

УДК 621-83-52

СОВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ДЛЯ СИСТЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Водоватова Ю.В., Каштанов И.А., студенты гр. АИ2-311
Научный руководитель: Артемьев В.С., старший преподаватель
Чувашская государственная сельскохозяйственная академия
г. Чебоксары

Ранее в основном использовали тиристорные электроприводы на базе двигателей постоянного тока (ДПТ), с простой схемой управления, хорошими статическими и динамическими показателями. ДПТ, с высоким быстродействием регулирования скорости. Но щеточно-коллекторный узел ДПТ состоит из большого количества медных сегментов, разделенных тонким слоем изолирующего материала, например, слюды. Такие АД значительно дешевле ДПТ с такими же значениями мощности и скорости. Их удельная мощность в два раза больше, чем у ДПТ. Очевидна и меньшая величина ущерба от простоя и ремонтов, из-за простоты АД, чем при применении ДПТ.

Благодаря простоте и надежности асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АД) все больше распространяют в системах энергосбережения частотно-регулируемые электроприводы (ЧРЭП), в том числе выполненные на базе АД и преобразователей частоты.

Электроприводы обеспечивают следующие режимы работы:

- пуск до заданной скорости с регулируемым темпом разгона;
- плавное регулирование скорости от нуля до номинальной скорости при работе "Вперед" и "Назад";
- рекуперативное с регулируемым темпом торможения;
- реверс с любой скорости.

Питание электроприводов осуществляется от трехфазной сети напряжением 380 В частоты 50 Гц – для нужд народного хозяйства.

Применение двухфазного двигателя с короткозамкнутым ротором вместо традиционного трехфазного позволило дополнительно улучшить технико-экономические показатели ЧРЭП с НПЧ, поскольку при этом незначительном ухудшении показателей двигателя (снижение момента на 3-10%) существенно почти в полтора раза упрощается силовая часть и система управления НПЧ с соответственным повышением надежности [1].

При выборе целесообразного построения асинхронного частотно-регулируемого электропривода, определения областей рационального применения ЧРЭП и рассмотрения конкурентоспособности был сопоставлен весь комплекс показателей с коэффициентами их относительной весомости, а именно технико-экономические показатели (включая массогабаритные); энергетические; динамические; эксплуатационные; надежность и другие.

Электроприводы ЭТА1-01 мощностью до 30 кВт обеспечивают полосу пропускания частот при отсутствие дополнительных моментов инерции и при

задающим напряжение, соответствующем линейной области, не менее 20т Гц. Для электроприводов ЭТА1-01 мощностью более 30 кВт и для электропривода ЭТА1-02 полоса пропускания частот не лимитируется.

