

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ

В ОБЛАСТИ РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА



В.К. Кривовяз, главный инженер
ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы»

Современное промышленное производство предъявляет все большие требования к качеству и мобильности технологических процессов, экономичности и надежности устройств его энергоснабжения, автоматического управления и регулирования. Более 50% потребителей электрической энергии в настоящее время составляют электроприводы [1]. Промышленный электропривод, управляемый с помощью преобразователей электрической энергии, позволяет не только реализовать технологические требования, но и оптимизировать потребление электрической энергии, что в конечном итоге обеспечивает ее рациональное использование. Построение преобразовательной техники на современных элементах силовой электроники в сочетании с мощными вычислительными устройствами открывает новые возможности в управлении электроприводом, качества преобразования электрической энергии, ее экономии.

Предприятие «Автоматизированные системы и комплексы» (АСК) в течение многих лет занимается комплексной автоматизацией технологических процессов, включающей модернизацию силового электрооборудования и систем управления.

Наряду с выполнением проектных работ, изготовлением объектно-ориентированных изделий и пусконаладочными работами, предприятие ведет разработки как систем управления и устройств, отвечающих требованиям современного производства, так и перспективных направлений. Среди них большое внимание уделяется разработкам в области автоматизированного электропривода переменного тока с применением устройств силовой электроники и микропроцессорных средств управления. За последние годы научным, инженерным и конструкторским коллективом АСК разработаны и внедрены преобразователи новых поколений, предназначенные для различных областей применения и предоставляющие дополнительные, не реализованные ранее функции и возможности. В статье рассматриваются результаты вышеотмеченных разработок АСК в области тягового привода городского

электроприводов с улучшенным качеством потребления и преобразования электрической энергии.

Структурная схема электропривода переменного тока для городского электрического транспорта (трамвая и троллейбуса) приведена на рис.1. В отличие от традиционных систем, в качестве тяговых используются короткозамкнутые асинхронные двигатели переменного тока. Для частотного управления двигателями



Рис. 2. Трамвайные вагоны с частотно-регулируемым электроприводом переменного тока

разработаны специализированные преобразователи с питанием от контактной сети постоянного тока. Преобразователи выполнены на основе автономного инвертора напряжения (АИН) с ШИМ, в качестве силовых элементов которых применены интеллектуальные транзисторные модули типа SkiiP. Микропроцессорное управление электроприводом тяги осуществляется на основе принципов подчиненного регулирования с последовательной коррекцией и реализуется последовательно подчиненными локальными системами регулирования векторных и скалярных переменных [2–3].

В структуре системы управления реализованы алгоритмы, обеспечивающие оптимизацию электромеханического преобразования энергии

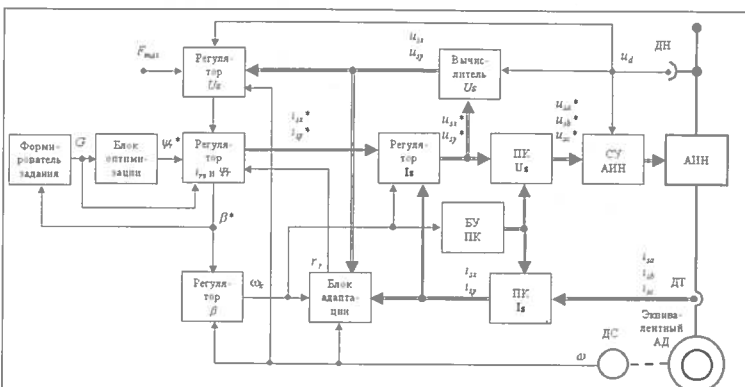


Рис. 1. Структурная схема тягового привода городского электротранспорта



Рис. 3. Частотные преобразователи электроприводов металлургического комплекса

и формирование эффективных тяговых характеристик электропривода. Разработка позволила не только внедрить асинхронный электрический двигатель, обладающий лучшими потребительскими качествами по сравнению с двигателем постоянного тока в качестве тягового двигателя на городском электрическом транспорте, но и обеспечила существенную экономию электрической энергии. Трамвайные вагоны (рис. 2) и троллейбус, оснащенные частотно-регулируемыми электроприводами разработки АСК, серийно выпускаются с апреля 2001 года и находятся в эксплуатации в 8 городах России: Москва, Екатеринбург, Самара, Казань, Уфа, Нижний Тагил, Ижевск, Красноярск. По данным эксплуатации в частности, предприятия АСК потребляют электроэнергию в 2 раза меньше в сравнении с распространенными тяговыми электроприводами постоянного тока с релейно-контакторным управлением.

