

YASKAWA

100-ЛЕТНИЙ ОПЫТ РАБОТЫ
В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ
ДВИЖЕНИЕМ



- Преобразователи частоты от 0,4 до 12 000 кВт
- Шпиндельные двигатели
- Комплексные сервоприводы от 0,003 до 75 кВт
- Линейные сервосистемы
- Контроллеры управления движения
- Программируемые логические контроллеры
- Роботы

КОСПА
КОМПОНЕНТЫ
И СИСТЕМЫ
ПРОМЫШЛЕННОЙ
АВТОМАТИЗАЦИИ



+7 (495) 660-28-22; www.cospa.ru

ООО «КОСПА» ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР И СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР YASKAWA

Эффективное использование «лишней» электроэнергии при работе с преобразователями частоты



В статье представлено такое оборудование, как рекуператоры энергии, служащие для оптимизации затрат электроэнергии при работе электропривода. Рассмотрены разные типы рекуператоров, механизм их действия, особенности подключения. Показано, что это решение позволяет не только повысить энергоэффективность установки, но и сэкономить место в шкафу.

ООО «КоСПА», г. Москва

В наше время проблема энергоэффективности выходит на первый план. Это связано с большим потреблением невозобновляемых ресурсов планеты: нефти и продуктов ее переработки, угля и т. д. Данный вопрос находит отклик в самых разных решениях: например, происходит постепенная замена автомобилей с двигателями внутреннего сгорания на электромобили, электричество добывается с помощью альтернативных источников энергии (ветряных и приливных электростанций, недр земли, солнца и т. д.), строятся объекты атомной энергетики (дешевая энергия, получаемая с помощью распада радиоактивных веществ, является большим плюсом, хотя утилизация продуктов выработки АЭС губит окружающую среду регионов, в которых производится их захоронение). В масштабах человечества этих решений недостаточно, но представители каждой отрасли промышленности ищут свои методы экономии энергии.

В статье будут рассмотрены доступные решения данной проблемы в области электроприводов, потребляющих около 60 % всей генерируемой электроэнергии в мире.

Электропривод

и энергоэффективность: суть проблемы

Для того чтобы понять, где в системе электропривода возникают бес-

полезные потери энергии, необходимо принять во внимание, что любой электродвигатель работает в двух режимах: двигательном и генераторном. При работе в двигательном режиме мотор потребляет энергию из сети для осуществления своего вращения (пример – перемещение оси стола фрезерного станка), тогда как в генераторном режиме энергия поступает от двигателя в сеть (например, в случае спуска груза краном).

Мы рассмотрим работу электропривода переменного тока, так как он применяется в 80–90 % случаев. Основным средством управления двига-

телем переменного тока (асинхронным или синхронным) является преобразователь частоты (ПЧ). Преобразователи частоты делятся на два основных класса: преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока (ЗПТ) и непосредственные преобразователи частоты.

ПЧ с промежуточным звеном постоянного тока представляют собой наиболее распространенный класс. Их предпочитают из-за невысокой стоимости и несложных алгоритмов управления. Переменный ток сети определенной частоты с помощью блока выпрямителя преобразуется в постоян-

