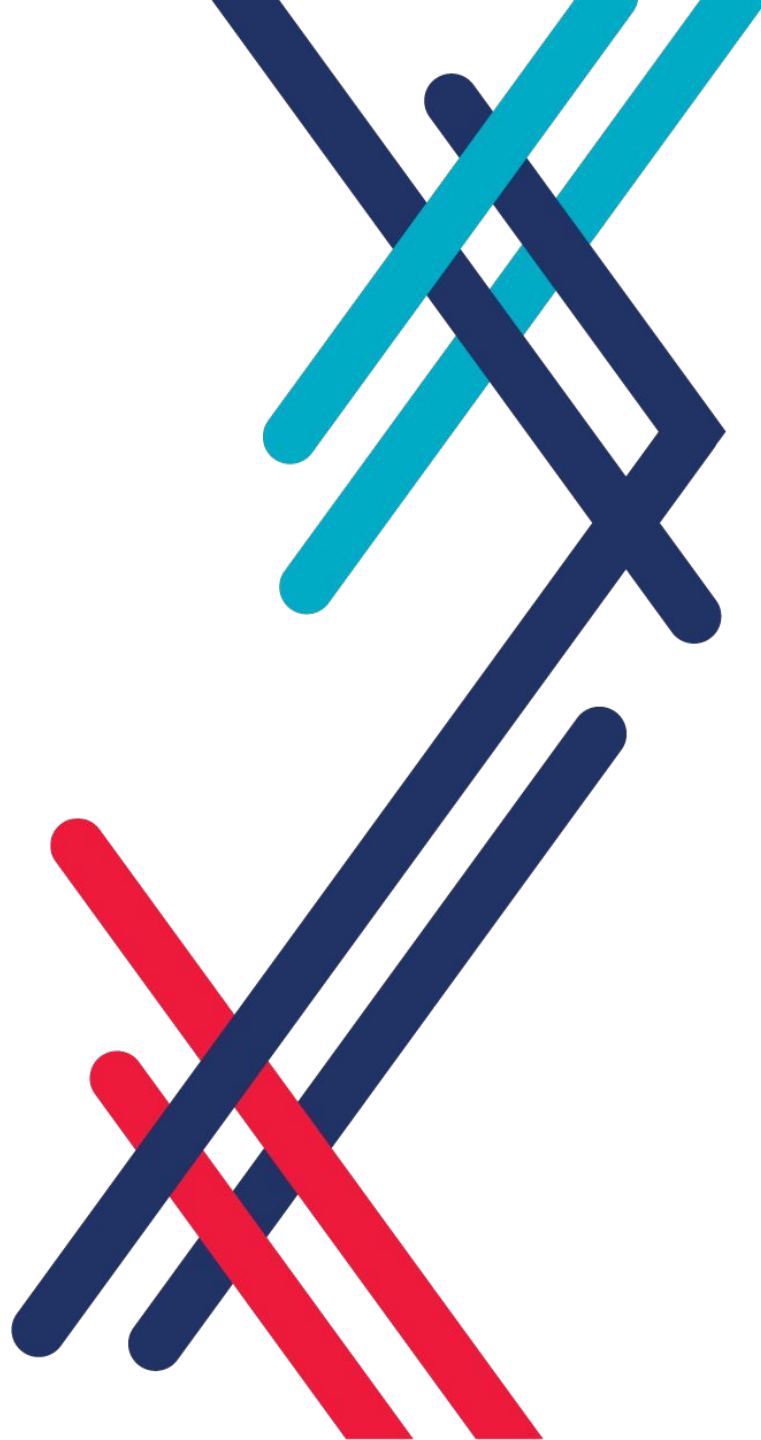


Применение современных передовых решений и технологий на контактных сетях электротранспорта г. Санкт-Петербург



ГЭТ
Электротранспорт
Санкт-Петербурга



В тяжелых климатических условиях нашего региона с годовыми перепадами температуры от $+30^{\circ}\text{C}$ до -30°C , высокой влажности воздуха - до 70%, наличием большого количества реагентов для обработки дорожного покрытия, кислотных осадков в виде дождя и снега создают множество проблем с содержанием, техническим обслуживанием подвесной системы и спецчастей контактной сети.

Основной проблемой является быстро прогрессирующая коррозия стальной подвесной системы, разрушение и пробой изоляции.

В эксплуатации ОСП «Энергохозяйство» СПб ГУП «Горэлектротранс» находится контактная сеть трамвая и троллейбуса:

Контактная сеть трамвая – **556,15 км.о.п.**

Контактная сеть троллейбуса – **679,61 км.о.п.**

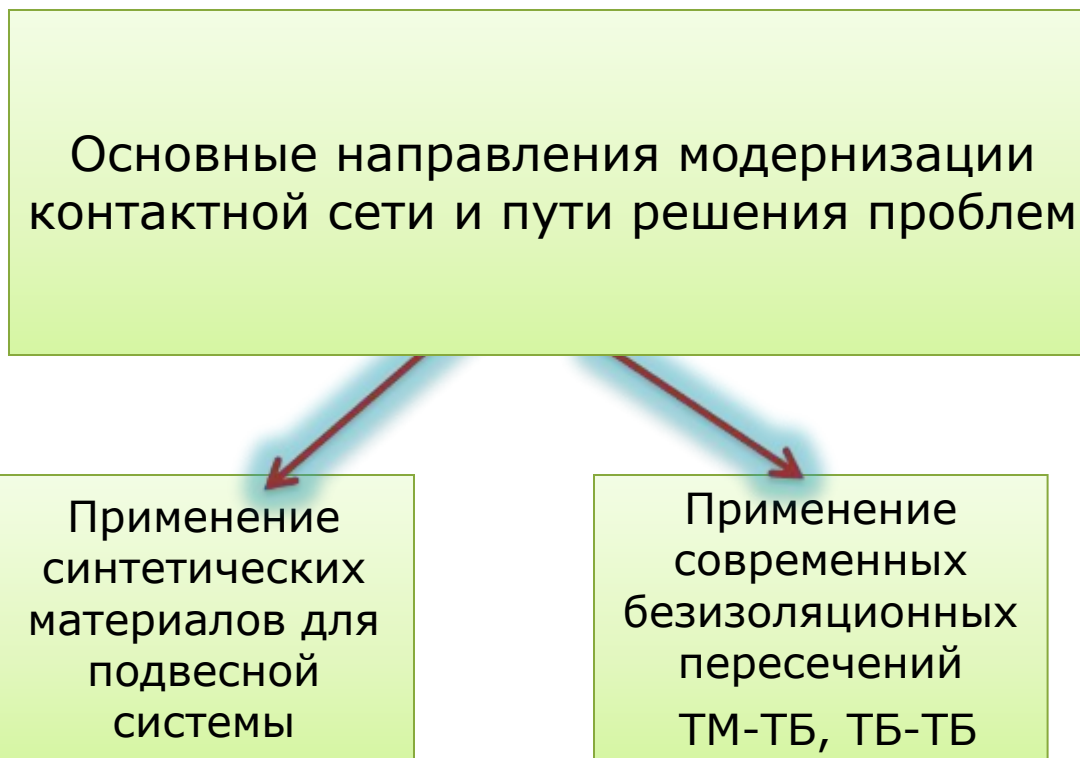
Количество пересечений ТМ-ТБ – **500 шт**

Количество пересечений ТБ-ТБ – **227 шт**

Количество изоляторов – **450 тыс. шт.**

из них пряжковых – **180тыс.шт.**

60% контактной сети имеет просроченный межремонтный период и требует капитального ремонта.