По направлению модернизации общепромышленного электропривода разработаны преобразователи частоты (ПЧ), предназначенные для индивидуального и группового питания и управления двигателями переменного тока с нестандартными параметрами питающего напряжения [4]. Структурная схема ПЧ приведена на рис. 4. Данные устройства представляют собой двухзвенные преобразователи с промежуточным фильтром в звене постоянного тока и автономным инвертором напряжения с ШИМ, выполненным на биполярных транзисторах с изолированным затвором (IGBT). Микропроцессорная система управления позволяет свободное программи-

рование и адаптацию преобразователя к конкретным условиям применения. В сравнении с зарубежными аналогами разработанные преобразователи имеют меньшую стоимость.

Разработанные преобразователи пригодны к применению в электроприводах общепромышленных механизмов и некоторых механизмов металлургического производства, что подтверждается положительным опытом их промышленной эксплуатации с 2001 года на Нижне-Сергинском металлургическом заводе, где они используются в качестве источников питания электродвигателей рольганга сортопрокатного стана (рис 3).

Работы по созданию и внедрению современных систем частотно-регулируемых групповых электроприводов металлургического комплекса непрерывно развиваются. В частности, предприятия АСК проводятся проектные и экспериментальные работы с целью создания альтернативы машинным преобразователям (ЭМПЧ), применяемым в настоящее время в качестве источника группового питания напряжением пониженной частоты. Использование при модернизации серийно выпускаемых ПЧ с ШИМ затруднено вследствие жестких требований к скорости изменения напряжения на выходе преобразователя (не более 200 В/мкс) и высокой стоимости синусоидальных фильтров, а также необходимости длительной работы на холостом ходу и низкого значения коэффициента мощности нагрузки. Теоретический анализ подтвердил возможность модернизации групповых источников питания на основе использования объектно-ориентированного ПЧ

с ШИМ, проектная и конструкторская проработка которого проводится в настоящее время. Внедрение таких ПЧ позволит существенно улучшить массогабаритные показатели ПЧ, снизить потребление реактивной энергии, обеспечить минимальные капитальные вложения в сравнении с другими вариантами.

Необходимо особенно отметить, что в настоящее время увеличиваются требования как к самим электроприводам переменного тока с точки зрения быстродействия, обеспечения максимальных параметров и сложных режимов, так и к преобразователям частоты (ПЧ) с позиций повышения электромагнитной совместимости ПЧ и с нагрузкой и с питающей сетью, улучшения массогабаритных показателей, увеличения надежности. Решение этих проблем



Рис. 4. Структурная схема преобразователя частоты

A1—вводной силовой аппаратуры, **A2**—полууправляемый выпрямитель, **A3**—датчик тока, **A4**—автономный инвертор напряжения, **A5**—зарядная цепь, **A6**—блок питания, **A7**—связь с контроллером, **A8**—специализированная плата управления, **A9**—лицевая панель, **A10**—ввод-вывод аналоговых сигналов, **A11**—внешние соединения

возможно с помощью непосредственных преобразователей частоты (НПЧ), построенных на полностью управляемых силовых полупроводниковых ключах с импульсно-модуляционными алгоритмами управления. В мировой практике серийно выпускаемых подобных преобразователей пока не существует, хотя работы по их созданию ведутся в ряде стран. Предприятием АСК разработан опытно-макетный образец двухзвенного непосредственного преобразователя частоты (ДНПЧ). Преобразователь состоит из последовательно соединенных коммутаторов активного выпрямителя (АВ) и активного инвертора (АИ) без конденсатора между ними, а также сетевого LC фильтра. Для управления

ДНПЧ разработана и применена «Координатная стратегия управления непосредственными преобразователями частоты с ШИМ для электроприводов переменного тока» [5,6]. Структурная схема силовой части и системы управления ДНПЧ изображена на рис. 5.

