

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА КРОНШТЕЙНОВ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ТРАМВАЙНЫХ ЛИНИЙ ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кочунов Ю.А., к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение транспорта», ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС)

Чебаков С.А., студент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС)

В статье рассмотрены перспективные и готовые решения применения полимерных композитных материалов при изготовлении поддерживающих конструкций контактной сети трамвайной линии. Обозначена актуальность развития трамвайного городского транспорта. Приведены различные разновидности крепления консолей к опоре с указанием стран, где применяется то или иное решение. Проанализировано применение консолей изготовленных из полимерных композитных материалов за рубежом и в России. Рассмотрены преимущества поддерживающих конструкций из ПКМ по сравнению с традиционными металлическими аналогами с изоляторами.

Ключевые слова: контактная сеть трамвайных линий, полимерные композитные материалы, кронштейны, консоли.

THE PRODUCTION SUPPORT ANALYSIS OF THE CONTACT NETWORK OF THE RAILROADS MADE OF POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS

Kochunov Y., Ph.D., associate professor of the Power supply of transport chair, FSEI HE «Ural State University of Railway Transport»

Chebakov S., student, FSEI HE «Ural State University of Railway Transport»

In article perspective and ready solutions of use of polymeric composite materials at production of the supporting designs of a contact network of the tram line are considered. Relevance of development of tram city transport is designated. Various kinds of fastening of consoles are brought to a support with the indication of the countries where this or that decision is applied. Use of the consoles made of polymeric composite materials abroad and in Russia is analysed. Advantages of the supporting designs from PKM in comparison with traditional metal analogs with insulators are considered.

Keywords: The contact network of the railroads, polymeric composite materials, supports, consoles.

Эксплуатация электрических трамваев насчитывает более 140 лет. Стоит отметить, что первопроходцами в этой области были Российские ученые и изобретатели: Б. С. Якоби, В. Н. Чикалов, Д. А. Лачинов, П. Н. Яблочков, Ф. А. Пироцкий. Развитием трамвайной линии, также занимались во всем мире, особый вклад внесли: Э. В. фон Сименс, Л. Мекарский, Л. Дафт, Ш. ван Депенле, Ф. Спейриг.

Несмотря на массовое внедрение и популярность, в 20-х годах XX века трамвай начинает терять свои позиции и уступать другим видам транспорта, в основном это связано с появлением автомобилей, и повышением надежности автобусов и троллейбусов, которые значительно экономичнее в плане инфраструктуры. К концу XX столетия отношение к трамваям стало меняться, из-за большого количества автомобилей, на городских улицах, транспорт начал больше стоять, чем ехать. Выделенная рельсовая полоса позволила пассажирам трамвая быстрее добираться до нужного пункта назначения. Однако комфорт поездки оставал желать лучшего. Оценив неоспоримые преимущества трамвая, в Европе и ряде других мировых стран началось производство современных комфортабельных вагонов, модернизация инфраструктуры и в частности контактной сети. В России этот процесс, к сожалению, начался только несколько лет назад.

В статье приведен обзорный анализ использования поддерживающих конструкций (консолей, кронштейнов) контактной сети трамвайных линий.

Изначально крепление контактной подвески осуществлялось на металлических консолях [1], которые выполнялись в трех исполнениях: горизонтальная с одной тягой; горизонтальная с подкосом; наклонная с тягой [2].

Так как металлические консоли электропроводящие, исходя из условий эксплуатации, на контактной сети предусмотрена двойная изоляция, то есть два последовательно включенных изолятора [2]. Один изолятор (изоляционная втулка у траверсы и пружинный изолятор у тяги) включен в узел крепления консоли с опорой, второй (изолятор ИКП) в узел крепления провода к консоли. Как правило, консоль состоит из металлической траверсы (труба диаметром 100 мм) и металлической тяги (пруток диаметром от 16 мм) [2]. Такой вариант до сих пор является самым распространённым по всему миру.

С развитием полимерных композитных материалов (ПКМ) на контактной сети трамвайной линии стали применять изоляторы различного назначения: подвесные, фиксирующие, натяжные, консольные [3]. В связи с этим изменились и узлы крепления консолей.

На рисунке 1 представлена траверса, закрепленная с помощью полимерного изолятора АМ-0750TRV [4].

