

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11525194>

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ЧАСТОТНЫМ И ВЕКТОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Назиржон Мукаррамович Арипов

Ташкентский государственный транспортный институт,
д.т.н., профессор
aripov1110@gmail.com

Заединова Маликабону

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, магистрант
malizaedinova@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены интеллектуальные режимы работы асинхронных электроприводов с частотным и векторным управлением оснащенных функциями управления за счет энергии торможения, а также безударного переключения двигателя между преобразователем частоты и питающей сетью.

***Ключевые слова:** асинхронный электропривод, интеллектуальные режимы работы электроприводов с частотным и векторным управлением, режимы самопитания и синхροкоммутации*

INTELLIGENT OPERATING MODES OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVES WITH FREQUENCY AND VECTOR CONTROL

Aripov Nazirjan

doctor o technical sciences, professor, Tashkent state transport university
aripov1110@gmail.com

Zaedinova Malikabonu

master's student, Tashkent Institute of Textile and Light Industry
malizaedinova@gmail.com

ABSTRACT

The article discusses the intelligent operating modes of asynchronous electric drives with frequency and vector control equipped with control functions using braking energy, as well as shockless motor switching between the frequency converter and the supply network.

Key words: *asynchronous electric motor, intelligent operating modes of electric motors with frequency and vector control, self-supply and synchronous commutation modes*

Введение

Одной из современных тенденций развития преобразовательной техники для регулируемого электропривода является постоянное расширение ее функциональных возможностей, режимов работы и интеллектуальных свойств.

Широко распространенными в асинхронном частотно-регулируемом электроприводе можно считать такие режимы, как автоматическая настройка на параметры двигателя, режим энергосбережения, пуск на вращающийся двигатель с поиском частоты вращения, торможение постоянным током, автоматическое ограничение темпа торможения, управление по циклограмме в относительном и реальном времени. Ряд преобразователей оснащен интерфейсом с персональным компьютером, с различными типами датчиков угловых перемещений, поддерживает функции программ.

Методы исследования.

Введение новых объектно-ориентированных опций позволяет расширить область применения привода, снижать себестоимость проектов автоматизации промышленных установок и технологических комплексов, в частности, за счет переноса функций внешнего контроллера на программно-аппаратные средства преобразователя.

В дополнение к вышеуказанным функциональным возможностям преобразователи частоты оснащены функциями «самопитания» (управления за счет энергии торможения), «синхрокоммутации» (плавного переключения двигателя между ПЧ и питающей сетью), функцией защиты по динамической тепловой модели IGBT-модуля, а также могут комплектоваться программно-аппаратным модулем управления многодвигательной установкой. Рассмотрим некоторые наиболее интересные интеллектуальные режимы работы на примере их реализации в частотных электроприводах.

Результаты и их обсуждение.

1) *Режим управления за счет энергии торможения.* Данный режим обеспечивает работоспособность электропривода при кратковременных провалах или пропадании напряжения питания. Реализация режима основана на использовании кинетической энергии, накопленной движущимися механическими массами нагрузки и возвращаемой в инвертор при частотном торможении.

Одним из способов реализации данного режима является переход электропривода к структуре управления с внешним контуром регулирования входного напряжения инвертора и внутренним контуром регулирования активной составляющей тока. Наиболее органично эта концепция вписывается в системы векторного управления электроприводом, в которых контуры регулирования активной и реактивной составляющих тока входят в базовую структуру регулирования скорости.

При переходе в режим «самопитание» регулятор входного напряжения инвертора включается вместо регулятора скорости. При восстановлении питания осуществляется обратный переход к регулированию скорости. Настройка пропорционально-интегрального регулятора напряжения выполняется на симметричный оптимум.

На рис.1 приведены временные диаграммы скорости (ω), электромагнитного момента (M), входного напряжения инвертора (U_d) привода исполнения 2 при кратковременном пропадании напряжения питания и активной опции «самопитание».