Качество потребления и преобразования электрической энергии разработанного преобразователя характеризуются осциллограммами, представленными на рис. 6. и рис. 7. Преобразователь подключен к стандартной сети переменного тока промышленной частоты и нагружен на короткозамкнутый асинхронный двигатель (АД) мощностью 7,5 кВт.

Осциллограммы получены при единичном задании на сетевой ко-

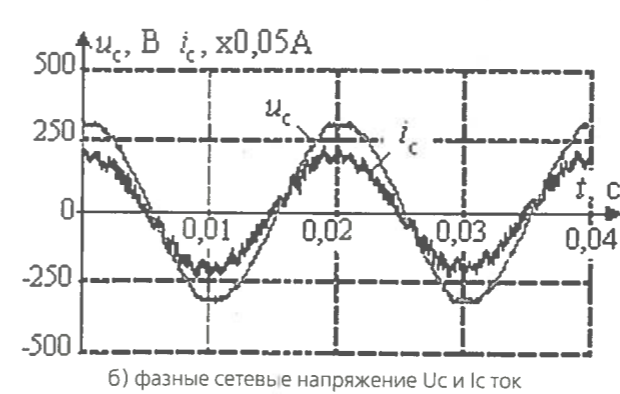
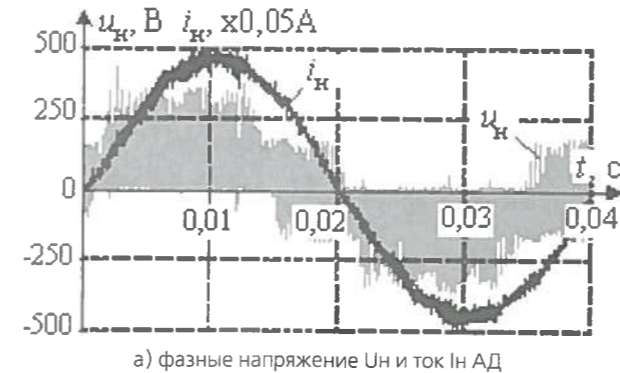


