

інтегральних драйверів керування ними, забезпечує ефективність застосування цього методу.

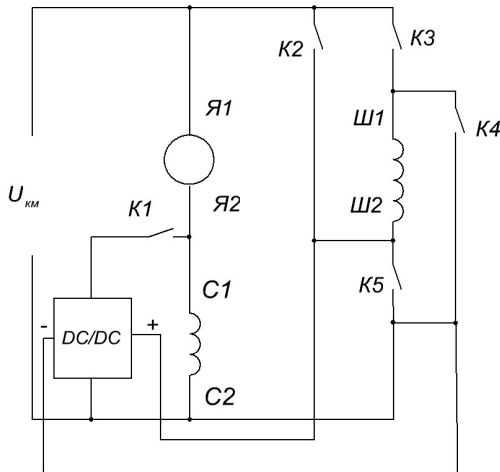


Рис.2 – Ослаблення поля з використанням DC/DC перетворювача для ТЕД змішаного збудження

Використання запропонованих схем на міському електричному транспорті дозволить зменшити витрати електроенергії рухомих складом.

- 1.Максимов А.Н. Городской электротранспорт: троллейбус. – М.: Академия, 2004. – 256 с.
- 2.Корягина Е.Е., Коськин О.А. Электрооборудование трамваев и троллейбусов. – Горький: Транспорт, 1982. – 317 с.
- 3.Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. – М.: Техносфера, 2005. – 632 с.
- 4.Герман-Галкин С.Г. и др. Цифровые электроприводы с транзисторными преобразователями. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 248 с.

Отримано 28.09.2009

УДК 621.327

В.Ф.ДАЛЕКА, д-р техн. наук, В.К.НЕМ, канд. техн. наук, В.И.СКУРИХИН
Харьковская национальная академия городского хозяйства

ПРОБЛЕМЫ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОНТАКТНОГО ПРОВОДА

Рассматриваются вопросы износостойкости и применения сталеалюминиевого контактного провода с разработкой модели расчетной схемы сил при воздействии на контактный провод.

Розглядаються питання зносостійкості і застосування сталевалюмінієвого контакт-ного проводу з розробкою моделі розрахункової схеми сил при дії на контактний провід.

The questions of wearproofness and application are examined steel aluminium of contact wire with development of model of calculation chart of forces at influence on a contact wire.

Ключевые слова: контактный провод, коррозия, токосъемник, биметалл, износ, поверхность трения.

Одной из важнейших технических систем городского транспорта, определяющей его эксплуатационные возможности, является система токосъема, надежность функционирования которой во многом определяет уровень работоспособности всей транспортной системы.

Качество работы токосъемника троллейбуса зависит от результатов проверки статических и динамических показателей работы токосъемника. Последние, в свою очередь, зависят от скорости процесса измерения и динамических свойств измерителя.

Так, если собственная частота измерителя близка к величине $2\pi/T$, где T – время воздействия токосъемника на измеритель, то показания измерителя имеют весьма большую погрешность. Таким образом, возникает необходимость в разработке рабочего элемента измерителя определенной формы и массы, при которой обеспечивается необходимое воздействие токосъемника на измеритель.

Расчетное исследование измерителей различных форм (полукруги, треугольники разных размеров) показывает, что наиболее эффективной формой его рабочей части является сегмент l весом G (рис.1), один конец которого укреплен в точке «О», а другой – «А» подпружинен пружиной 2 с коэффициентом жесткости «Ж». На сегмент действует сила P давления токосъемника, который перемещается по образующей радиуса R .

Моменты силы тяжести G сегмента, усилия пружины N и давления токосъемника P относительно оси OY получим в виде:

$$M_{OY}(G) = -G_{xc} = -G(a \cos \varphi + l \sin \varphi); \quad (1)$$

$$M_{OY}(P) = P \cdot R \cdot \sin \alpha; \quad (2)$$

$$M_{OY}(N) = -Ж \cdot L^2 \sin \varphi, \quad (3)$$

где φ – угол поворота элемента относительно точки O ; $\alpha = Vt/R$ – угол поворота силы P относительно точки D ; V – скорость троллейбуса; $Ж$ – коэффициент жесткости возвращающей пружины.

Таким образом, дифференциальное уравнение вращения тела относительно этой оси имеет вид:

$$I_{OY} \ddot{\varphi} = P R \sin \alpha - G a \sin \varphi - Ж \cdot L^2 \sin \varphi, \quad (4)$$

где I_{OY} – момент инерции элемента относительно оси OY .