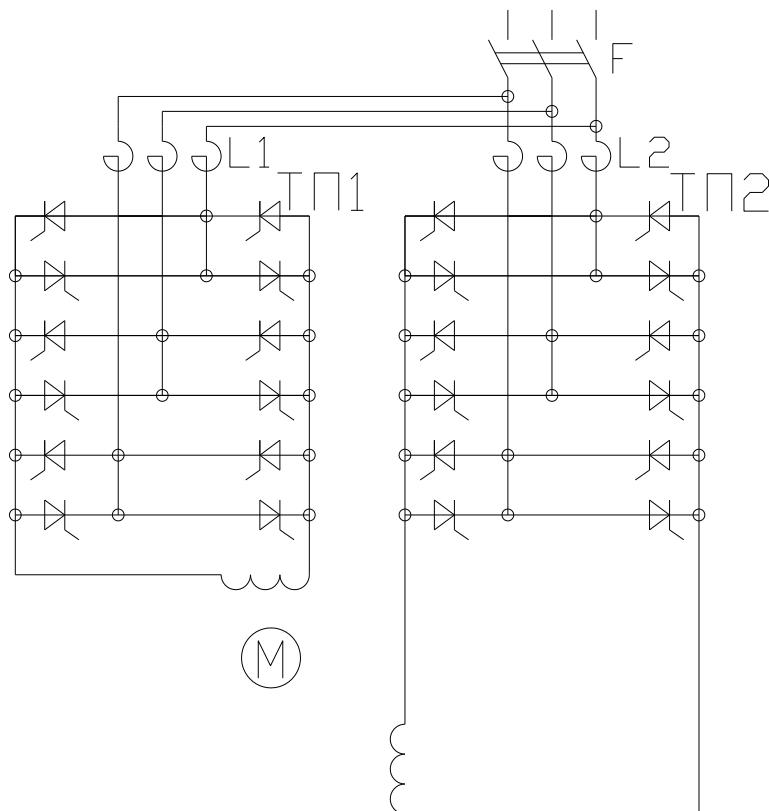


Рисунок 1-Схема силовой части электропривода

Электропривод тиристорный асинхронный серии ЭТА1-01 на базе тиристорного преобразователя частоты с непосредственной связью и двухфазного асинхронного двигателя типа АДЧ или АИФ реализует частотно-токовый способ управления и принцип ориентации системы координат двигателя путем задания угла поворота ее осей относительно ротора двигателя. [1,2, 4]. Силовая схема ПЧ состоит из двух реверсивных тиристорных преобразователей постоянного тока типа ТП1 и ТП2 с разделенным управлением комплектами вентилей. Статорные обмотки асинхронного двигателя М питаются от автономных преобразователей, гальванически развязанных друг от друга.

В систему управления электропривода входят: задатчик интенсивности ЗИ, предназначенный для формирования темпа разгона и торможения двигателя; ПИ-регулятор скорости РС; координатный преобразователь КП, предназначенный для задания синусоидальных токов в обмотках двигателя; узел «напряжение-частота» УНЧ, предназначенный для преобразования аналогового реверсивного выходного сигнала регулятора скорости $\omega_s \equiv U_{pc}$ в положительные прямоугольные импульсы с частотой следования, пропорциональной частоте скольжения ротора двигателя; узел формирования узких импульсов УФИ, выполняющий преобразование выходных импульсов УНЧ и импульсов датчика положения ДПР (f_{oc}) в сдвинутые по времени друг от друга синхронизированные

импульсы ω_{pu} и ω_{su} ; узел направления вращения УНВ и узел логики УЛ, формирующие в зависимости от знаков аналоговых сигналов ω_s и ω_p команд «вперед» или «назад», определяющих режим работы электропривода (двигательный или тормозной) и формирующих команды на пропускание на входы счетчика генератор синусоидальных колебаний ГСК суммы и разности импульсных сигналов ω_{su} и ω_{pu} ; генератор синусоидальных колебаний ГСК, преобразующий импульсные сигналы ω_1 в синусоидальные кодовые сигналы $\sin\omega_1 t$ и $\cos\omega_1 t$ с помощью которых модулируются опорные сигналы I'_p и I_μ в КП; два пропорциональные регулятора тока РТ1–РТ2; датчики тока ДТ1, ДТ2; нелинейные звенья (НЗ1, НЗ2), поддерживающие постоянство коэффициента усиления тиристорных преобразователей (ТП1, ТП2) в режимах непрерывного и прерывистого токов; функциональный преобразователь э.д.с. ФПЕ1, ФПЕ 2, компенсирующие нелинейности характеристик ТП. Системы НЗ и ФПЕ образуют адаптивное устройство, линеаризующее структуру электропривода и улучшающее его динамические характеристики; формирователи э.д.с. ФЕ1 и ФЕ2, формирующие синхронизированные с активной составляющей тока статора синусоидальные сигналы e_1 , e_2 ; датчики проводимости вентиляй ДПВ1 и ДПВ2, обеспечивающие переключение блоков логики ЛУ1 и ЛУ2 только при отсутствии токов в цепях статора; системы импульсно-фазового управления (СИФУ), преобразующая управляющее напряжение системы автоматического регулирования электроприводом, в последовательность прямоугольных управляющих импульсов соответствующей фазы. СИФУ, состоящая из управляющего органа УО1, формирователя импульсов УФИ1 и ключей В1, Н1, выполнена по вертикальному принципу.

Работа схемы осуществляется следующим образом: задающее воздействие через ЗИ поступает на вход регулятора скорости РС, где сравнивается с сигналом обратной связи по скорости ω_p , снимаемым с тахогенератора ВР. Регулятор скорости РС формирует аналоговый сигнал задания ω_s , пропорционально которому задается приведенный к статору ток ротора I'_p . Сигнал, пропорциональный I'_p , подается на вход координатного преобразователя КП. На второй вход КП поступает сигнал задания амплитуды тока намагничивания I_μ . Координатный преобразователь преобразует опорные входные сигналы I'_p и I_μ в сигналы задания синусоидальных токов $i=i_\alpha$ и $i=i_\beta$, поступающих на входы регуляторов тока РТ1 и РТ2. УНЧ преобразует аналоговый сигнал задания частоты скольжения ω_s РС в прямоугольные импульсы с частотой следования, пропорциональной частоте скольжения ротора двигателя.

