

- 2 Предусмотреть проведение ТО-2 вместе с диагностированием.
- 3 Разработать программу диагностирования ходовой части транспортных средств.

### **Литература**

1. Шеховцов, В. П. Электрическое и электромеханическое электрооборудование / В. П. Шеховцов. – Москва : Форум: Инфра -М, 2009. – 416 с.
- 2 Кобозев, В. М. Эксплуатация и ремонт подвижного состава городского электрического транспорта / В. М. Кобозев. – Москва : Высшая школа, 1982.
- 3 Южаков, Б. Г. Технология и организация обслуживания и ремонта устройств электроснабжения / Б. Г. Южаков. – Москва : Маршрут, 2004.
- 4 Макаров, Е. Ф. Обслуживание и ремонт электрооборудования / Е. Ф. Макаров. – Москва : Изд.центр «Академия», 2003.
- 5 Куценко, Г. Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт электроустановок / Г. Ф. Куценко. – Минск: Дизайн ПРО, 2003.
- 6 Овчинникова, Л. С. Система технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта: Справочное пособие для инженеров. /под ред. Л.С. Овчинникова. – Минск : Дизайн ПРО, 2007.

УДК621.332.36

#### **Способы повышения эффективности работы контактной сети путем модернизации кривых держателей**

*Учащиеся группы 32Г4б Дубина Р.В., Ядевич В.В.,  
преподаватель спецдисциплин Седюкова А.Л.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** Вопросы модернизации контактной сети весьма актуальны. В данной работе рассмотрены конструкция кривых держателей модели ДК-2, конструкция и принцип действия скоростной управляемой стрелки НЭМЗ, используемой в РФ, высказаны предложения по модернизации кривых держателей и стрелок.

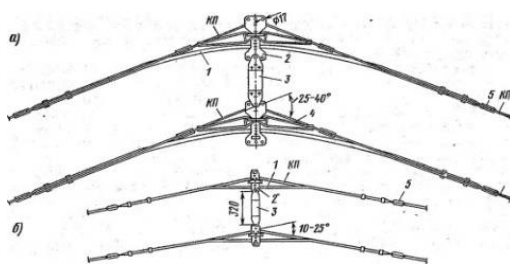
**Основная часть.** Контактная сеть необходима для питания общественного электрического транспорта.

В Республике Беларусь на данный момент контактная сеть (КС) городского электрического транспорта установлена в таких городах как: Минск, Гродно, Мозырь, Витебск. Протяженность троллейбусной контактной сети в Минске составляет 492,12 км. В отличие от троллейбусной КС, трамвайная КС в Минске малоразвита и составляет всего 31 км, хотя в странах Европы является основной. По сравнению с трамвайной контактной сетью, троллейбусная контактная сеть требует меньших затрат на сооружение инфраструктуры, и обходиться городу намного дешевле.

Несмотря на экономичность троллейбусной КС вопросы ее модернизации весьма актуальны. Модернизация КС состоит из модернизации отдельных элементов. К действующему оборудованию КС относятся: система подвески контактной сети, секционный изолятор, кривые держатели, стрелки, контактный провод и др.

В данной работе рассмотрены вопросы модернизации кривых держателей и стрелок.

Кривые держатели применяют в троллейбусной сети для подвески и изменения направления контактного провода в плане на угол  $6-45^\circ$  в одной точке. Для меньших углов поворота до  $8^\circ$  используют двуплечие подвесы с подвесными зажимами[1]. Конструкция кривых держателей представлена на рисунке 1.



а- тип КД 25/45; б - тип КД 10/25; КП - контактный провод; 1-бегунок; 2- плита; 3- планочный изолятор; 4- предохранитель; 5- концевой зажим

Рисунок 1 – Кривые держатели

На сегодняшний день недостатками кривых держателей модели КД являются:

- подверженность коррозии;
- жесткость конструкции;
- большая масса конструкции, что создает дополнительную нагрузку на КС.

Сталь, из которой изготовлены кривые держатели модели КД, покрыта антикоррозийным покрытием, но со временем оно начинает терять свои свойства, и происходит процесс коррозии, из-за которого кривые держатели приходят в негодность. Поэтому предпочтение было отдано легким и прочным композитам.