На контактной сети трамвая и троллейбуса в период с 1947 по 1998 г.г. применялись пряжечные изоляторы типов ИП-1 и ИП-2.

Длительная их эксплуатация без замены в нормативные сроки, а также постоянное применение на дорогах города в зимний период пескосоляных смесей привело в декабре 1998г. к массовому пробою изоляторов из-за оседания на поверхности водносолевой электролитической пленки. Это приводило к обрушению подвесок контактной сети.

Изоляторы ИП-1 и ИП-2 заменялись полимерными изоляторами, ребристая поверхность которых обладала худшей адгезией и длина пути тока утечки у этих изоляторов в разы больше, чем у изоляторов прежней конструкции.

В настоящее время на линии остается не менее 40% от общего количества изоляторов устаревшей конструкции, которые давно потеряли свои диэлектрические и прочностные свойства.



Пряжковый изолятор



Полимерный изолятор

На сегодняшний день основными материалами для подвесной системы контактной сети является стальная проволока и стальной трос. Эти материалы обладают рядом недостатков:

- низкая коррозионная стойкость, как следствие недолговечность;
- хорошая токопроводимость, как следствие необходимость применения большого количества изоляторов;
- наличие большого количества элементов в подвеске контактной сети;
- сложность конструкции и монтажа подвесной системы;
- необходимость применения шумоглушителей при расположении подвесок контактной сети на зданиях;
- сложность и трудоемкость их ремонта и обслуживания;
- Низкая эффективность шумоглушения.



Применение синтетических материалов для подвесной системы контактной сети является современным решением и лишает подвесную систему вышеописанных недостатков: синтетический трос не подвержен коррозии, он является диэлектриком и не требует дополнительных изоляторов, монтаж синтетического троса и арматуры подвешивания прост и не требует специальных навыков и инструмента, сам трос выполняет функции шумоглушения. Так же, подвеска контактной сети из синтетических материалов не подвержена температурным изменениям.

В западных странах синтетические материалы нашли широкое применение и успешно эксплуатируются на контактных сетях городского электротранспорта.

На сегодняшний день материалы и комплектующие для синтетической подвесной системы контактной сети трамвая и троллейбуса производятся за рубежом, например Maliko (Франция), Electroline (Чехия).

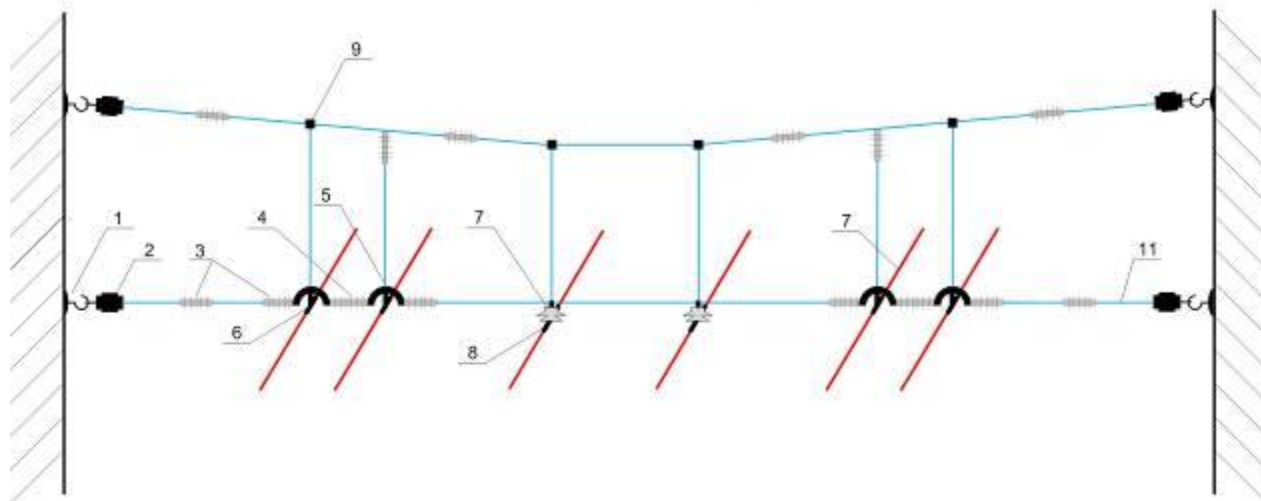
В условиях экономического кризиса и компании по импортозамещению товаров и продукции, а так же в связи с высокой стоимостью синтетических материалов зарубежного производства, предприятием «ТрансТек» (СПб) был разработан синтетический трос диаметром 11 мм на основе кевларовых волокон и проведены его механические испытания. Для испытаний были изготовлены концевые зажимы, по конструкции аналогичные зарубежным. Испытаниям были подвергнуты два образца по 3,5 метра. В ходе испытаний установлена разрывная нагрузка для первого образца – 4800 кг, для второго – 4000 кг.

Эти показатели значительно превосходят зарубежные аналоги. Заявленная разрывная нагрузка на трос 11 мм. производства Maliko (Франция) – 2000 кг. Синтетический трос зарубежного производства производится на основе полиэфирных волокон.

Российские компании на данный момент занимаются разработкой синтетического троса на основе полиэфирных волокон. Такое решение обладает более низкой стоимостью по сравнению с кевларом.

