

2.Максимов А.Н. Городской электротранспорт. – М.: Академия, 2004. – 256 с.

3.Колонтавський Ю. П., Сосков А. Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум: Навч. посіб. / За ред. А. Г. Соскова. – К.: Каравела, 2004. – 432 с.

Отримано 29.01.2013

УДК 629.4

В.П.АНДРЕЙЧЕНКО, А.В. ДОНЕЦ, кандидаты техн. наук,
В.А.ГЕРАСИМЕНКО

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ГОРОДСКОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТРАНСПОРТЕ

Проанализировано текущее состояние энергоэффективности на городском электрическом транспорте. Рассматриваются основные недостатки существующих способов ослабления поля электродвигателей. Показаны преимущества использования DC-DC преобразователя для ослабления поля тяговых электродвигателей.

Проаналізовано поточний стан енергоефективності на міському електричному транспорті. Розглядаються основні недоліки існуючих способів ослаблення поля електродвигунів. Показано переваги використання DC-DC перетворювача для ослаблення поля тягових електродвигунів.

The paper analyzes of the current state energy efficiency by public electric transport. Article considers the main disadvantages of existing methods weakening the field of electric motors. The paper shows advantages of using DC-DC converter for field weakening traction motors.

Ключевые слова: городской электрический транспорт, электрическая энергия, тяговый электрический двигатель, энергоэффективность, ослабление поля, DC-DC преобразователь.

Современную жизнь мегаполиса сложно представить без городского электрического транспорта (ГЭТ). Метрополитен, трамвай, троллейбус являются основным экологически чистым видом транспорта, который минимально воздействует на окружающую среду и способен решить основные транспортные проблемы города. От того, насколько эффективно будет эксплуатироваться общественный транспорт, зависят объемы перевозок, себестоимость предоставляемых услуг и затраты на потребляемую электрическую энергию.

С прогрессирующим ростом цен на энергоносители проблема снижения потерь при преобразовании, распределении и потреблении электрической энергии становится актуальным направлением приоритетного развития ГЭТ. Значительная часть в структуре пассажирооборота по видам транспорта общего пользования принадлежит городскому электрическому транспорту. Поэтому, устойчивое и эффективное функционирование электрического транспорта является необходимым условием высоких темпов экономического роста и повышения качества жизни населения. Перспективными направлениями повышения эффективности

ГЭТ являются создание и внедрение новых современных технологий в области электроподвижного состава (ЭПС) и систем тягового электрооборудования, которые будут способствовать снижению расхода электрической энергии.

Электрический транспорт – это сложная техническая система, которая состоит из ряда подсистем и субподсистем. В настоящее время накоплен большой опыт по исследованию процессов преобразования электрической энергии на ГЭТ. Тяговый электрический двигатель (ТЭД) является одним из основных потребителей электрической энергии. В целом, даже незначительное на первый взгляд снижение удельного расхода электроэнергии может дать в масштабах государства значительный эффект.

Анализ технических средств и технологий показывает, что их состояние характеризуется высокой степенью физического износа и малой энергоэффективностью. Применение морально устаревших энергоустановок с низкими конструктивными и эксплуатационными показателями влечет за собой не только повышенный расход энергии, но и дополнительные энергозатраты на эксплуатацию и ремонт ЭПС.

На отечественном электрическом транспорте наибольшее распространение получила реостатно-контакторная система управления (РКСУ) регулирования возбуждения ТЭД. Так как возбуждение двигателей чаще всего последовательное, то для ослабления потока параллельно обмотке возбуждения подключаются регулируемые резисторы.

Регулирование силы тяги ЭПС со всеми типами ТЭД выполняется по принципиально одинаковому алгоритму: в начале пуска путем регулирования напряжения их питания, а затем регулированием потока возбуждения. При последовательном возбуждении ТЭД в режиме полного напряжения питания для увеличения скорости движения выполняется шунтирование обмоток возбуждения цепью из последовательно включенных резисторов и индуктивного шунта. Индуктивный шунт необходим для уменьшения бросков тока якоря при возможном скачкообразном изменении напряжения [1-3].

Регулирование возбуждения – средство более полного использования возможностей ТЭД, которое предназначено для изменения скорости ЭПС при движении на естественных характеристиках двигателя, повышения плавности пуска, ликвидации боксования (юз) колесных пар, защиты тяговых двигателей в режиме реостатного торможения.