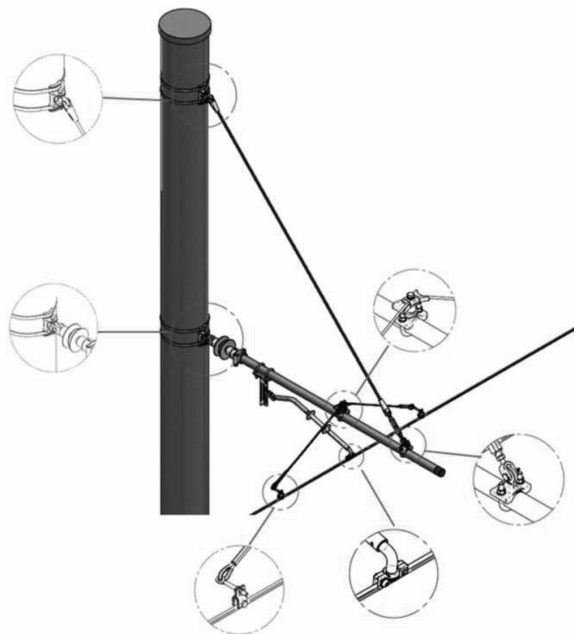
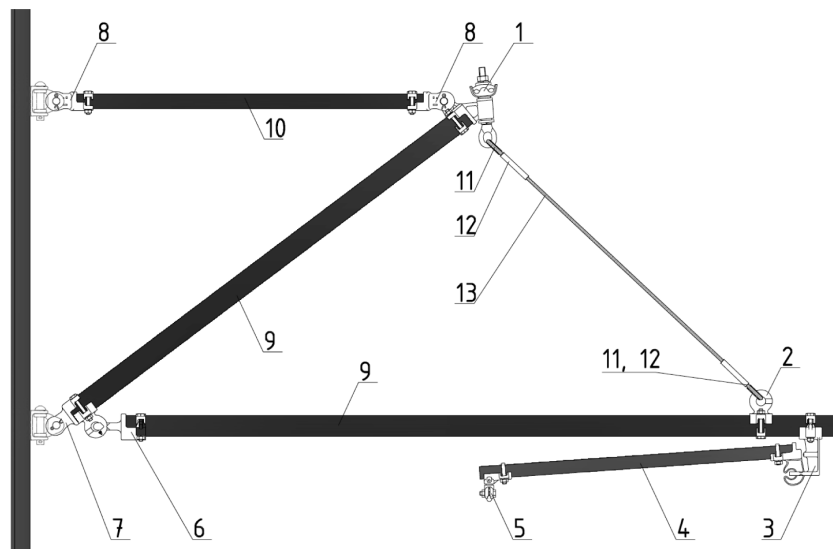


Рис. 1. Металлическая консоль с полимерным изолятором

Такой вариант крепления можно встретить во Франции [5], Португалии [6, 7], Австрии [8], Англии [9], Ирландии [10], России [11].

Еще одной разновидностью крепления консоли к опоре является встроенный в траверсу изолятор, который может быть гладкостержневой или иметь ребра, данные конструкции встречаются в США [12], Гонконге [13], Италии [14]

Безусловно, применение полимерных изоляторов повысило надежность трамвайной линии, но, как известно, чем меньше элементов, тем выше надежность. В данном случае количество элементов конструкции осталось прежним, с такой же спецификой работы. Изоляторы и консоль рассматриваются как отдельный элемент, при



1 – Зажим поворотный; 2 – Зажим с проушиной Ø 55 мм; 3 – Стойка сочлененного фиксатора Ø 55 мм; 4 Изолированные фиксатор; 5 – Зажим контактного провода поворота; 6 – Соединительная деталь для штанги с Ø 55 мм; 7 – Вилка сочленения с петлей Ø 55 мм; 8 – Вилки сочленения с петлей Ø 38 мм; 9 – Стержень из ПКМ Ø 55 мм; 10 – Стержень из ПКМ Ø 38 мм; 11 – коуш 50 мм²; 12 – Соединитель 50 мм²; 13 – трос из ПКМ Ø 9 мм

Рис. 2. Трамвайная консоль с обратным фиксатором, выполненная из ПКМ

этом выход из строя одного из них ведет к отказу всей поддерживающей конструкции [15].