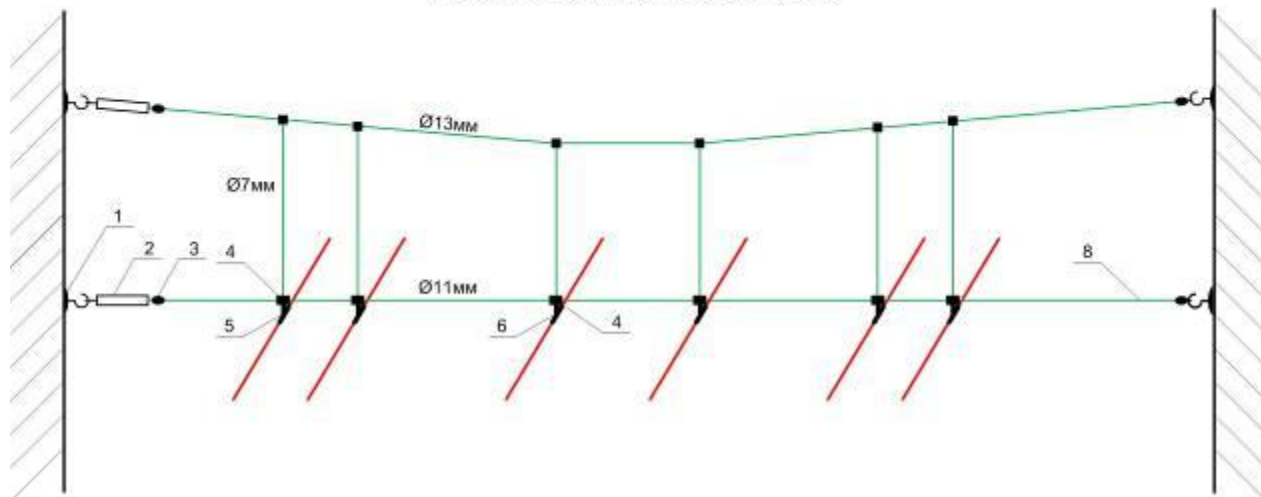
Сравнение устройства подвесных систем

Подвеска трамвайно-троллейбусная (система подвешивания поперечно-цепная)
на основе стального троса



№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Стенной крюк	4 шт.
2	Шумоглушитель	4 шт.
3	Изолятор НПСПо 36/800	12 шт.
4	Изолятор НСПо 51/800	2 шт.
5	Подвес двуплечий	4 шт.
6	Зажим подвесной троллейбусный	4 шт.
7	Изолятор ПСПо 9/800	2 шт.
8	Зажим подвесной трамвайный	2 шт.
9	Зажим струновой	4 шт.
10	Контактный провод	
11	Стальная проволока диам. 5 мм.	
Всего элементов:		38

Подвеска трамвайно-троллейбусная (система подвешивания простая-поперечная)
на основе синтетического троса



Ориентировочная стоимость одной подвески (длина 30м) - **22000 руб.**

№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Стенной крюк	4 шт.
2	Муфта натяжная	2 шт.
3	Зажим концевой	4 шт.
4	Зажим клиновой	6 шт.
5	Зажим подвесной троллейбусный	4 шт.
6	Зажим подвесной трамвайный	2 шт.
7	Контактный провод	
8	Трос синтетический	
Всего элементов		22

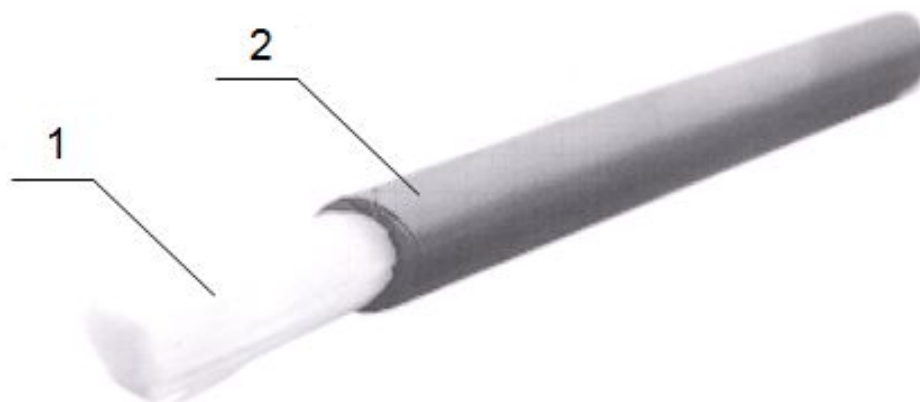
Ориентировочная стоимость одной подвески (длина 30м) - **50000 руб.**

Для расчета принималась стоимость материалов Elektroline (Чехия) на 2014 год.

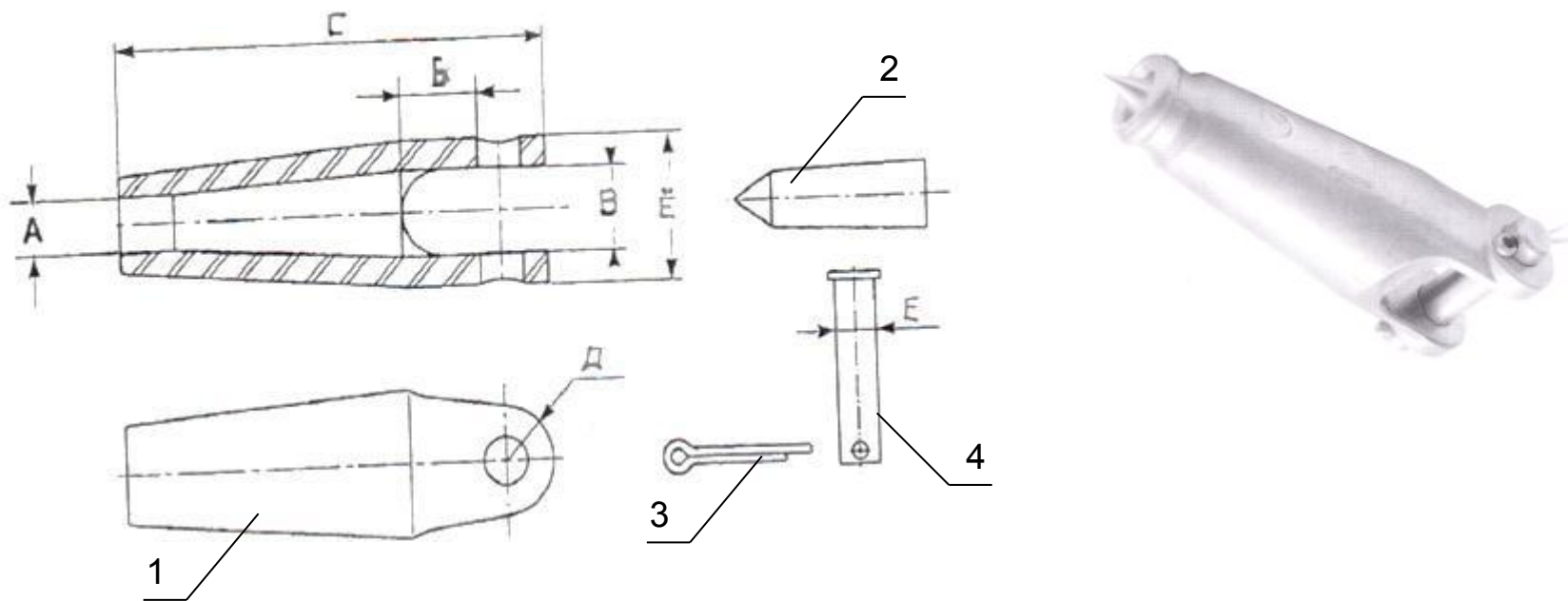
— стальной трос диам. 5 мм — синтетический трос — контактный провод

- 1. Синтетический трос**, состоит из полиэфирных волокон (1) в оболочке из черного полиэтилена (2). Технические характеристики приведены в таблице.