Используемые в Республике Беларусь кривые держатели модели КД имеют достаточно жесткую и тяжелую конструкцию, за счет чего ухудшается плавность хода при их прохождении. Аналогом кривых держателей модели КД, используемых в Республике Беларусь, являются кривые держатели модели ДК используемых в России.

Кривой держатель ДК-2 изготовлен из высокопрочных древесных композитных материалов, неподдающихся коррозии. Имеет более легкий вес и высокие эксплуатационные характеристики[2]. Установка такого держателя позволяет достичь максимальной плавности прохождения при движении по контактной сети, что в свою очередь способствует увеличению скорости проезда специальных участков и перекрестков. При эксплуатации ДК-2 уменьшаются энергопотери при токоёмке, улучшается эстетический вид контактной сети, повышается безопасность при производстве работ.

Кроме того, вес композитных деталей составляет меньше аналогичных деталей из стали, при превосходящей прочности, гибкости и устойчивости к давлению, не говоря уже о том, что как неметаллы, они, естественно, могут не бояться коррозии[3].

Автор предлагает рассмотреть возможность применения в конструкции кривых держателей углеволоконные композитные материалы. Углеволоконные композитные материалы, в отличие от древесных композитов не содержат формальдегида, ядовитых газов, вроде метанола. Как следствие в готовом виде детали из композитов весьма экологичны в использовании, не требуют особенного ухода. При регулярной очистке композитные детали годами выглядят как новые. Композитные материалы на основе углеродного волокна уже нашли применение в авиационной промышленности.

Следующим элементом КС, рассмотренным для модернизации, является стрелка. Троллейбусная стрелка, это механизм, направляющий штанги троллейбуса в местах разветвления контактной сети. Внешний вид стрелки представлен на рисунке 2.

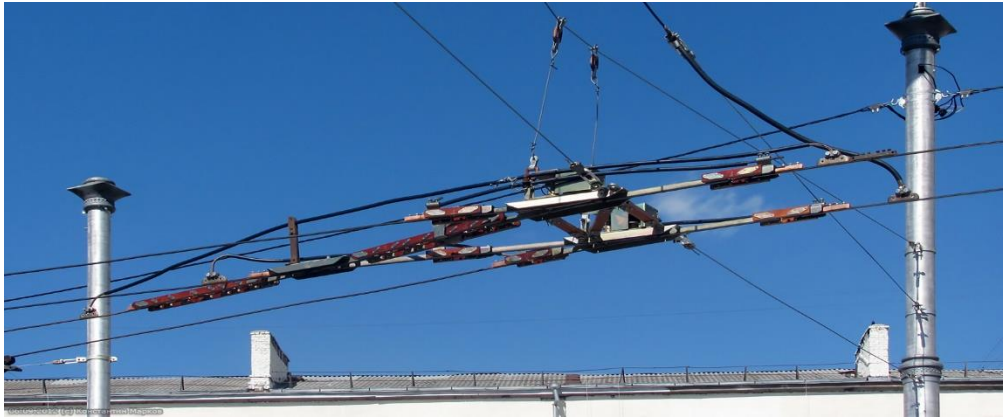


Рисунок 2 – Троллейбусная стрелка

Стрелка представляет собой составную конструкцию, состоящую из двух половин, установленных на проводах троллейбусной контактной сети. Каждая из этих двух пластин изолированы друг от друга и имеют по одному электромагниту, которые в момент срабатывания отклоняют каждый своё перо стрелки. Для управления электромагнитами существуют различные схемы.

При проезде через стрелку, с отклонением на право, водитель отключает силовую цепь, что ведет к уменьшению скорости. При этом через катушки электромагнитов стрелки течёт небольшой ток, перья стрелки остаются в исходном положении. При отклонении влево, водителю следует проходить стрелку с включённой силовой цепью. Так же стоит отметить о существовании стрелки, где для поворота в ту или иную сторону необходимо действовать наоборот, то есть налево - с разомкнутой цепью, а направо - с замкнутой[4].

