

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТРОЛЛЕЙБУСОВ

Инж. СИМОНОВИЧ А. В.,
канд. техн. наук, проф. ПЕТРЕНКО Ю. Н.

*«Белкоммунмаш»,
Белорусский национальный технический университет*

Развитие современного общества характеризуется высокими темпами роста городов и численности населения. Стремительно увеличивается мобильность городских жителей, которые вынуждены ежедневно тратить значительное время на перемещение. Поэтому проблема развития городского транспорта, обеспечения быстрой и комфортабельной перевозкой пассажиров является весьма актуальной. Она обостряется высокой степенью изношенности подвижного состава городского транспорта. В связи со сложным экологическим положением в городе особую значимость приобретает электротранспорт и, в частности, троллейбус. Хотя и он не лишен недостатков: у него малая пропускная способность и, следовательно, более высокая стоимость обслуживания по сравнению с трамваем; значительно ниже, чем у автобуса, маневренность; он требует наличия контактной сети и подстанций, но как экологически чистый и более маневренный троллейбус становится одним из наиболее перспективных видов городского транспорта.

Большинство эксплуатируемых троллейбусов оборудовано реостатно-контакторной системой управления (СУ) двигателем постоянного тока. Основные недостатки данной системы привода, например низкие энергетические показатели и высокие эксплуатационные расходы, не позволяют рассматривать дальнейшее ее совершенствование и эксплуатацию. Широкое распространение в последнее время как за рубежом, так и в СНГ получила система импульсного регулирования напряжения двигателя постоянного тока.

В России в 1995 г. создан новый троллейбус «ТролЗа-52642», который является усовершенствованным видом известного троллейбуса ЗиУ-682. На нем установлена тиристорно-импульсная система управления тяговым электродвигателем, позволяющая экономить до 25...30 % энергии. Машина имеет встроенную систему диагностики. Улучшены дизайн и комфортабельность. Также АО «ТролЗа» совместно с АЭК «Динамо» и немецким концерном Siemens AG разработана модель троллейбуса «ТролЗа-52643» с транзисторным приводом постоянного тока SIBAS, осуществляющим рекуперацию энергии в сеть (при наличии потребителя). Ведутся активные работы по созданию тягового привода переменного тока.

В Венгрии компания Ansaldo освоила троллейбус повышенной комфортности типа GA 412IK с низким уровнем пола. В нем тоже используется транзисторный привод постоянного тока на IGBT-модулях с полной рекуперацией энергии. В 2001 г. разработан «TROLLIMO-18» с тяговым при-

водом переменного тока. В систему управления троллейбусом входит микропроцессорный блок, который, помимо основной функции управления приводом, выполняет контроль, регулировку и диагностику подвижной системы машины. Программа микропроцессора включает элемент самоконтроля оборудования, проверку работы троллейбуса, определение места и причины неисправности. Система управления позволяет пользователю настроить оптимальные ходовые параметры троллейбуса. Устройство осуществляет:

- управление тяговой силой во время движения;
- управление рекуперативным или реостатным торможением;
- контроль напряжения и тока сети;
- диагностику тиристоров и IGBT-транзисторов;
- управление антиблокировочной системой колес (ABS);
- защиту от повышения допустимой скорости;
- запуск и контроль вспомогательных систем;
- контроль изоляции оборудования.

При возникновении неисправности система управления сохраняет соответствующие внутренние сигналы, которые в дальнейшем можно использовать для проверки ее работы (так называемый «черный ящик»).

Чехия является одной из немногих стран мира, производящих троллейбусы на высоком техническом уровне. Богаты традиции их производства на предприятии «Шкода Пльзень» (с 1936 г.). Многолетний опыт производства и эксплуатации, базирующийся на современных научно-технических достижениях в области конструирования городского транспорта, был максимально использован при создании шарнирно сочлененного троллейбуса «Шкода-15Тг». Два ведущих моста (задний и средний) позволяют осуществлять равномерное распределение передаваемой мощности на полотно дороги и надежно преодолевать подъемы и спуски в условиях низких коэффициентов сцепления колес с дорогой. Сочлененный троллейбус «Шкода-22Тг» выполнен на высоком техническом уровне и предназначен для перевозки пассажиров в пределах города и на пригородных маршрутах. В нем – переменный уровень пола: 380 мм в передней части машины и 550 мм – в задней. Как и «Шкода-15Тг», он оснащен двумя тяговыми двигателями постоянного тока, получающими питание от двух самостоятельных импульсных преобразователей.