№п п	Марка	Диамет р, мм	Разрывна я нагрузка, кг	Растяжение при разрывной нагрузке, %
1	па7т05	7	500	5,2
2	па11т2	11	2000	5,2
3	па14т4	13,5	3500	5,2

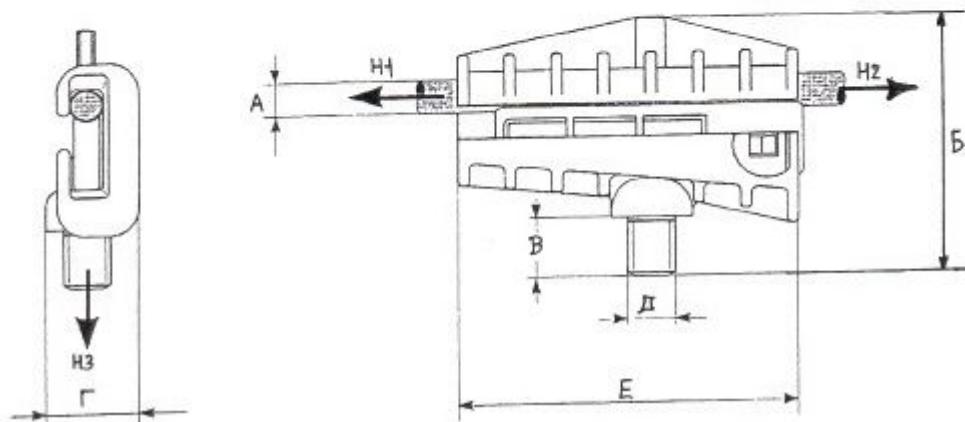
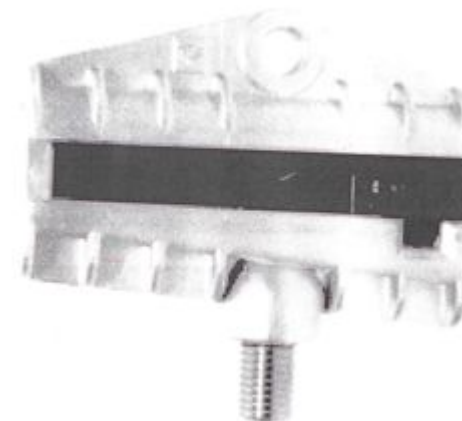
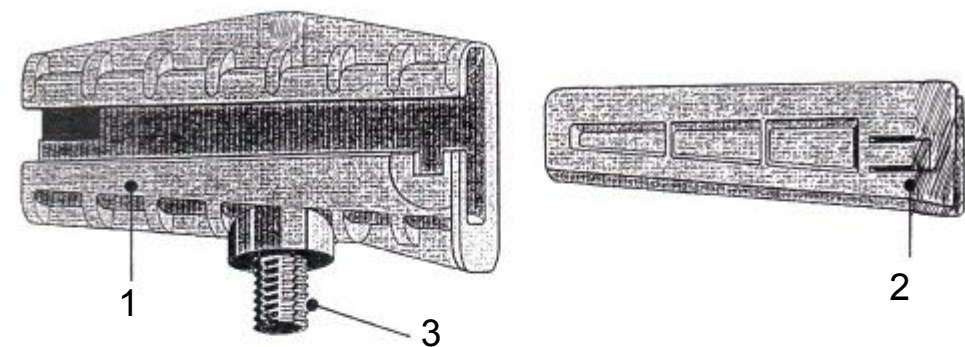


2. Зажим концевой – предназначен для крепления синтетического троса к точкам подвешивания (опорам контактной сети или крюкам зданий и сооружений). Для разных диаметров синтетического троса применяются разные концевые зажимы.