Основным недостатком конструкции стрелки является:

-медленный проход через стрелку, снижение скорости транспортного средства до 5км/ч. На сегодняшний день при большой интенсивности движения, на дороге появляются пробки, что затрудняет проход электрического транспорта через стрелку контактной сети.

Для устранения недостатка в России используют управляемые стрелки. Конструктивное исполнение скоростной управляемой стрелки НЭМЗ представлена на рисунке 3.

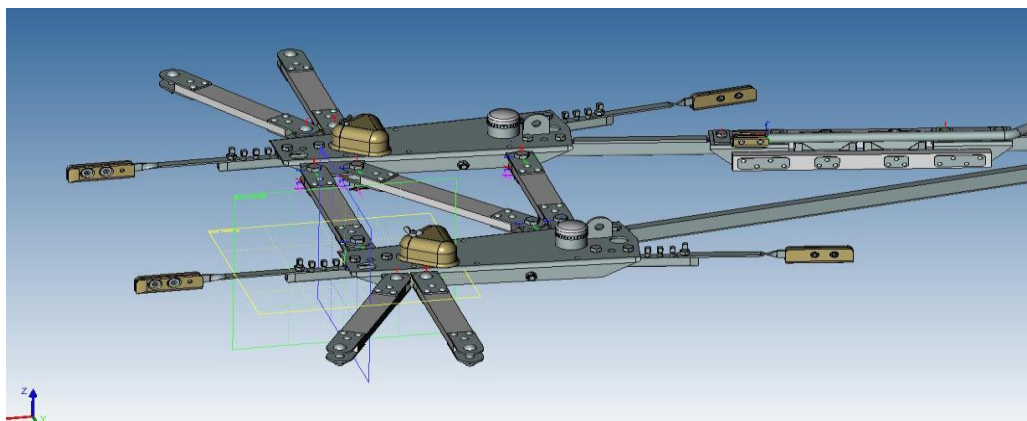


Рисунок 3 -Скоростные троллейбусные стрелки НЭМЗ.

При использовании управляемой стрелки у водителя нет необходимости управлять поворотом стрелки с помощью педали, что в свою очередь повышает скорость прохождения транспортного средства через стрелку.

Радиоуправление осуществляется кодированным сигналом, переключение происходит при получении верного радио — кода [5]. При подъезде к управляемой стрелке водитель, посмотрев на световое табло, может увидеть направление действия стрелки и нажатием кнопки на пульте дистанционного управления изменить это направление, проехав эту стрелку не снижая скорости движения. Внешний вид светового табло представлен на рисунке 4.

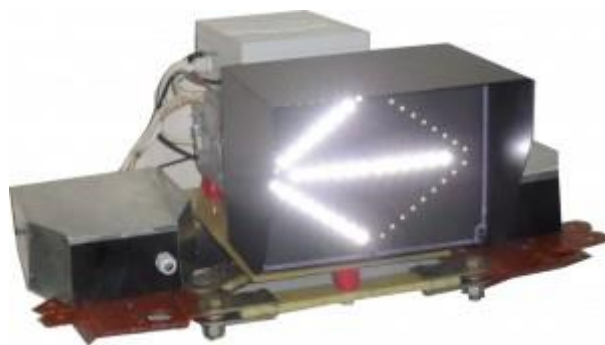


Рисунок 4 –

Поворотный

дисплей.

Не смотря на все преимущества управляемых стрелок, необходимо отметить их большую стоимость; необходимость переоборудования троллейбусов, с подключением дополнительного питания механизма привода пера; сигнальной установки и т. п. Однако, если рассмотреть этот метод модернизации с точки зрения практичности, то значительно увеличивается интенсивность движения троллейбусов, что в своё время приведет к уменьшению застоя пассажиров на остановках, и возможности сокращения количества транспортных средств, что уменьшает расходы на их содержание. Автор предлагает установить в кабине водителя трансмиттер и кнопочный пульт для управления стрелочным переводом. На опоре контактной сети

рядом с автоматической стрелкой устанавливается устройство с набором датчиков, принимающее радиосигналы и подающее управляющий импульс на привод стрелочного перевода, а также специальное световое табло, который показывает направление движения троллейбуса при текущем положении перьев стрелки. Кнопки на кнопочном пульте будут отвечать за перевод пера стрелки в другое положение.