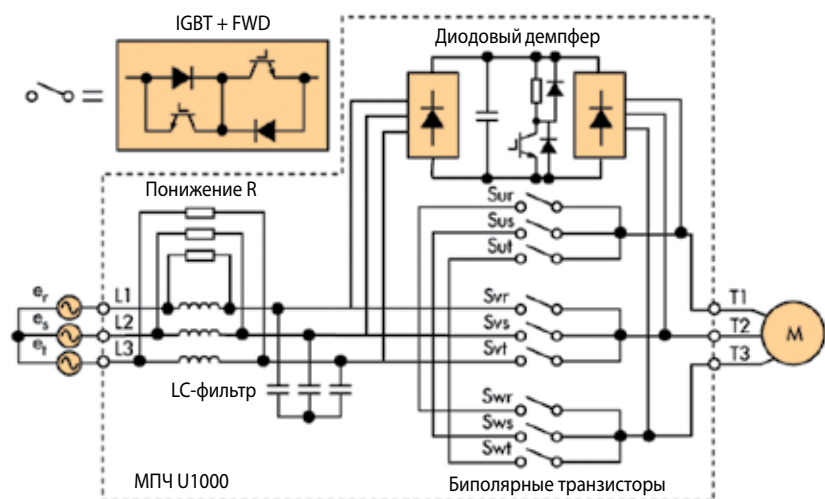


Рис. 1. Схема работы непосредственного преобразователя частоты



Рис. 2. Использование энергии в рекуперативном режиме с помощью МПЧ U1000

ный ток, который фильтруется на звене постоянного тока и поступает на блок инвертора, где посредством ШИМ-модуляции получается переменный ток определенной частоты. Преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока не имеет проблем при работе мотора в двигательном режиме, однако при переходе в генераторный режим возвращаемая с мотора энергия поступает на конденсатор фильтра в ЗПТ, что может вывести из строя этот элемент. В настоящий момент существует несколько решений данной проблемы: использование тормозного (сливного) сопротивления на звене постоянного тока, использование активного выпрямителя вместо входного диодного моста, организация схемы рекуперации энергии в сеть с помощью внешних устройств. Тормозное сопротивление используется для преобразования генерируемой двигателем энергии в тепло, что, учитывая тему данной статьи, недопустимо. Использование активного выпрямителя позволяет возвращать энергию в сеть без дополнительных устройств (за исключением фильтров ЭМС, которые минимизируют влияние высших гармоник тока от преобразователя на другие устройства в сети, и дросселей, которые улучшают форму возвращаемого тока), но цена такого преобразователя гораздо выше обычного ПЧ. В статье будут рассмотрены варианты реализации схем возврата энергии в сеть на основе внешних устройств – рекуператоров.

Непосредственные преобразователи частоты осуществляют прямое преобразование переменного тока одной частоты в переменный ток другой частоты (рис. 1). Основным видом непосредственных ПЧ являются матричные преобразователи частоты (МПЧ). В основе алгоритма работы МПЧ лежит особое переключение 18 транзисторов (9 пар встречно направленных IGBT): на выходе матричного ПЧ получается практически

синусоидальный ток с наилучшим коэффициентом гармонических искажений среди всех видов преобразователей частоты (менее 5%).

Матричные преобразователи частоты, несмотря на свои габариты и более высокую цену, не требуют дополнительных устройств для того, чтобы использовать энергию в рекуператив-

ных режимах: энергия возвращается практически в том же виде, в каком она поступала из сети (рис. 2).

Использование рекуператоров

R1000

Блок рекуперативного торможения R1000 позволяет осуществлять быструю остановку двигателя, обеспечивая безопасность для преобразователя частоты и возврат энергии в сеть: входные клеммы блока подключаются к питающей сети устройств, работающих в рекуперативном режиме (преобразователей или сервоприводов), а выходные клеммы – к звену постоянного тока этих устройств (рис. 3). Таким образом, избыточная энергия на ЗПТ с помощью модуля R1000 пре-