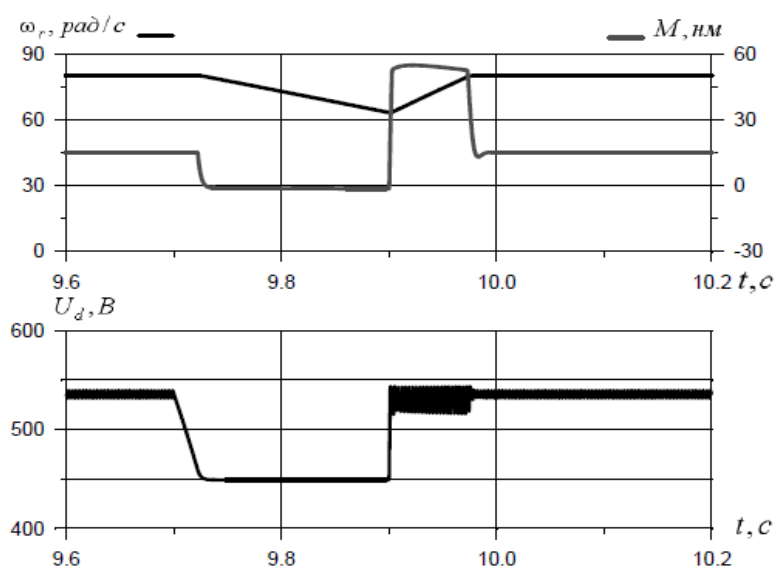


Рис.1. Временные диаграммы работы векторного привода при кратковременном пропадании напряжения питания

Из диаграмм видно, что при пропадании напряжения питающей сети в момент времени $t=7,9$ с некоторое время привод продолжает работать с электромагнитным моментом, равным нагрузочному, потребляя мощность из звена постоянного тока, пока напряжение U_d не снизится до порога активизации режима «самопитание». Далее момент быстро снижается до нуля (двигатель переводится в режим холостого хода), а напряжение U_d стабилизируется на заданном уровне (450 В). Скорость двигателя начинает плавно снижаться под действием момента нагрузки. При восстановлении напряжения питающей сети в момент времени $t = 9,9$ с конденсатор звена постоянного тока быстро заряжается, а скорость привода выходит на заданный уровень.

Основными достоинствами рассмотренного способа реализации режима «самопитание» являются высокая динамическая и статическая точность регулирования напряжения, отсутствие низкочастотных колебаний в напряжениях и токах, режим работы двигателя, близкий к холостому ходу и характеризующийся малыми потерями энергии.

При реализации рассмотренной концепции режима «самопитание» в рамках систем частотного управления без датчика скорости, в базовых структурах которых отсутствует регулятор активного тока, возникает проблема «мягкого» переключения между структурами (главным образом, проблема «мягкого» возврата к базовой структуре управления из режима «самопитание»).

Решением проблемы является построение вычислителя частоты для режима «самопитание» или использование опции «самоподхват» (плавный пуск на вращающийся двигатель с функцией поиска частоты вращения) при возвращении к базовой структуре управления. При этом алгоритмы реализации режима «самопитание» в системе частотного управления оказываются более сложными, требующими большего объема изменений базового программного обеспечения, чем в векторных системах.

2) *Режим безударного переключения двигателя между ПЧ и питающей сетью.* Плавное переключение двигателя между ПЧ и сетью выполняется за счет синхронизации выходного напряжения ПЧ с напряжением сети и формирования сигналов управления контакторами подключения двигателя к сети и к ПЧ (рис.2.). При этом обеспечивается возможность кратковременной работы ПЧ параллельно с сетью.

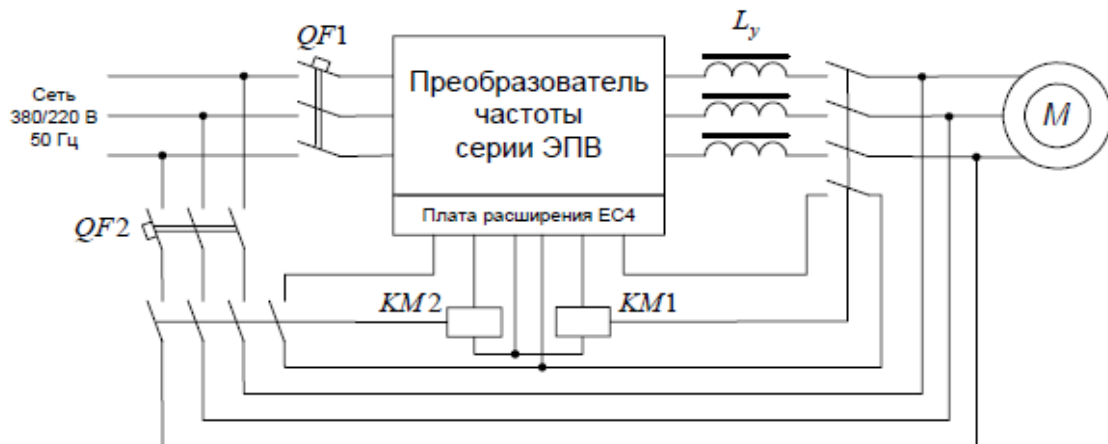


Рис.2. Упрощенная схема подключения ПЧ для работы в режиме «синхрокоммутация»

Синхронизация производится путем мониторинга мгновенных значений напряжений фаз сети с помощью датчиков, установленных на встроенной в ПЧ плате расширения ЕС4. На основе информации с датчиков вычисляется частота вращения, амплитуда и фазовый угол вектора напряжения сети. Эти значения используются в качестве задания на формирование выходного напряжения инвертора.