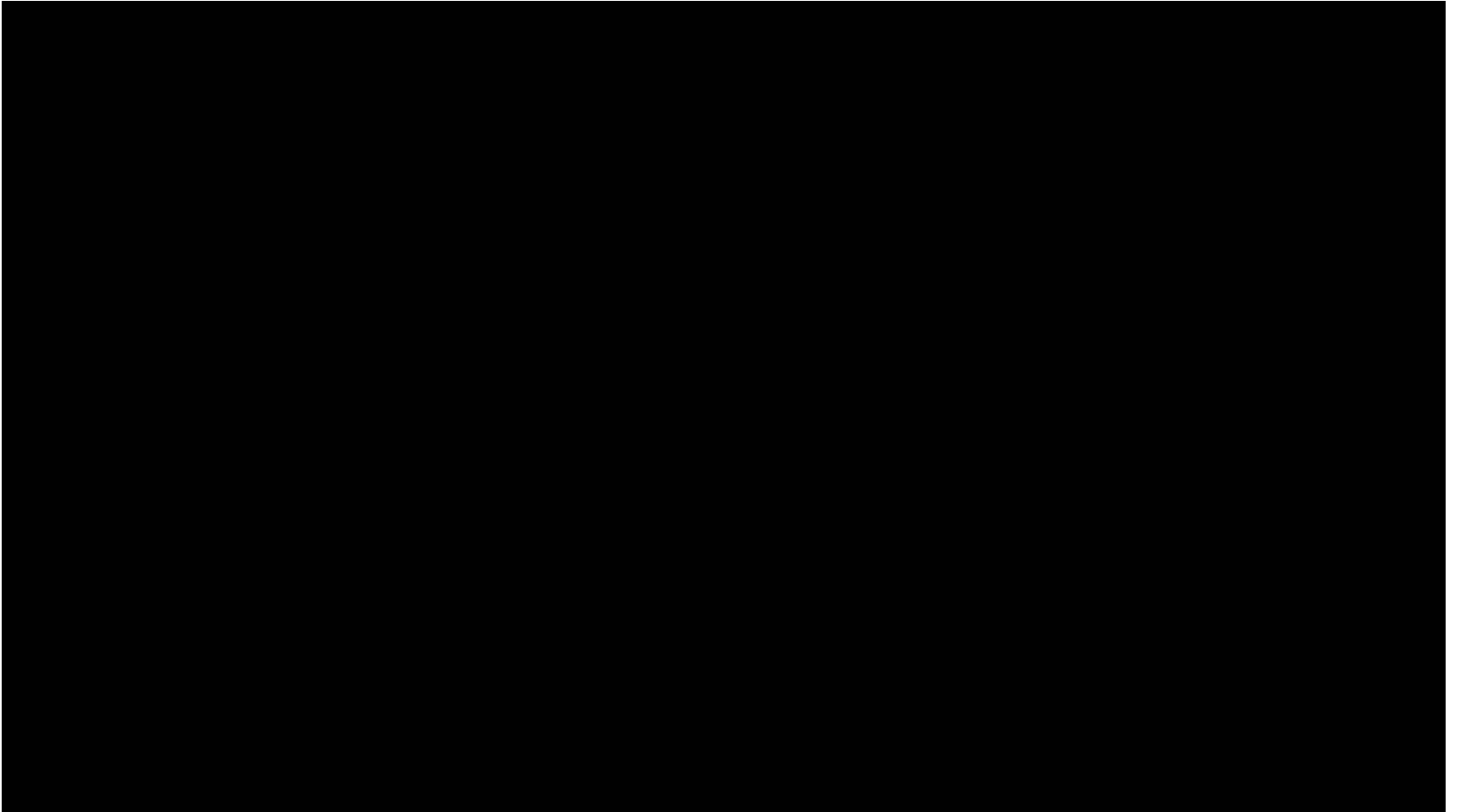


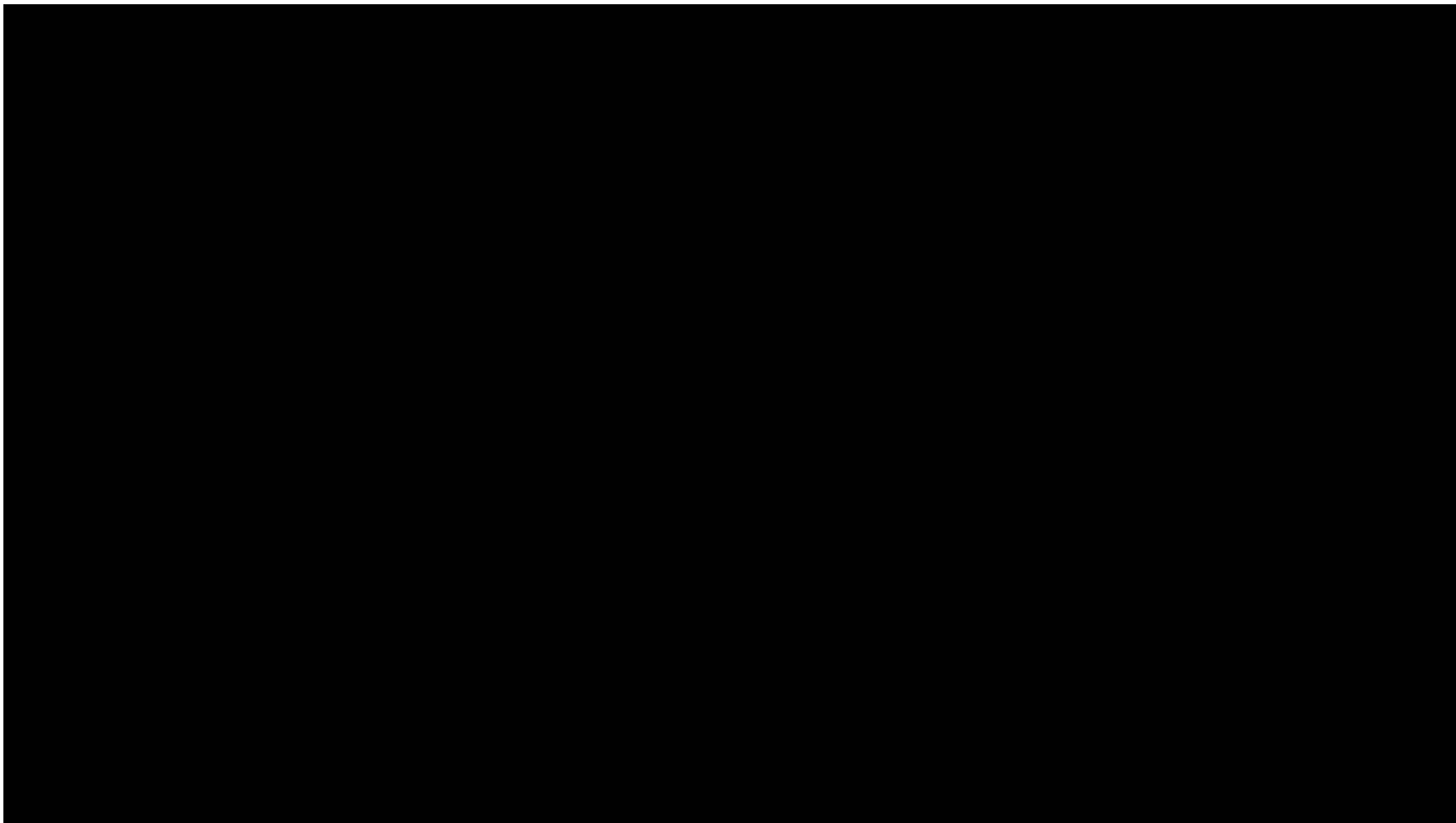
1. Корпус (сплав алюминия);
2. Клин (сплав алюминия);
3. Шплинт (нержавеющая сталь);
4. Штифт (нержавеющая сталь)

3. Зажим клиновой – предназначен для крепления на синтетическом тросе арматуры, держащей контактный провод.



1. Корпус (сплав алюминия); 2. Клин (полиамид с добавкой стекловолокна)
3. Болт М16 (нержавеющая сталь)





Синтетическая подвесная система в эксплуатации показала себя с лучшей стороны. За 5 лет эксплуатации подвесная система сохранила свои эксплуатационные качества и хороший внешний вид.

1. Приобретены синтетические материалы производства «Elektroline» Чехия для их монтажа на **Бассейной ул. от пр. Ю.Гагарина до пр.Космонавтов** – 1,1 км одиночного пути троллейбуса. (Общая стоимость материалов 2 330 592 руб.)
2. **В 2016 году** планируется приобретение синтетических материалов российского производства для монтажа контактной сети на следующих адресах:
 - **1-я Красноармейская от Московского пр. без узла до Троицкого пр. с петлей на ул. Егорова**, протяженность участка: трамвайной линии – 1180 м, троллейбусной линии – 3322 м
 - **Троицкий пр. от Лермонтовского пр. без узла до 1-ой Красноармейской**, протяженность участка: трамвайной и троллейбусной линий – 820 м
 - **Кузнецовская ул. от Московского пр. без узла до пр. Юрия Гагарина**, протяженность участка троллейбусной линии – 1580 м
 - **Кондратьевский пр. от пр. Металлистов без узла до пр. Мечникова**, протяженность участка троллейбусной линии – 3400 м
 - **пр. Мечникова от Кондратьевского пр. до Пискаревского пр.**, протяженность участка троллейбусной линии – 2700 м
 - **Дальневосточный пр. от ул. Дыбенко без узла до Народной ул.**, протяженность участка трамвайной линии – 1900 м
 - **пр. Мориса Тореза от Светлановского пр. без узла до пл. Мужества**, протяженность участка троллейбусной линии – 3490 м
 - **ул. Нахимова от Наличной ул. без узла до ул. Кораблестроителей**, протяженность участка троллейбусной линии – 1229 м
 - **пр. Медиков от наб. реки Карповки до Кантемировского моста**, протяженность участка троллейбусной линии – 1887 м
 - **ул. Белы Куна от Будапештской ул. без узла до Софийской ул.**, протяженность участка троллейбусной линии – 2693 м
 - **Чугунная ул. от Литовской ул. без узла до Арсенальной ул.**, протяженность участка троллейбусной линии – 2963 м
 - **Лиговский пр. от наб. Обводного канала до Расстанной ул.**, протяженность участка: трамвайной линии – 2670 м

ВСЕГО: 30645 м

На перекрестках улиц с трамвайным и троллейбусным движением необходимы специальные устройства, обеспечивающие движение токоприемников при пересекающихся проводах.