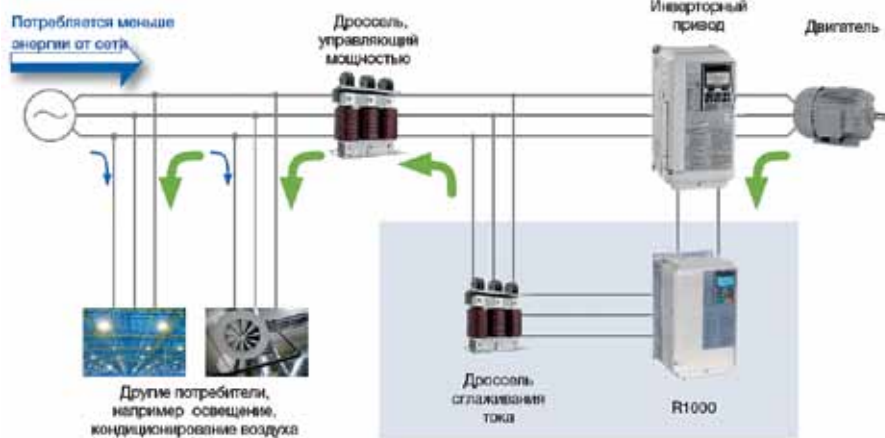


Рис. 3. Схема подключения рекуператора R1000



Рис. 4. Схема подключения рекуператора D1000

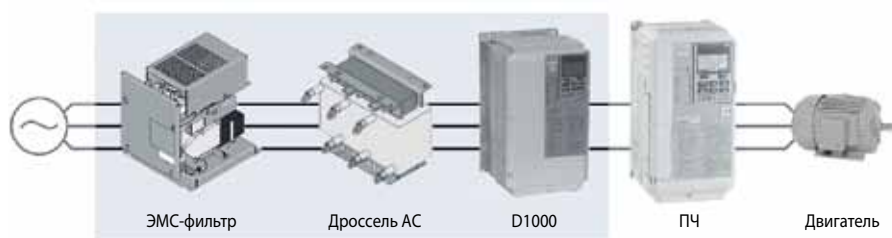


Рис. 5. Блок рекуперации D1000 – комплексное решение



Рис. 6. Сферы применения матричного преобразователя частоты YASKAWA U1000

образуется в приемлемый для сети вид (переменный ток частоты питающей сети) и возвращается в нее, снижая общее энергопотребление установки, тем самым уменьшая срок окупаемости оборудования.

D1000

Блок рекуперации D1000 выполняет схожие с R1000 функции, но отличается тем, что питание устройств, работающих в генераторном режиме, осуществляется через сам модуль, подключенный к их звену постоянного тока (рис. 4).

Применение D1000 позволяет не только снизить общее электропотребление установки, но и экономить место в шкафу, так как используется лишь один блок для питания всех устройств с рекуперацией. В комплект входят ЭМС-фильтр, дроссель переменного тока и сам блок рекуперации (рис. 5), что позволяет отказаться от дополнительных фильтров, дросселей и резисторов внутри электрошкафа.

Использование матричного ПЧ

U1000

Отличным решением для устройств, работающих в рекуперативном режиме, является матричный преобразователь частоты YASKAWA U1000 (рис. 6).

Даже в классе непосредственных преобразователей частоты U1000 выделяется своими характеристиками:

► отличный коэффициент гармонических искажений (менее 5%): преобразователь подавляет высшие

гармоники тока, выдавая практически чистую синусоиду (рис. 7);

► коэффициент мощности преобразователя близок к 1, это означает практически полное отсутствие реактивной мощности;

► экономия места в монтажном шкафу. U1000 не требует установки дополнительных компонентов, таких как дроссели переменного тока и ЭМС-фильтры (являются встроенными для преобразователей с номинальным током до 477 А). Таким образом, по сравнению с преобразователями частоты с промежуточным звеном постоянного тока экономится место в шкафу за счет

отказа от тормозных сопротивлений и их охлаждения или других внешних блоков рекуперации (рис. 8);

► особенный алгоритм управления позволяет работать с асинхронными и синхронными двигателями на частотах до 400 Гц;

► монтаж преобразователя предельно прост: 3 входные клеммы со стороны сети и 3 выходные клеммы для подключения к двигателю.

Ко всем преимуществам использования матричного преобразователя можно добавить наличие встроенных функций для мониторинга времени выработки его основных элементов,