Рис. 6. Двигательный режим

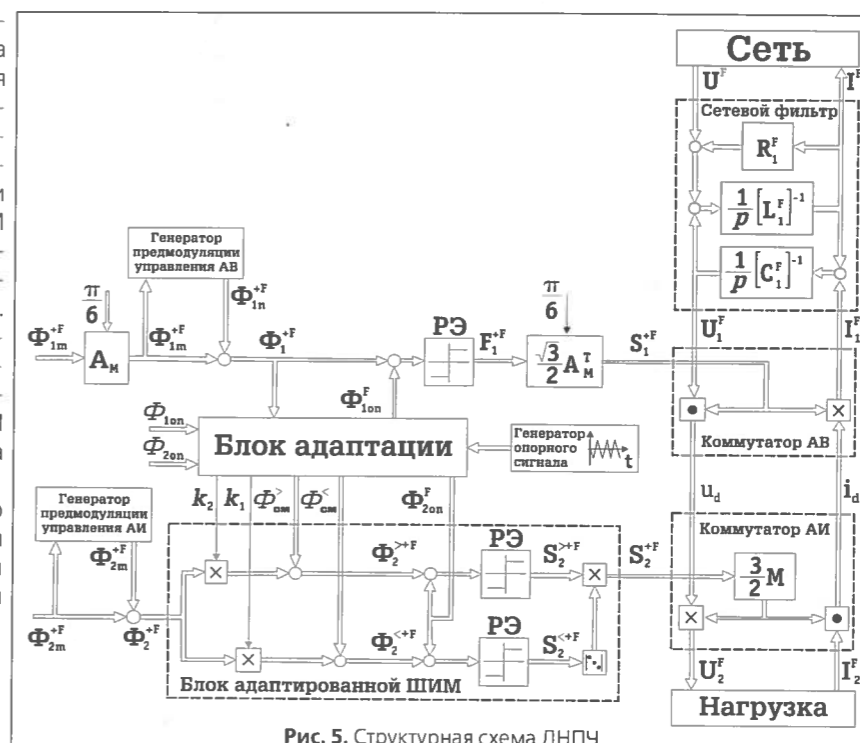


Рис. 5. Структурная схема ДНПЧ

эффициент мощности и следующих параметрах: момент нагрузки на валу АД номинальный; частота напряжения питания АД 25 Гц; фазное напряжение питания АД 110 В; частота ШИМ 2,5 кГц с двойным обновлением; сеть 380В/50Гц. На рис. 6. показан двигательный, а на рис. 7.

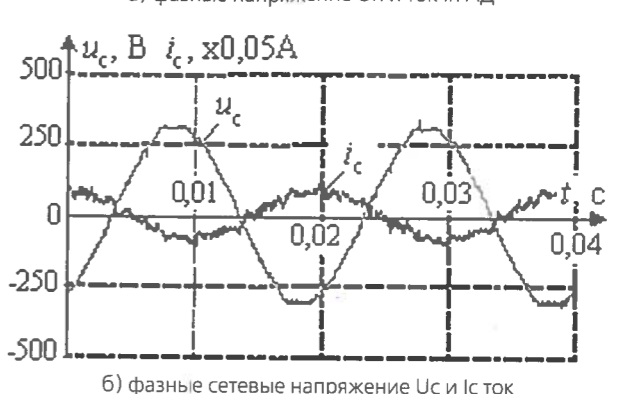
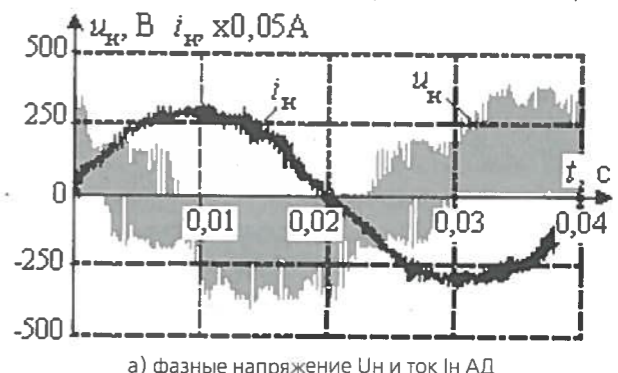


Рис. 7. Генераторный режим

генераторный режим работы двигателя с рекуперацией энергии.

Полученные результаты подтверждают, что двухзвенный непосредственный преобразователь частоты с ШИМ обеспечивает синусоидальность выходных и входных токов, единичный коэффициент мощности, возможность рекуперации электрической энергии и обладает улучшенной электромагнитной совместимостью с питающей сетью и нагрузкой. Структурное разделение функций

выпрямителя и инвертора позволяет разрешить коммутационные проблемы на алгоритмическом уровне, а отсутствие в силовой схеме промежуточного фильтра существенно увеличивает динамику электропривода, повышает надежность преобразователя, улучшает массогабарит-

ные параметры. Применение ДНПЧ открывает новые пути повышения энергетической эффективности электроприводов переменного тока. Несомненно, в ближайшее время подобные преобразователи найдут применение в высокодинамичных электроприводах механизмов с прямыми пуско-тормозными режимами, такие как подъемно-транспортные механизмы, старт-стопные и другие механизмы.

Литература

[1] Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники // Учебное пособие. Издание 2-е, испр. и доп. Новосибирск, 2003.

[3] Кривовяз В.К., Маевский В.В., Рудницкий О.М., Костылев А.В. Система управления тяговым асинхронным частотно-регулируемым электроприводом трамвая «Спектр»// Автоматизация и прогрессивные

технологии: Труды III межотраслевой научно-технической конференции (11–13 ноября 2002 г.), Новоуральск, 2002.