Большинство европейских стран всегда были в авангарде промышленных революций, такая ситуация складывается и в развитии трамвайных линий. Современные научные подходы позволили усовершенствовать трамвайные консоли, конструкции которых полностью состоят из ПКМ (рис. 2) [16].

Консоль, представленная на рисунке 2, имеет ряд преимуществ по сравнению с типовыми металлическими поддерживающими конструкциями. Как уже отмечалось выше, применение изоляционных стержней позволяет отказаться от изоляторов и с точки зрения надежности рассматривать консоль как единую конструкцию. Стержни из ПКМ обладают высокой электрической прочностью, высокой механической прочностью на растяжение, сжатие, кручение, но при этом достаточно гибкие, а это отрицательно сказывается на жесткости, в связи с этим возникает потребность в дополнительных тросах. В некоторых случаях вместо стержневых тяг используется трос из ПКМ (рис. 2 – 13). Такие тросы в полной мере соответствуют нормативным требованиям для применения в поддерживающих конструкциях. Консоли данного типа можно встретить в различных городах Европы: Германии [17, 18], Бельгии [19].

На двухпутных участках используют либо удлиненную консоль,

как в Бельгии [20], Англии [21], Израиле [22], либо две горизонтальные траверсы, как в Бельгии [23], Германии [24]. В каждом случае, из-за гибкости материала, применяются дополнительные тросы из ПКМ.

Положительный опыт применения таких консолей позволил реализовать не-сколько проектов на Российских трамвайных линиях.

В феврале 2018 года компанией ООО «Транспортная концессионная компания» выполнено обустройство трамвайной сети в Красногвардейском районе города Санкт-Петербург. В проекте применено оборудование Чешской компании Elektroline a.s. (рис. 3-5) [25, 26, 27].



Рис. 3. Трамвайная линия на Гранитной улице Санкт-Петербург



Рис. 4. Композитная траверса, Проспект наставников, Санкт-Петербург



Рис. 5. Элемент крепления контактной сети, Хасановская улица, Санкт-Петербург



Рис. 6. Трамвайная консоль на улице 8 Марта, Екатеринбург



Рис. 7. Трамвайная консоль на улице Жукова, Челябинск

Еще один проект, реализован на Урале. В августе 2018 года установлены консоли в Екатеринбурге (рис. 6) и Челябинске (рис. 7). Данные консоли выполнены на предприятии ООО «НПП «ЭЛЕКТРОМАШ» [28] г. Екатеринбург и являются Российским продуктом полностью отвечающим требованиям импорта замещения.

Также разработкой подобных конструкций занимается ООО «Нанотехнологический центр композитов» [29].

Стоит отметить, что поддерживающие конструкции, выполненные из ПКМ, имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными металлическими аналогами, а именно:

1. Изоляционные конструкции не требуют дополнительной изоляции;
2. Меньшая масса, позволяет осуществлять доставку с использованием малотоннажного транспорта, сокращается время монтажа, требуется меньше дополнительных машин и агрегатов;
3. Стойкость к коррозии и гниванию;
4. Стойкость к агрессивным средам;
5. Низкие затраты на ремонт и замену (за счет высокой надежности, стойкости к механическим и природным катаклизмам, актам вандализма);
6. Имеют наименьшие приведенные строительно-эксплуатационные затраты и обладают большим экономическим эффектом по сравнению со своими металлическими аналогами с изоляторами;

Заключение

В ходе проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. В статье рассмотрены перспективы развития трамвая как городского и пригородного пассажирского транспорта, выделенная рельсовая полоса обеспечивает мобильность в условиях загруженной транспортной системы мегаполисов;
2. Научно-техническое развитие полимерных материалов позволило усовершенствовать поддерживающие конструкции контактной сети трамвайных линий, за счет применения полимерных изоляторов. Однако консоли остались по-прежнему металлические. Требование к двойной изоляции, большая масса, дополнительные расходы на монтаж существенно удорожают стоимость всей поддерживающей конструкции.