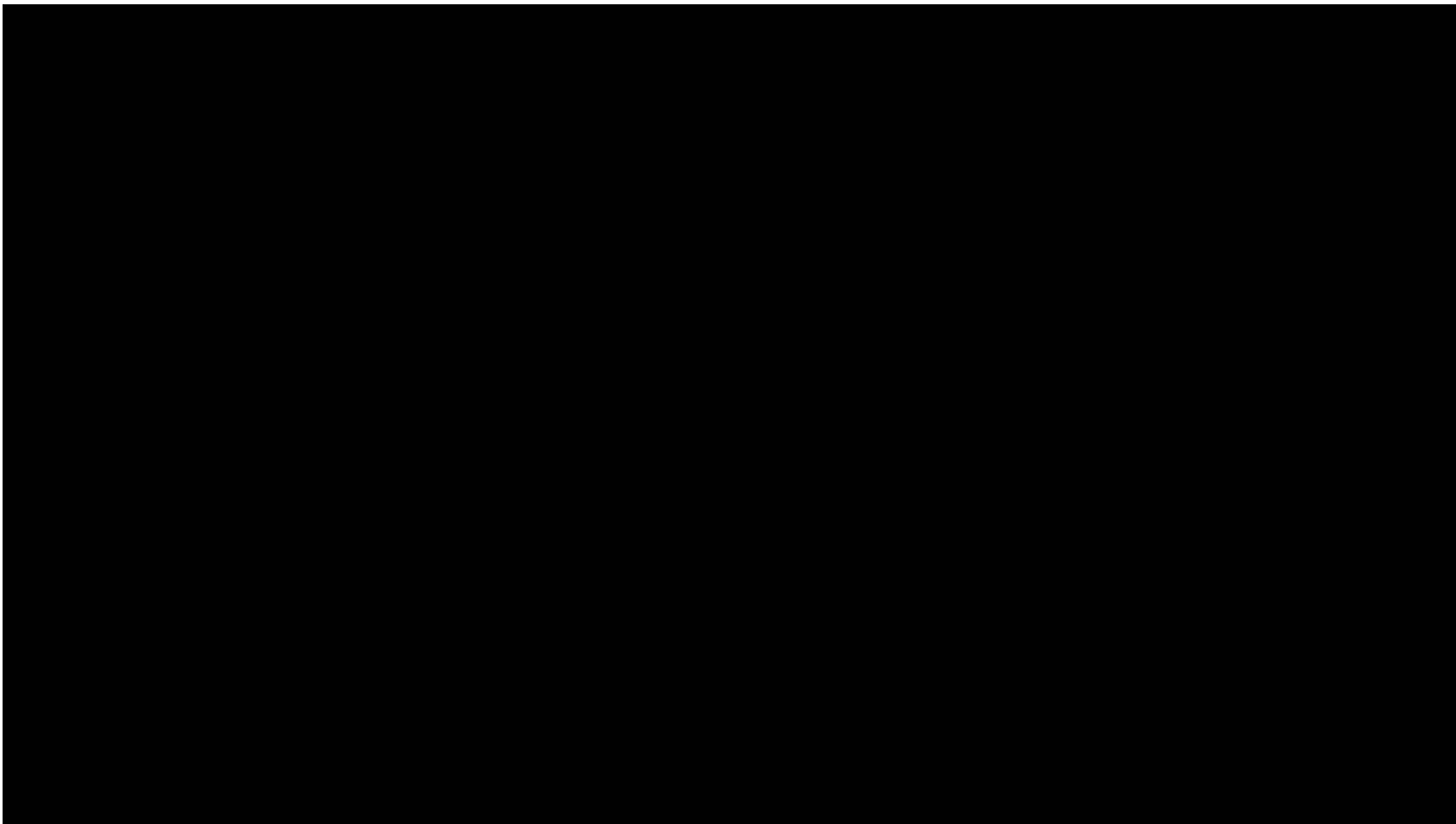
Наиболее просто выполняется пересечение трамвайных проводов на крестовинах. Значительно сложнее решается задача, когда пересекаются контактные провода трамвая и троллейбуса.

Конструкция существующих пересечений трамвая и троллейбуса предполагает наличие изолированного участка. Этот участок водители трамваев должны проходить накатом, однако часто, в условиях интенсивного движения, для предотвращения ДТП водители вынуждены совершать остановку под пересечением. При попадании контактной вставки токоприемника на изолированный участок трамвай остается без движения и не в состоянии покинуть данный участок без помощи спец. техники.

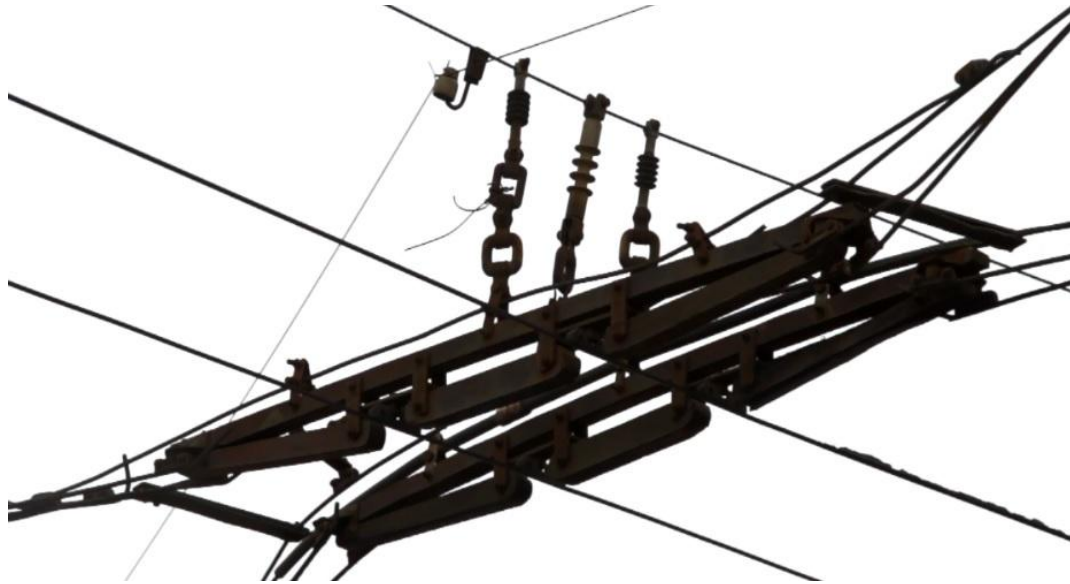
По данным статистики, за 2014 год, в Санкт-Петербурге зафиксировано более **500 случаев** остановки трамвайных вагонов под трамвайно-троллейбусными пересечениями. Среднее время простоя вагона при остановке под трамвайно-троллейбусным пересечением составляет **25 мин** или более **200 часов** в год в масштабах Санкт-Петербурга. Данная статистика не учитывает случаи остановки под пересечениями малой длительности (при выезде из под изолированного участка при помощи автономного хода или другим способом). Задержка движения связанная с остановкой вагона под пересечением приводит так же к простоям других вагонов.