Предложенная конструкция позволяет не снижать скорость движения. Для движения по кольцу конструкция пульта предусматривает несколько кнопок, которые позволяют регулировать направление пера на нескольких стрелках одновременно. Установив на автоматическую стрелку считывающее и передающее устройство, которое передает сигнал в диспетчерский пункт, можно контролировать количество проходящих транспортных средств, их интервал и работу самой стрелки.

### ***Выводы***

Анализируя информацию, для модернизации КС предлагаем:

-заменить сталь, из которого изготовлены кривые держатели модели КД на композитные материалы на основе углеродного волокна. Реализация этого предложения позволит уменьшить массу конструкции кривых держателей, улучшить эксплуатационные показатели.

-установка скоростных управляемых стрелок. Увеличение интенсивности движения троллейбусов на линии, сокращение интервала движения, уменьшение расходов на содержание транспортных средств.

### **Литература**

1 Афанасьев, А. С. Контактные и кабельные сети трамвая и троллейбуса. / А. С. Афанасьев, Г. П. Долаберидзе, В. В. Шевченко. — Москва : Транспорт, 1978. — 300 с.

2 Работы по модернизации контактной сети троллейбусной системы // МКП «Тулгорэлектротран» [Электронный ресурс]. — Режим доступа <https://www.tulatrans.ru> Дата доступа : 20.11.2018.

3 Кербер, М. Л., Полимерные композиционные материалы. Структура. Свойства. Технологии / М. Л. Кербер. — СПб. : Профессия, 2008. — 560 с.

4 Горошков, Ю. И., Контактная сеть / Ю. И. Горошков, Н. А. Бондарев. — Москва : Транспорт, 1981. — 379 с.

5 Скоростные радиоуправляемые троллейбусные стрелки НЭМЗ // ОАО «Невинномысской Электромеханический завод»[Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.nevemz.ru> Дата доступа: 20.11.2018.

УДК 621.314.212

### **Способы повышения эффективности работы силового трансформатора путем модернизации главной изоляции**

*Учащийся группы 32Г46 Жариков М. А.,  
преподаватель спецдисциплин Седюкова А. Л.  
Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** В статье рассматриваются эффективность применения трансформаторного масла, в качестве главной изоляции трансформатора. Влияние качества трансформаторного масла на срок эксплуатации силового трансформатора. Проведен анализ достоинств и недостатков трансформаторного масла. Предложено в качестве альтернативы трансформаторному маслу применение перфторорганической жидкости.

**Основная часть.** Основным оборудованием тяговой подстанции является силовой трансформатор. Он же является наиболее дорогостоящим элементом, выход которого из строя влечет большие затраты как на его замену, так и на ремонт.

Наиболее повреждаемыми частями силовых трансформаторов являются: обмотка – 52%, вводы – 27%, прочие повреждения – 21%. Процент повреждения обмоток трансформатора распределяется по ее элементам следующим образом: главная изоляция – 12%, витковые и межкатушечные замыкания – 28%, термические и динамические воздействия – 12%. [1]

Анализируя оборудование тяговых подстанции УП «Минская дистанция электроснабжения» прихожу к выводу, что в работе находится до 40% морально и физически устаревшего оборудования, год выпуска которого 1960-1980. Проведение регулярных обслуживаний и ремонтов не обеспечивают должного уровня электрической прочности изоляции силовых трансформаторов. Трансформаторы, находящиеся в работе более 25-ти лет, имеют сниженный уровень электрической прочности изоляции, на 10-20%, и недостаточную электродинамическую стойкость обмоток при коротком замыкании. Это приводит к пробое изоляции и витковому замыканию, как следствие к аварийному выходу трансформатора из строя. Работа трансформаторов с выработанным сроком службы приводит к увеличению потерь электроэнергии в электрических сетях, что является важным экономическим показателем.