3. Консоли из полимерных композитных материалов с положительной стороны зарекомендовали себя в Европе. Рассмотренные в статье преимущества консолей из ПКМ по сравнению с металлическими аналогами с изоляторами, доказывают перспективность развития данного направления в России. Однако климатические и промышленные особенности требуют дополнительного изучения работоспособности таких конструкций в нашей стране.

Литература:

1. Исторические фотографии трамвайной инфраструктуры, Невский про-спект, Санкт-Петербург, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/561989/?gid=3381>.
2. Афанасьев А. С. Контактные сети трамвая и троллейбуса: Учебник для СПТУ. – М: Транспорт, 1988. – 264 с.
3. ГОСТ Р 51728 – 2001 «Изоляторы стержневые полимерные контактных сетей трамвая и троллейбуса для загрязненной окружающей среды. Общие технические условия». – М.: Госстандарт, 2001. – 10 с.
4. Каталог продукции PFISTERER Holding AG [Электронный ресурс] – URL: <http://www.ppsinternational.in/files/pfisterer/Catalogue%20Railway%20Catenary%20System.pdf>.
5. Крепление контактной сети, Париж, Франция, [Электронный ресурс] – URL: <https://transphoto.ru/photo/82634/?gid=291>.
6. Трамвайная линия, Алмада, Португалия, [Электронный ресурс] – URL: <https://klessk.livejournal.com/13319.html>.
7. Трамвайная линия, Порту, Португалия, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/482903/?gid=700>.
8. Трамвайная линия Вена – Баден, Австрия, [Электронный ресурс] – URL: <https://klessk.livejournal.com/2815.html>.
9. Трамвайная линия, Манчестер, Англия, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/1054086/?gid=5489>
10. Трамвайная линия, Дублин, Ирландия, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/50184/?gid=151>
11. Трамвайная линия, Санкт-Петербург, Россия, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/1023050/?gid=1129>.
12. Трамвайная линия, Вашингтон, США, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/1050111/?gid=5463>.
13. Трамвайная линия, Гонконг, Китай, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/971645/?gid=4739>

14. Трамвайная линия, Милан, Италия, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/1000426/?gid=176>
15. Кочунов Ю. А. Разработка и исследования полимерного кронштейна воздушной линии электропередачи в сетях неотяговых железнодорожных потребителей 6–10 кВ : дисс. ... канд. Техн. наук : 05.22.07 / Кочунов Юрий Александрович. – Екатеринбург, 2017. – 235 с.
16. Каталог продукции POWERLINES GROUP GMBH, [Электронный ресурс] – URL: [https://www.powerlines-group.com/spl/spl_products.nsf/sysPages/produktkatalog_en.html/\\$file/Products_Katalog_2016.pdf](https://www.powerlines-group.com/spl/spl_products.nsf/sysPages/produktkatalog_en.html/$file/Products_Katalog_2016.pdf)
17. Трамвайная линия, Берлин, Германия, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/334178/?gid=480>.
18. Трамвайная линия, Ганновер, Германия, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/1102235/>
19. Трамвайная линия для берегового трамвая, Остенде, Бельгия, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/1096316>
20. Трамвайное депо, Кнокке-Хейсте, Бельгия, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/1057270/?vid=216319>.
21. Трамвайная линия, Лондон, Англия, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/14358/?vid=4598>
22. Трамвайная линия, Иерусалим, Израиль, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/580704/?gid=389>
23. Трамвайная линия для берегового трамвая, Остенде, Бельгия, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/899371/?vid=221038>
24. Трамвайная линия, Берлин, Германия, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/140076/?gid=480>.
25. Трамвайная линия, Санкт-Петербург, Россия, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/1088507/>
26. Композитная траверса, Проспект наставников, Санкт-Петербург [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/1096404/?gid=1656>
27. Элемент крепления контактной сети, Хасановская улица, Санкт-Петербург, [Электронный ресурс] – URL: <http://transphoto.ru/photo/1096403/?gid=1656>.
28. Каталог продукции ООО «НПП ЭЛЕКТРОМАШ», [Электронный ресурс] – URL: <http://www.nppem.ru/page-113.html>
29. Каталог НЦК «Продукты для городского хозяйства», [Электронный ресурс] – URL: <http://www.nccrussia.com/ru/products/220-konsol-kontaknoy-seti-rzhd.html>