Наиболее остро данная проблема стоит на следующих адресах (данные за 2014 год): Заневская пл. (140 случаев), перекресток пр. Энгельса и пр. Просвещения (52 случая), перекресток ул. Комсомола и ул. Лебедева (46 случаев), Светлановская пл. (35 случаев), пл. Ленина (29 случаев) и др.





Существующие пересечения устаревшей конструкции



Существует два варианта решения проблемы остановки вагонов под трамвайно-троллейбусными пересечениями

Оснащение вагонов автономным ходом

- (+) □ Кроме выезда из под пересечений может использоваться для самостоятельного выезда из под поврежденного или обесточенного участка контактной сети.
- (-) □ Необходимость переоборудования всего подвижного состава (на сегодняшний день из 787 вагонов только 280 (или 35%) оборудованы автономным ходом).
- (-) □ Есть случаи задержек движения при остановке под пересечениями подвижного состава оборудованного автономным ходом (неисправность системы автономного хода)
- (-) □ Высокая стоимость (стоимость переоборудования одного старого вагона в районе **270 тыс. руб** или **145 млн. руб** на переоборудование всего подвижного состава не оборудованного автономным ходом).

Применение безизоляционных пересечений современной конструкции

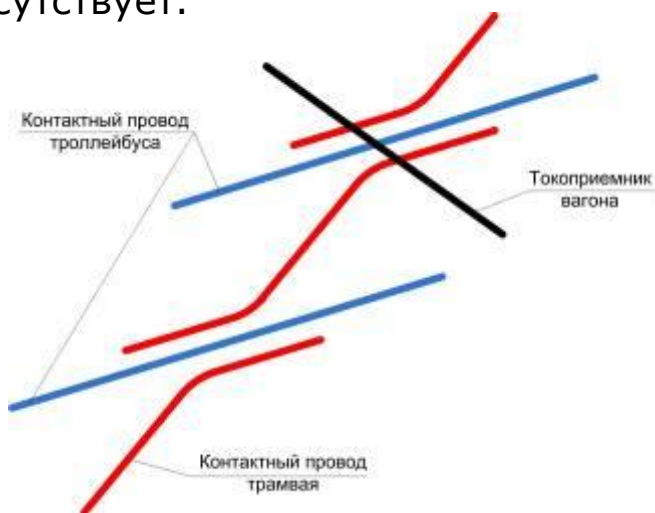
- (+) □ Исключает возможность остаться без движения независимо от типа вагона и его оснащения.
- (+) □ Позволяет более эффективно бороться с данной проблемой, путем установки безизоляционных пересечений в наиболее приоритетные места.
- (+) □ Сравнительно более низкая цена. Стоимость одного безизоляционного пересечения **175 тыс. руб.** или **87,5 млн. руб.** на замену всех пересечений трамвай-троллейбус Санкт-Петербурга.

Безизоляционные пересечение современной конструкции лишены этих недостатков ввиду отсутствия изолированного участка. Несмотря на то, что данные пересечения водители так же должны проходить в режиме «без тока», в случае вынужденной остановки под пересечением трамвай может продолжить движение своим ходом.

На сегодняшний день на контактной сети электрического транспорта в Санкт-Петербурге эксплуатируются безизоляционные пересечения фирм ESCO (Чехия), Elektroline (Чехия) и ООО «ИВИС» (Россия).

Безизоляционные пересечения ESCO и Elektroline (Чехия)

Принцип действия безизоляционных пересечений производства ESCO и Elektroline основан на возможности одновременного контакта токоприемника трамвая с добавочными проводами расположенными с двух сторон троллейбусного провода и имеющих одинаковый потенциал. Разрыв троллейбусных проводов отсутствует.



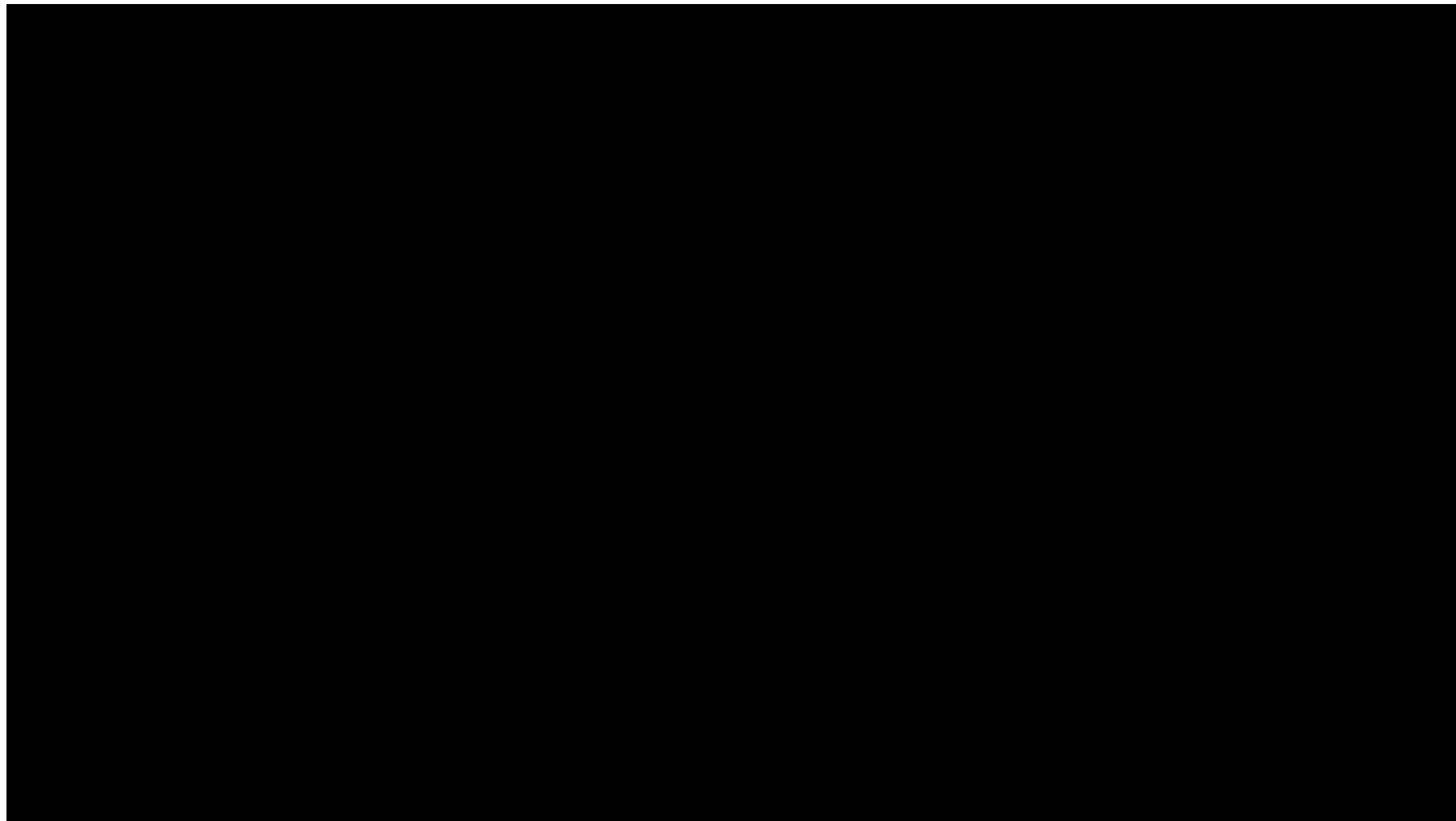
Безизоляционные пересечения ООО «ИВИС» (Россия)