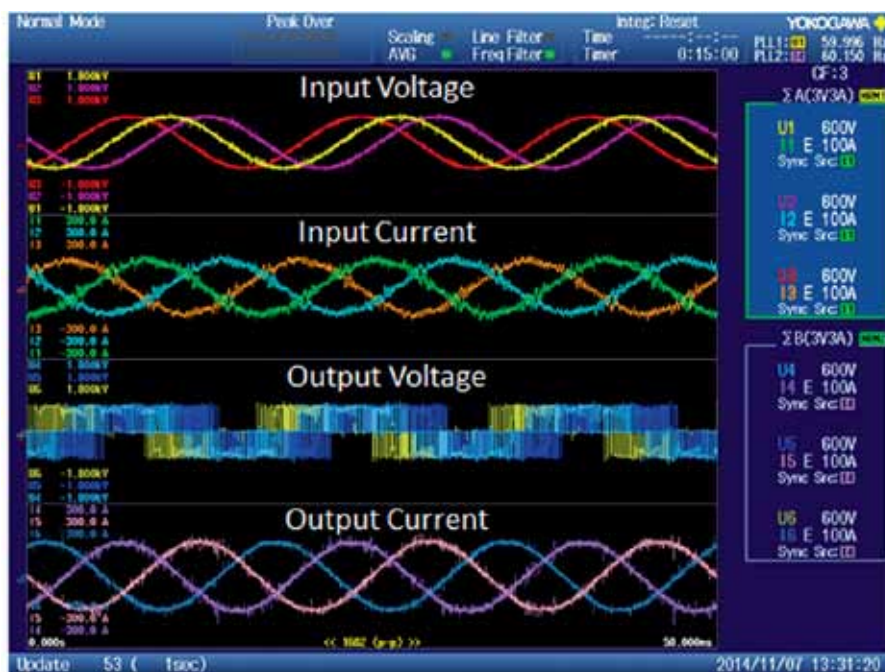


Рис. 7. Осциллограммы токов и напряжений преобразователя частоты U1000

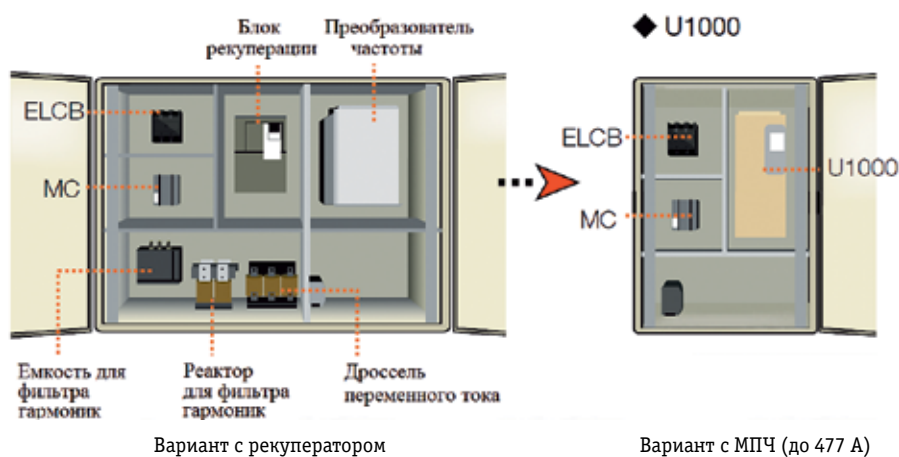


Рис. 8. МПЧ U1000 позволяет экономить место в монтажном шкафу

а функциональность встроенного ПЛК позволила реализовать специальное программное обеспечение для выявления дисбаланса нагрузки на валу двигателя. ПО отслеживает превышение момента нагрузки и при достижении определенного задаваемого количества этих превышений формирует дискретный сигнал. Это позволяет продлить срок эксплуатации оборудования путем выявления неисправностей на ран-

них стадиях и своевременной замены компонентов системы.

Заключение

В статье было рассмотрено оборудование, предназначенное для улучшения энергетических показателей объектов металлургической, станкостроительной и прочих отраслей промышленности. Рекуператоры энергии могут быть:

- ▶ индивидуальными и неинтегрированными, то есть устанавливаться на отдельный ПЧ вместо тормозного сопротивления, как R1000;
- ▶ групповыми, то есть один рекуператор подключается к группе приводов, объединяя их по ЗПТ, как в случае с D1000;
- ▶ интегрированными с ПЧ, как, например, матричный преобразователь частоты U1000.

Выбрать тип рекуператора для конкретного применения можно на любом этапе реализации проекта и даже для уже воплощенного проекта, сменив тормозные сопротивления большой мощности на компактный рекуператор, который сэкономит место и улучшит энергоэффективность.

Н. Н. Подзоров, главный специалист по приводной технике,
 А. Е. Петров, специалист по приводной технике,
 ООО «КосПА», г. Москва,
 тел.: +7 (495) 660-2822,
 e-mail: cospa.office@cospa.ru,
 сайт: www.cospa.ru



ЭКСПО ТЕХНО СТРАЖ



EXPO TECHNO STRAZH

2021

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
 10-12 НОЯБРЯ 2021
 КВЦ ЭКСПОФОРУМ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
 ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
 ЛИЧНОСТИ, ОБЩЕСТВА И ГОСУДАРСТВА

ОПЕРАТОР

EXPOFORUM

GUARD-EXPO.COM

12+