Конструированием и производством троллейбусов в Германии занимаются автобусостроительные фирмы Daimler-Benz, MAN, Vektor совместно с электротехническими фирмами Siemens, AEG Telefunken, Bosch и др. Для немецкого троллейбусостроения характерно создание дуобусов. Дуобус работает как троллейбус – с питанием от контактной сети в центральной части города, высокой интенсивностью движения и в режиме обычного автобуса – на остальной части маршрута. В качестве источника питания при работе без контактной сети могут использоваться аккумуляторные батареи или двигатель внутреннего сгорания, что компенсирует недостатки традиционного троллейбуса, связанные с потерей эксплуатационной гибкости в результате зависимости от контактной сети и делает городскую транспортную сеть более эффективной. Новое поколение троллейбусов Германии представлено трехосным сочлененным троллейбусом

NAWB GT-N2. На нем установлен асинхронный двигатель переменного тока, который управляется от инвертора DPU401 на GTO-тиристорах, а также в качестве источника собственного питания используется дизель-генераторный привод мощностью 45 кВт, который вращает тяговый двигатель. Технические характеристики описанных троллейбусов приведены в табл. 1.

Развитие троллейбусостроения в Беларуси в первую очередь связано с Минским ремонтно-механическим заводом «Белремкоммунмаш», на котором в 1994 г. был изготовлен первый троллейбус модели 101 с реостатно-контакторным приводом постоянного тока.

В 1996 г. с завода вышел опытный образец троллейбуса модели 201 с тиристорно-импульсной системой управления, которая обеспечивает экономию электроэнергии до 25 % и значительно лучшие тягово-динамические характеристики машины. В 1998 г. «Белремкоммунмаш» разработал и изготовил первый образец трехосного троллейбуса модели 333. На троллейбусе установлен немецкий привод переменного тока с асинхронным двигателем (АД) на IGBT-транзисторах с микропроцессорной системой управления и диагностики, обеспечивающий экономию энергии до 30 % за счет рекуперации. Автономный дизель-генераторный привод вращает тяговый двигатель и содержит дизельный двигатель мощностью 48 кВт, а также генератор переменного тока со встроенным выпрямителем. Система управления обеспечивает формирование управляющих сигналов на силовые транзисторы инвертора, транзистор торможения и тиристор рекуперации, контроль допустимых токов и напряжений, управляет контакторами и вспомогательным оборудованием по заданному алгоритму, осуществляет контроль недопустимых состояний, проверяет исправность элементов системы. Система диагностики идентифицирует и сохраняет информацию о срабатывании защит и отказах электропривода. Персонал, обслуживающий машину, может подключить к СУ персональную ЭВМ и считать эту информацию. Соответствующее программное обеспечение позволяет представить данные в удобном для пользователя виде. Проанализировав информацию, он сможет оперативно определить неисправность и выполнить ремонт. Если же обслуживающий персонал не в состоянии выявить причину неисправности, то, выслав данные по электронной почте в сервисный центр, он получит оперативную консультацию у специалистов.

На сегодняшний день троллейбусный парк республики насчитывает около 1700 машин. Из них – 180 троллейбусов модели 201; 220 троллейбусов модели 101; один низкопольный сочлененный троллейбус нового поколения модели 333 и низкопольный соло-троллейбус модели 321 с приводом переменного тока. Остальные 1300 машин – это троллейбусы ЗиУ с реостатно-контакторным приводом, уже, как правило, прошедшие капитальный ремонт.