Принцип действия безизоляционных пересечений производства ООО «ИВИС» основан на применении специального перекидывателя – механического устройства маятникового типа, которое позволяет токоприемникам любого типа преодолевать разрыв, образованный прохождением троллейбусных проводов. Наглядно, принцип действия безизоляционного пересечения ООО «ИВИС» представлен на следующем слайде.

Несмотря на более сложную конструкцию, обладает высокой надежностью при своевременном техническом обслуживании.

В процессе эксплуатации пересечения, следует производить профилактические осмотры (раз в 3 месяца) и профилактические ремонты (раз в 2 года).





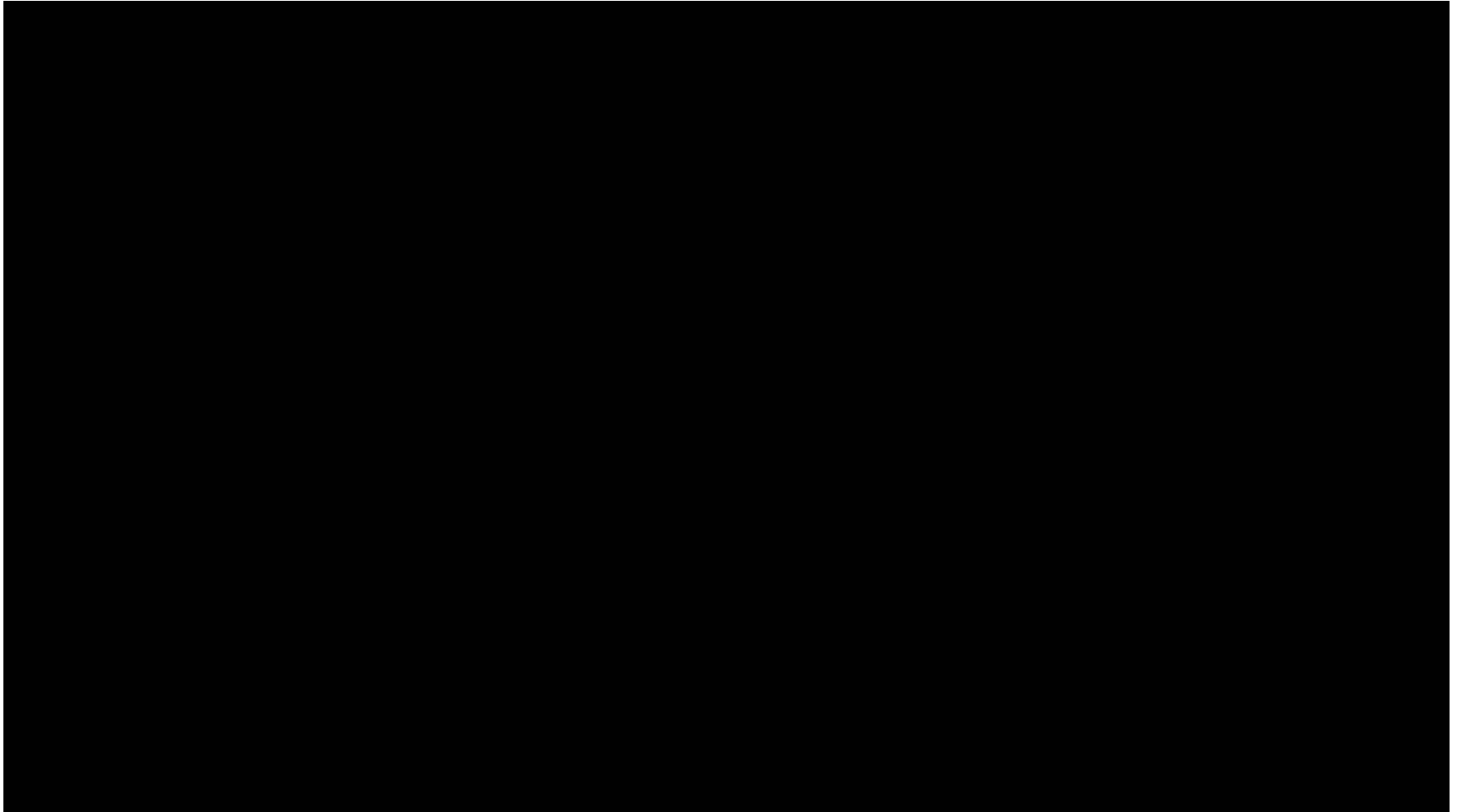
Безизоляционные пересечения разных конструкций обладают своими достоинствами и недостатками, разной областью применения.

Пересечения ESCO и Electroline

- (+) □ Обладает простой конструкцией, отсутствуют подвижные элементы
- (-) □ Предназначены для контактных вставок большого радиуса (> 4м). На вставках малого радиуса (2м), применяемых на трамваях Санкт-Петербурга не обеспечивается стабильное качество токосъема.
- (-) □ Предназначены для острых углов встречи контактных проводов (от 26 до 65 градусов). В Санкт-Петербурге в основном используются пересечения с углами встречи от 60 до 90 градусов.
- (-) □ Цена за одно пересечение от **317 до 342 тыс. руб.**
- Производятся за рубежом

Пересечения ООО «ИВИС»

- (-) □ Конструкция пересечения имеет подвижные элементы
- (+) □ Работают с контактными вставками малого радиуса.
- (+) □ Предназначены для углов встречи контактных проводов (от 60 до 90 градусов), наиболее применяемых в Санкт-Петербурге.
- (+) □ Цена за одно пересечение **172 тыс. руб.**
- (+) □ Производятся в России



- ! Опытная эксплуатация пересечений трамвай-троллейбус под током для углов встречи 60-90 градусов ООО «ИВИС» проходит успешно. Задержек движения, связанных с остановкой под данными пересечениями не зафиксировано.



ГЭТ
Электротранспорт
Санкт-Петербурга

Спасибо за внимание