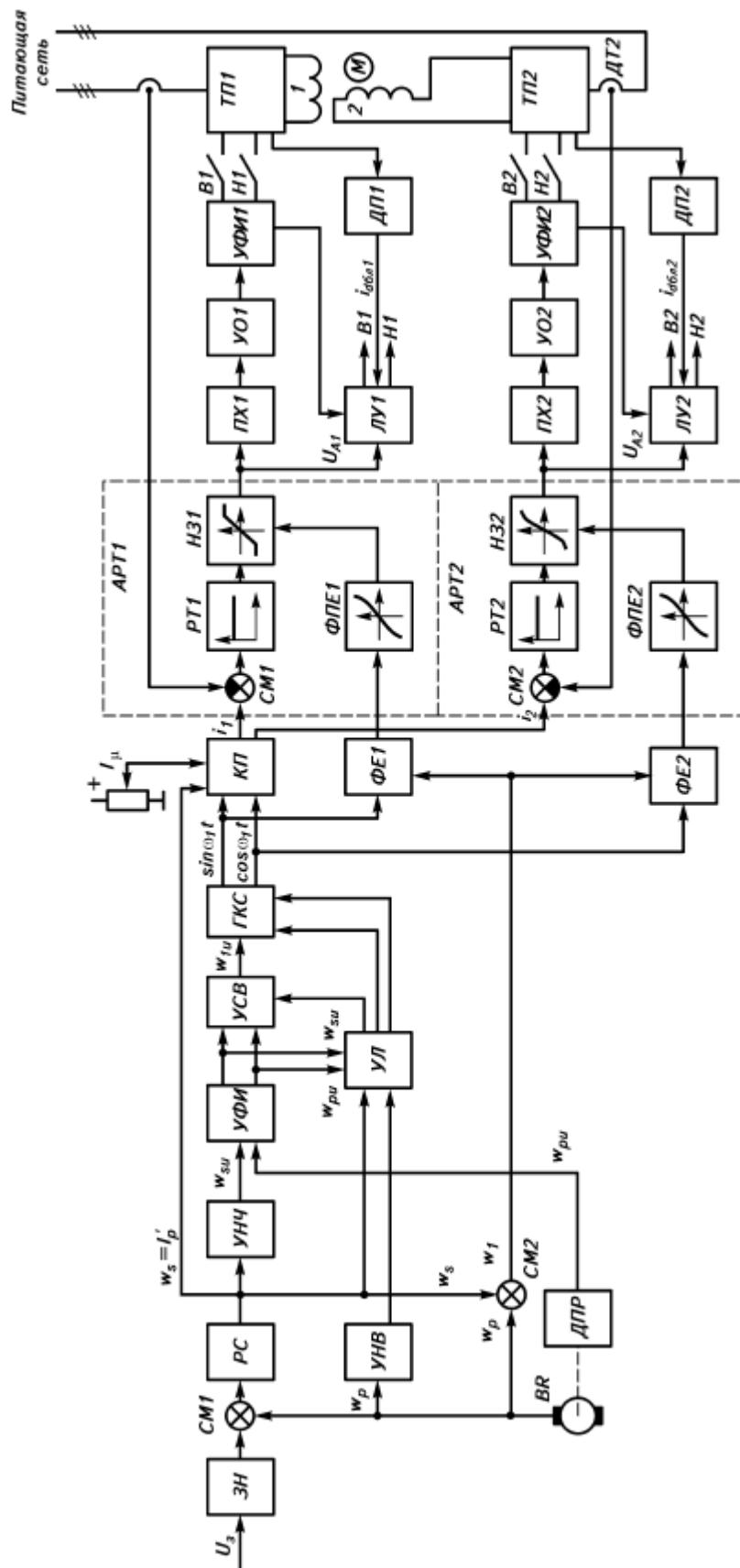


Рисунок 2- Система управления электропривода

Узел сложения-вычитания УСВ на основе информации о частоте скольжения ω_{su} и частоте вращения ω_{pu} , а также информации узла логики УЛ формирует сигнал задания скорости ротора ω_{1u} . Если знаки этих сигналов совпадают, то узел логики УЛ выдает в УСВ команду на сложение импульсных сигналов, т.е. $\omega_{1u} = \omega_{su} + \omega_{pu}$, что соответствует двигательному режиму работы. Если знаки ω_{su} и ω_{pu} не совпадают, то в УСВ происходит вычитание импульсных сигналов ω_{su} и ω_{pu} и двигатель переходит в тормозной режим работы.

Направление вращения вектора поля статора задается в узел логики УЛ в зависимости от знаков аналоговых сигналов ω_s , ω_p . Каналы управления тиристорными преобразователями ТП1 и ТП2 полностью аналогичны друг другу. Рассмотрим один из них. На входе П-регулятора тока РТ1 осуществляется алгебраическое сложение сигнала задания синусоидального тока i_a и сигнала отрицательной обратной связи, формируемого задатчиком ДТ1 и пхз. Выходное напряжение РТ1 поступает на вход НЗ1, обеспечивающее постоянство общего коэффициента передачи ТП1 в режимах непрерывного и прерывистого токов.