Анализируя опыт развития европейских стран в области тягового привода и троллейбусостроения, можно сказать, что ориентация идет на надежные, экономичные системы управления, которые объединяют управление не только приводом, но и всем вспомогательным оборудованием. Эти СУ должны выполнять диагностику оборудования и не требовать

Технические характеристики троллейбусов

Показатели	АО «ТролЗа», Россия		Ansaldo, Венгрия		«Шкода», Чехия		Германия		«Белкоммунмаш», Беларусь	
	«ТролЗа-52642»	«ТролЗа-52643»	GA 412IK	«TROL-LIMO-18»	«Шкода-15Т»	«Шкода-22Т»	AG300T	NAWBGT-N2	101	201
Длина, мм	11810	11710	12000	18000	17720	17870	17930	17913	12360	11515
Высота, мм	3470	3350	3500	3600	3410	3283	«←»	2810	3160	3300
Ширина, мм	2500	2514	2500	2550	2500	2500	2490	2500	2500	2510
Уровень пола, мм	800	800	350	360	740	300/500	330	340	800	800
Число мест для сидения	31	28	30	42	44	40	42	43	30	28
Полная вместимость	100	114	105	132	176	140	124	155	114	110
Масса снаряженного троллейбуса, кг	11740	11575	11300	16000	15900	17000	17000	17500	10890	10445
Полная масса, кг	18690	19082	18500	28000	26080	«←»	26500	28000	18760	18000
Максимальная скорость движения, км/ч	65	65	60	65	65	70	65	65	60	60
Мощность тягового двигателя, кВт	170	170	180	165	2×100	21×20	142,5	155	115	115
Тип системы управления	2*	3*	3*	5*	2*	2*	4*	4*	1*	2*
Преодолеваемый уклон, %	12	12	12	12	15	15	«←»	«←»	8	12

Примечания: 1* – реостатно-контакторная СУ двигателем постоянного тока; 2* – тиристорно-импульсная СУ двигателем постоянного тока; 3* – транзисторно-импульсная СУ двигателем постоянного тока; 4* – СУ приводом переменного тока на ГТО-тиристорах; 5* – СУ приводом переменного тока на IGBT-транзисторах; «←» – нет данных.

обслуживания. Этим требованиям наиболее полно отвечает привод переменного тока с АД и микропроцессорной СУ. Поэтому часто основным тендерным условием является наличие на троллейбусе привода переменного тока. Россия пока ориентируется на более дешевые модели с реостатно-контакторным приводом. Но и в России, и в Беларуси наметились тенденции развития более экономичных систем тягового привода, соответствующие европейским требованиям.

ВЫВОД

Устойчивая тенденция – применение электроприводов переменного тока с АД, которые, хотя и являются дорогостоящими, но в целом более экономичны за счет низких эксплуатационных расходов и потребления энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б е л о р у с с к и й троллейбус: Концепция создания. – Мн., 1993.
2. Б о г д а н Н. В., А т а м а н о в Ю. Е., С а ф о н о в А. И. Троллейбус: Теория, конструирование, расчет. – Мн.: Ураджай, 1999.
3. Т е о р и я и расчет тягового привода электромобилей / Под ред. И. С. Ефремова. – М.: Высш. шк., 1984.

Представлена кафедрой
электропривода и автоматизации
промышленных установок
и технологических комплексов

Поступила 3.06.2002

УДК 621.313.333

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ САМОЗАПУСК СИНХРОННОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

**Канд. техн. наук, доц. КУРГАНОВ В. В.,
инж. КРЫШНЕВ Ю. В.**

*Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого»*

Работоспособность технологических линий многих промышленных объектов напрямую связана с обеспечением их бесперебойного электрообеспечения при различных видах коротких замыканий и ошибочных отключений в питающих сетях. Это, к примеру, технологические комплексы химических и нефтехимических заводов, предприятия добычи и транспорта нефти, сетевые насосы городских котельных, компрессорные станции промышленных предприятий и др. Распространенная причина срыва ответственных технологических процессов – нарушение динамической устойчивости мощных электродвигателей напряжением выше 1 кВ.