Основными недостатками существующего способа ослабления поля ТЭД являются: потери энергии в шунтирующем сопротивлении и изменение скоростных характеристик двигателя при нагреве сопротивлений.

Потери мощности в шунтирующем сопротивлении могут быть определены из выражения [4, 5]:

$$P = r_{ш} \cdot I_{ш}^2, \quad (1)$$

где $r_{ш}$ – величина шунтирующего сопротивления (Ом); $I_{ш}$ – ток, протекающий по шунтирующему сопротивлению (А).

Найдем функциональную зависимость между мощностью, которая выделяется в шунтирующем сопротивлении, коэффициентом регулирования возбуждения и током якоря тягового электродвигателя.

При параллельном соединении последовательной обмотки возбуждения тягового электродвигателя и резистора ослабления поля справедливо следующее равенство:

$$I_{в} \cdot r_{в} = I_{ш} \cdot r_{ш}, \quad (2)$$

где $I_{в}, I_{ш}$ – соответственно токи последовательной обмотки возбуждения и шунтирующего сопротивления (А); $r_{в}$ – активное сопротивление последовательной обмотки возбуждения.

Ток шунтирующего сопротивления при ослаблении поля равен:

$$I_{ш} = I_{а} - I_{в}, \quad (3)$$

где $I_{а}$ – ток обмотки якоря тягового электродвигателя.

Подставив выражение (3) в выражение (2) и зная, что коэффициент регулирования возбуждения для двигателя последовательного возбуждения представляет отношение тока обмотки возбуждения к току якоря получим следующее соотношение:

$$\alpha = \frac{r_{ш}}{r_{ш} + r_{в}}. \quad (4)$$

Из выражения (4) определим величину шунтирующего сопротивления $r_{ш}$ и выразив ток шунтирующего сопротивления через ток якоря и коэффициент регулирования возбуждения подставим в соотношение (1). Получим следующее уравнение:

$$P = r_{в} \cdot (a - a^2) \cdot I_{а}^2. \quad (5)$$

Подставляя в полученное соотношение величину активного сопротивления обмотки возбуждения главных полюсов тягового электродвигателя, а также значения коэффициентов регулирования и ряд величин токов якоря, можно определить потери мощности в шунтирующих сопротивлениях. Такие расчеты проведены для тягового двигателя ДК–210 АЗ и по их данным построены кривые, которые представлены на

рис. 1. Из полученных зависимостей следует, что потери мощности растут с уменьшением коэффициента регулирования возбуждения и увеличением тока якоря тягового электродвигателя и могут составлять 2000 Вт и выше.

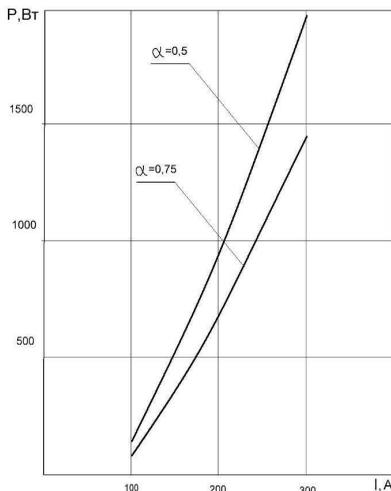


Рис. 1 – Потери мощности в резисторах ослабления поля тягового электродвигателя ДК-210 АЗ

Силовые полупроводниковые приборы дают возможность совершенствовать традиционно используемые системы возбуждения за счет быстрогодействия, незначительной массы и габаритов, снижения затрат на ремонт и обслуживание, исключения потерь мощности в резисторах [6, 7].

Наиболее перспективным способом ослабления поля электрических двигателей последовательного возбуждения является ослабление поля при помощи DC-DC преобразователя.

На рис. 2 приведена принципиальная схема устройства для ослабления поля тягового электродвигателя при помощи DC-DC преобразователя.

Схема содержит DC-DC преобразователь, который преобразует одну величину напряжения постоянного тока на входе в другую величину напряжения постоянного тока на выходе, имеет входы 1, 2 и, соответственно, выходы 3, 4, систему управления (на рис. 2 не показано), якорную обмотку 5, последовательную обмотку возбуждения 6, контакторы 7, 8, подключение к сети 9.