Линеаризуя уравнение с учетом $\sin \varphi = \varphi$, вследствие малости угла φ получим:

$$\ddot{\varphi} = (P \cdot R \sin \alpha - Ga) \frac{1}{I_{OY}}. \quad (5)$$

Условие статического действия нагрузки:

$$\frac{V}{R} \ll \sqrt{\frac{Ж \cdot L^2}{I_{OY}}}. \quad (6)$$

Из этого условия при существенной отстройке от резонанса (правая часть уравнения примерно в 10 раз больше левой) и принятой скорости движения троллейбуса $V = 5$ км/ч, видно, что из различных исследованных форм рабочего элемента измерителя для эксплуатации можно принять измеритель в форме сегмента с такими основными параметрами: радиусом $R = 2$ м, длиной дуги $0,506 R$, весом $G = 1$ кг и жесткостью пружины $Ж = 2$ кг/см.

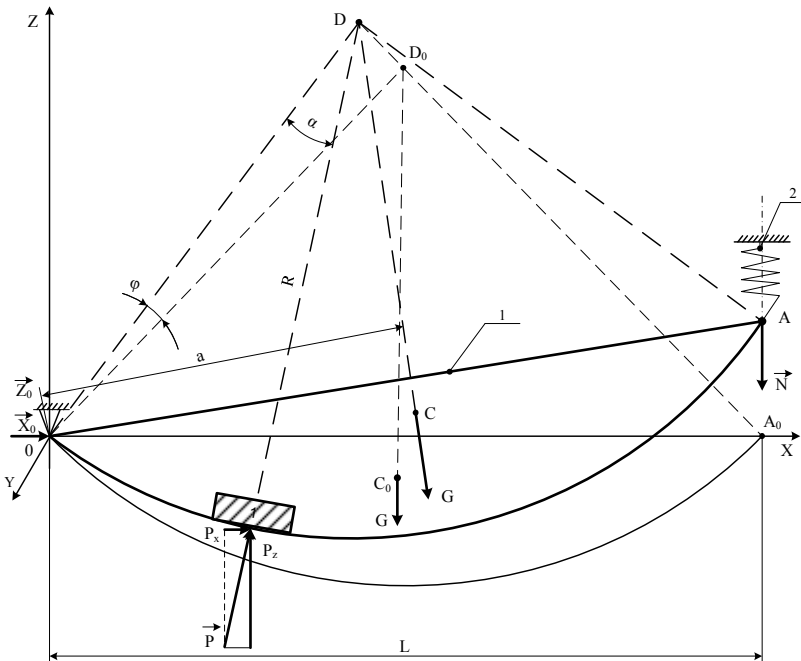


Рис.1 – Расчетная схема сил при воздействии токоприемника на контактный провод

В настоящее время на кафедре «Электрический транспорт» Харьковской национальной академии городского хозяйства ведутся работы по созданию опытного образца вышеуказанного измерителя.

Из-за высокой стоимости меди во всем мире не прекращаются попытки замены медных проводов на провода, изготавливаемые из других материалов. Это же относится и к контактным проводам электрического транспорта [1].

Попытки применить железные контактные провода не увенчались успехом ни в бывшем СССР, ни в США, ни в Японии из-за склонности материала к коррозии, ухудшения качества контактной поверхности при дуговом токоъеме, сложности монтажа и низкой проводимости.

Перед второй мировой войной в Германии и в начале 60-х годов в бывшем СССР небольшое распространение получили биметаллические сталемедные контактные провода. Их выпуск был прекращен из-за сложности сращивания отрезков катанки или провода для получения строительной длины, а также из-за коррозии стали в местах разрывов медной оболочки (в узлах пазов сечения) [2].

В мировой практике существует опыт применения бронзовых контактных проводов. Контактные провода из кадмиевой (0,7% Cd) бронзы нашли применение в основном в Англии и в странах, где электрификация велась английскими фирмами. Оловянистая (с добавкой кадмия) и кремниевая бронзы применялись на отдельных участках железных дорог США. «Серебряная» бронза (до 0,2% Ag) применялась на станционных путях в Японии. В СССР в линейных условиях испытывались кадмиевая (1% Cd) и магниевая (0,2-0,3% Mg) бронзы. Сплавы низкой электропроводности (менее 80% от проводимости меди) по существу отвергнуты железными дорогами, в то время как сплавы с проводимостью 85-90% меди находят применение на ряде линий. По вопросам целесообразности применения бронзового контактного провода за рубежом высказываются различные, в том числе противоположные, точки зрения [3-5].

Перспективным материалом для контактных проводов может являться алюминий. Его неоспоримыми преимуществами являются низкая стоимость (почти в два раза ниже меди) и малый вес (1км – 600кг). Однако наличие такого недостатка, как более низкая механическая прочность не позволяет применять алюминий в чистом виде для контактных проводов. На электрическом транспорте необходимы упрочняющие элементы. В Германии, Франции, СССР, Польше существует опыт применения сталесплавы алюминия контактных проводов [6].