[3] Кривовяз В.К., Шрейнер Р.Т., Маевский В.В., Рудницкий О.М., Костылев А.В., Таран А.А.

Энергосберегающий частотно-регулируемый электропривод трамвая «Спектр»// В 38. Вестник УГТУ-УПИ. Электромеханические и электромагнитные преобразователи энергии и управляемые электромеханические системы: Сборник статей. Ч. 1, Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2003.

[4] Кривовяз В.К., Шилин С.И., Вовкотруб А.В., Корнеев В.А. Преобразователь частоты для управления асинхронными электродвигателями рольгангов// Э45. Труды двенадцатой научно-технической конференции «Электроприводы переменного

тока». Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2001.

[5] Шрейнер Р.Т., Кривовяз В.К., Калыгин А.И. Координатная стратегия управления непосредственными преобразователями частоты с ШИМ для электроприводов переменного тока//Электротехника, 2003. № 6. С. 30–39.

[6] Shreyner R.T., Krivoviyaz V.K., Kalygin A.I. Coordinate PWM Control Strategy of Direct Frequency Converter// 10th European Conference on Power Electronics and Applications (CD-ROM) 

«Автоматизированные системы и комплексы»
620049, Екатеринбург, а/я 148,
пер. Автоматики, 10,
тел. (343) 374-06-55,
факс (343) 374-53-80,
E-mail: kvk@asc-ural.ru

ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО

О ЛИЦЕНЗИРОВАНИИ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ФГУ «Управление государственного энергетического надзора по Свердловской области» информирует руководителей организаций и предприятий, что нормативно-правовыми актами, регламентирующими лицензирование деятельности организаций и предприятий в области энергетики являются:

- Федеральный закон «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 08.08.01 г. № 128-ФЗ;

- Постановление Правительства РФ «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 11.02.02 г. № 135;

- Постановление Правительства РФ «О лицензировании деятельности по эксплуатации электрических (тепловых) сетей, хранение нефти, газа и продуктов их переработки» от 28.08.02 г. № 637.

Виды деятельности, на осуществление которых требуется получение лицензии, определены в ст. 17 вышеуказанного Федерального закона. В качестве обязательно подлежащих лицензированию указаны виды деятельности:

- эксплуатация электрических се-

- эксплуатация тепловых сетей;
- хранение нефти, газа и продуктов их переработки.

Организации, предприятия и индивидуальные предприниматели, осуществляющие указанные виды деятельности, включающие в себя: прием, передачу и распределение электрической (тепловой) энергии, а также техническое обслуживание и ремонт электрических (тепловых) сетей; налив, хранение, слив нефти и продуктов их переработки, внутрискладские операции; хранение газа и продуктов его переработки в специализированных хранилищах (на станциях хранения и в подземных хранилищах, в том числе в баллонах) обязаны получить лицензию на конкретный вид деятельности.

Ведение лицензируемой деятельности юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями без специального разрешения (лицензии) влечет за собой применение санкций в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации (ст. 14.1; 19.20. КоАП РФ).

В соответствии с указанными нормативно-правовыми актами, лицензирующим органом в области

энергетики является Министерство энергетики Российской Федерации.


ФГУ «Управление государственного энергетического надзора по Свердловской области» участвует в процессе лицензирования в пределах полномочий, определенных Минэнерго России, осуществляет:

- оказание соискателю лицензии информационно-технических и консультационных услуг с представлением методической помощи по подготовке и доработке материалов на получение лицензии;

- прием и проверку представленных соискателем лицензии документов;

- передачу подготовленных документов на рассмотрение в Департамент Госэнергонадзора Министерства энергетики России;

- получение лицензии и уведомление лицензиата о предоставлении ему лицензии.

Для получения консультационной и методической помощи по подготовке и правильному оформлению необходимых документов следует обращаться по адресу: г. Екатеринбург, пер. Северный, 7, ФГУ «УГЭН по Свердловской области», комн. 201, тел. 377-69-64. 

И.Г. Неофитиди, и.о. начальника ФГУ «Управление государственного энергетического надзора по Свердловской области»