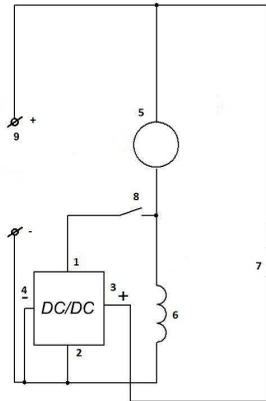


Рис. 2 – Принципиальная схема устройства для ослабления поля тягового электродвигателя при помощи DC-DC преобразователя

При полном поле контакторы 7, 8 разомкнуты. Ток протекает только через последовательную обмотку. При ослаблении поля тягового электродвигателя контакторы 7, 8 замыкаются. Ток, который проходил до этого по последовательной обмотке 6, теперь частично проходит через входы 1, 2 DC-DC преобразователя, шунтируя обмотку 6, уменьшая в ней величину тока. Одновременно с подключением входов 1, 2, высоковольтные выходы преобразователя 3, 4 подключаются к сети 9. Такая схема позволяет регулировать величину ослабления поля бесступенчато до необходимой величины. Глубина ослабления поля тягового электродвигателя регулируется при помощи системы управления. Принцип регулирования – широтно-импульсная модуляция.

Экономия электрической энергии, при использовании рассмотренного способа ослабления поля достигается тем, что DC-DC преобразователь благодаря высокому КПД, практически без потерь, преобразует электрическую энергию и направляет её с последовательной обмотки в питающую сеть. Бесступенчатое ослабление поля осуществляется благодаря плавному регулированию выходной величины напряжения DC-DC преобразователя.

Таким образом, предлагаемый способ обеспечивает в широких пределах бесступенчатое ослабление поля тягового электродвигателя, упрощение конструкции системы ослабления поля тягового электродвигателя подвижного состава, позволяет уменьшить потери электроэнергии.

Ослабление поля тяговых двигателей последовательного возбуждения при использовании DC-DC преобразователя даст возможность сэкономить электрическую энергию при эксплуатации подвижного состава,

получить плавное регулирование скорости движения и тем самым увеличить маневренность подвижного состава.

1. Ефремов И. С., Косарев Г. В. Теория и расчет троллейбусов (электрическое оборудование). Ч. 2: учеб. Пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1981. – 248 с.

2. Корягина Е. Е., Коськин О. А. Электрооборудование трамваев и троллейбусов. Учебник для техникумов городского транспорта. – М.: Транспорт, 1982. – 296 с.

3. Гаврилов Я. И., Мнацаканов В. А. Вагоны метрополитена с импульсными преобразователями. – М.: Транспорт, 1986. – 229 с.

4. Розенфельд В. Е., Исаев И. П., Сидоров Н. Н. Теория электрической тяги: Учебник для вузов железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1983. – 328 с.

5. Андрійченко В. П., Закурдай С. О. Електричне обладнання рухомого складу міського електричного транспорту. Регулювання тягових електричних двигунів рухомого складу в режимі тяги. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 81 с.

6. Мелешин В. И. Транзисторная преобразовательная техника. – М.: Техносфера, 2005. – 632 с.

7. Семенов Б. Ю. Силовая электроника для любителей и профессионалов. – М.: Солон-Р, 2001. – 171 с.

Получено 18.01.2013

УДК 629.423

В.О.ШМАТКОВ, канд. техн. наук, **Р.Ф.ЯБЛОНСЬКИЙ**

Державне підприємство “Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства”, м.Київ

С.П.ШАЦЬКИЙ

КП «Краматорське трамвайно-тролейбусне управління»

СУЧАСНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО СТРІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ ТА СИГНАЛІВ НА ТРАМВАЙНИХ ВУЗЛАХ

Розглядаються сучасні технічні рішення щодо використання стрілок та сигналів на трамвайному вузлі.

Рассматриваются современные технические решения по применению стрелок и сигналов на трамвайном узле.

Reviews innovative technology for use strilok and signals at the tram site.

Ключові слова: електричний транспорт, трамвай, стрілочні переводи, уніфікація, ресурсозбереження.

Для зміни напрямку руху трамвайних вагонів застосовуються колійні електрифіковані стрілочні переводи з дистанційним управлінням та електричним приводом. За способом управління їх поділяють на три групи:

- керовані водієм з кабіни вагона;
- керовані з поста централізованого управління призначеними особами;
- програмно-керовані стрілки.