Формирователь э.д.с. ФЕ1 и функциональный преобразователь ФПЕ1 с арксинусной характеристикой компенсируют нелинейность характеристики «вход-выход» тиристорного преобразователя ТП1. Далее сигнал поступает на ПХ1 и на СИФУ (управляющий орган 1 УО1, УФИ1 и ключи В1, Н1), которая подает команду на открывание тиристоров.

Диапазон регулирования скорости электроприводов ЭТА1-02 для механизмов, не требующих широкого регулирования скорости, не более 1:10, но более высокая надежность по сравнению с электроприводами ЭТА1-01 из-за отсутствия датчика ПДФ-9 на валу двигателя. Тиристорные блоки обеих модификаций электроприводов имеют одни и те же конструкции, меняются лишь две платы системы управления.

Как правило, во многих отраслях народного хозяйства, в т.ч. жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ), установлены электродвигатели с большим запасом по мощности в расчете на максимальную производительность оборудования, несмотря на то, что часы пиковой нагрузки составляют всего 15%-20% общего времени его работы. В результате электродвигатели с постоянной скоростью вращения потребляют среднесуточно значительно, иногда до 60%, больше электроэнергии, чем это необходимо.

Оценка мировой и отечественной практики показывает, что наибольший экономический эффект при реализации программ энергосбережения дает использование асинхронных электроприводов (55%-60% всей потребляемой энергии) в отраслях промышленности (прессы, станки, электротранспортеры и конвейеры, печи, мельницы и др. и коммунального хозяйства.)

Наиболее дающим большую экономию электроэнергии способом (до 30%-50%) является оснащение АД частотными преобразователями, позволяющими регулировать частоту их вращения в зависимости от реальной нагрузки. [3].

В жилищно-коммунальном хозяйстве это:

- насосы холодной и горячей воды в центральных тепловых пунктах;
- насосы водоканальных и тепловых сетей и очистных станций;
- компрессоры, вентиляторы, кондиционеры, установленные в зданиях.

В топливно-энергетическом комплексе:

- буровые установки, насосы нефтеперекачки;
- экскаваторы, карьерные дизель-троллейвозы, транспортеры и конвейеры, дробилки, шахтные подъемные машины и шахтный электротранспорт;
- насосные и вентиляторные установки ТЭС, ТЭЦ, РТС и котельных, насосные установки тепловых сетей и др.

В целом электродвигатели мощностью до 100 кВт составляют ~90% и потребляют 90% электроэнергии, преобразуемой в механическую.

Следующее достоинство регулируемого электропривода - это снижение эксплуатационных затрат (снижение величины пусковых токов, исключая вредное их воздействие на питающую сеть; исключение из работы дросселей, заслонок, различных клапанов, гидроударов в гидравлической сети, плавным изменением подачи воздуха в вентиляторах и др.; увеличение срока службы вращающихся частей, со значительным снижением эксплуатационных расходов и возможности аварий оборудования.)

Разработка и внедрение регулируемого электропривода является одним из самых перспективных и экономически оправданных направлений из всех энергосберегающих технологий и обеспечит в народном хозяйстве экономию энергоносителей (от общего потребления): электроэнергии до 15%-20%, воды питьевого качества до 10%-12%, топлива - 8%-10% и экономию денежных средств за счет уменьшения потребления энергоносителей. Сроки окупаемости внедрения регулируемого электропривода менее одного года.

Эти электроприводы внедрены в областях, где не могут использоваться двигатели постоянного тока и асинхронные двигатели с фазным ротором (предприятия мукомольной, химической, текстильной и др.)

Список использованной литературы

1. Алексеев В.А., Горчаков В.В., Гудков И.И., Чернов Н.П. Электроприводы тиристорные асинхронные серии ЭТА1-00. (Отраслевой каталог) -М.: Информэлектро, 1998 г.
2. Алексеев В.А. и др. Частотно-регулируемые электроприводы на базе двухфазных асинхронных двигателей и преобразователей.-М.: Электротехника, №5, 1989.
3. Алексеев В.А., Артемьев В.С. Энергосберегающие технологии для автотранспортной отрасли. –Чебоксары, Волжский филиал МАДИ, 2012 . -192 с.
4. Алексеев В.А. Электроприводы асинхронные в системах энергосбережения//Сборник материалов VI научно-практической конференции «Дорожно- транспортный комплекс: состояние, проблемы и перспективы развития». –Чебоксары, Волжский филиал МАДИ, 2012 . –С.125-131.