Эти провода получают одновременной холодной прокаткой ранее протянутых верхней алюминиевой и нижней стальной части на «лас-

точкой хвосте» стального профиля (рис.2, а). Так как контактной является стальная часть, сталеалюминиевому проводу присущи соответствующие недостатки.

Под действием электрической дуги на стальной поверхности трения образуется очень твердые закаленные выступы, увеличивающие механический износ токосъемников. Этот недостаток присущ любой стали и даже железу «армко», которое науглероживается за счет углерода смазки.

Указанный недостаток, очевидно, можно устранить, изъав сталь из зоны контакта и предусмотрев такую технологию изготовления контактного провода, когда стальной стержень помещается внутрь алюминиевого контактного провода (рис.2, б). Такая конструкция позволяет устранить еще один недостаток предыдущей (рис.2, а) конструкции – коррозию стальной части провода.

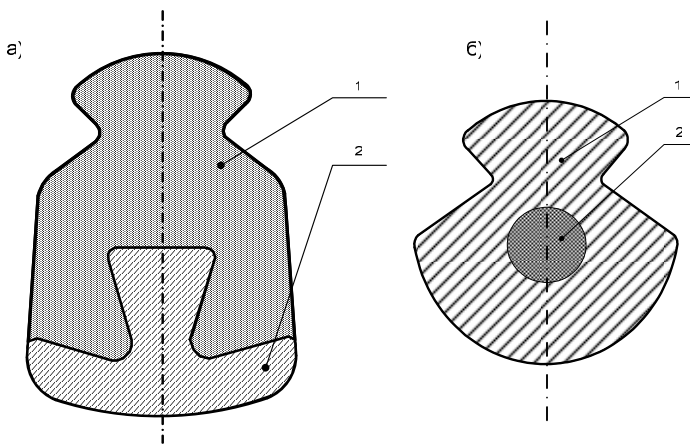


Рис.2 – Варианты сечений сталеалюминиевых контактных проводов:
1 – алюминий; 2 – сталь.

Конструкция контактного провода, показанная на рис.2, б предлагается ЗАО «ПП «АЗОВКАБЕЛЬ».

Выводы

1. В настоящее время в виду сложного экономического положения в Украине и значительного износа медного контактного провода, применяемого на городском электротранспорте, есть необходимость вернуться к проблеме его замены на другой более дешевый материал. Как показал приведенный анализ материалов и конструкций проводов, им мог бы стать алюминиевый провод со стальным сердечником. Тем более, что в Украине имеется предприятие, которое располагает соот-

ветствующим оборудованием для освоения производства такого провода.

2. Снизить стоимость контактной сети можно путем замены медного провода на сталеалюминиевый, а поскольку последний работает хуже при токоосеме под большой нагрузкой, то производить замену, в основном, на второстепенных линиях.

3. Опыт применения алюминиевого провода в электроснабжении городов показывает, что с применением стальной вставки для увеличения механической прочности, они эксплуатируются достаточно эффективно.

4. Применение на электрическом транспорте контактных проводов из алюминия до сих пор ограничивалось несколькими основными причинами:

- а) более низкая электропроводность, чем у меди;
- б) низкая температура плавления при электрической дуге;
- в) низкая механическая прочность.

Влияние первых двух причин можно уменьшить за счет применения алюминиевых проводов на второстепенных линиях, где нагрузка на скользящие контакты меньше. Механическую прочность контактных проводов предлагается повысить, применив стальной сердечник.

1. Берент В.Я. Материалы и свойства электрических контактов. – М.: ВНИИЖТ, 2005. – 408 с.

2. Берент В.Я., Порцелан А.А. Исследование прочностных и структурных изменений эксплуатируемых контактных проводов // Тр. ВНИИЖТ. Вып.337. – М.: Транспорт, 1968. – С.69-76.

3. Усов В.В. Металловедение электрических контактов. – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 163 с.

4. Miller W. Aldrey ais Fahrleirungsdrabi Aluminium // El. Bahnen. – 1934. – №11. – P.142-147.

5. Далека В.Ф. Пути снижения расхода быстроизнашиваемых элементов скользящего контакта «полоз токоприемника - провод» // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.10. – К.: Техніка, 1997. – С.124-127.

6. Родзаевская Ю.А. Опыт эксплуатации новых типов контактных проводов // Вестник ЦНИИ железнодорожного транспорта. – 1965. – № 2. – С.20-23.

Получено 28.09.2009