Система управления выполняет последовательное согласование напряжения по частоте, по амплитуде и по фазе. В целях исключения возможности возникновения аварийных режимов из-за несоответствия заданного преобразователем и реальных состояний силовых контактов контакторов *KM1, KM2* в ПЧ введены логические сигналы с их блок-контактов. Использование этих сигналов позволяет реализовать алгоритм управления, инвариантный к времени срабатывания контакторов, и минимизировать время переключения.

На рис.3. представлены временные диаграммы фазного тока и скорости двигателя при его переключении от ПЧ к сети при отсутствии (*а*) и наличии (*б*) временной паузы на затухание поля двигателя. *KM1, KM2* – состояния одноименных контакторов, подключающих двигатель к ПЧ и к сети соответственно.

Выводы. Режим управления за счет энергии торможения. обеспечивает работоспособность электропривода при кратковременных провалах или пропадании напряжения питания. При этом алгоритмы реализации режима «самопитание» в системе частотного управления оказываются более сложными,

требующими большего объема изменений базового программного обеспечения, чем в векторных системах

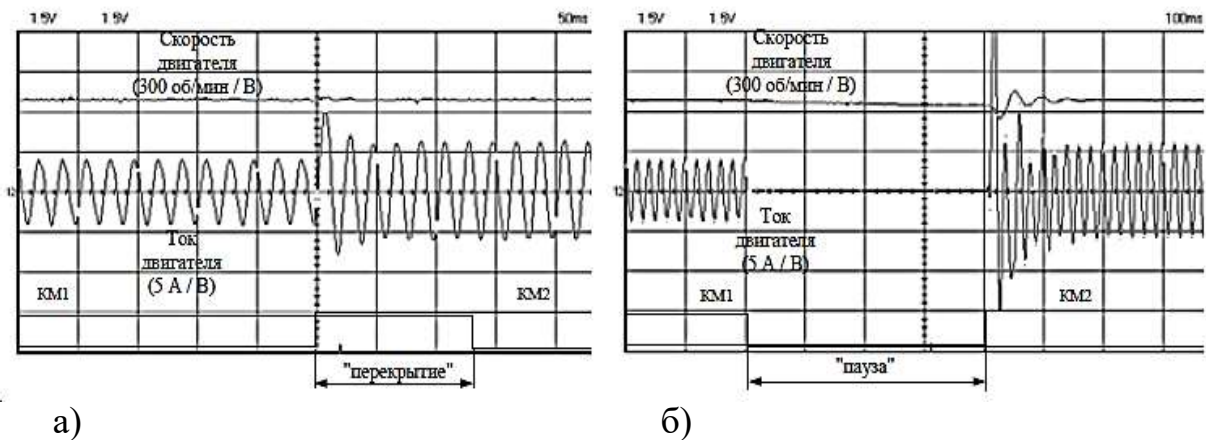


Рис.3. Временные диаграммы режима «синхрокоммутация» при отсутствии (а) и наличии (б) временной паузы на затухание поля двигателя

Плавное переключение двигателя между ПЧ и сетью выполняется за счет синхронизации выходного напряжения ПЧ с напряжением сети и формирования сигналов управления контакторами подключения двигателя к сети и к ПЧ. При этом обеспечивается возможность кратковременной работы ПЧ параллельно с сетью

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) **Архангельский, Н.Л.** Анализ систем векторного управления кон-туром тока в асинхронных электроприводах: метод. указания к лабораторным работам / Н.Л. Архангельский, А.Б. Виноградов; ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». – Иваново, 1994. – 40 с.
- 2) **Бродовский, В.Н.** Приводы с частотно-токовым управлением / В.Н. Бродовский. – М.: Энергия, 1974. – 168 с.
- 3) **Архангельский, Н.Л.** Формирование алгоритмов управления в частотно-управляемом электроприводе / Н.Л. Архангельский, В.Л. Чистосердов // Электротехника. – 1994. – №3. – С. 48–52.
- 4) **Рудаков, В.В.** Асинхронные электроприводы с векторным управлением / В.В. Рудаков, И.М. Столяров, В.А. Дартау. – Л.: Энерго-атомиздат, 1987. – 134 с.
- 5) **Сабинин, Ю.А.** Частотно-регулируемые асинхронные электроприводы / Ю.А. Сабинин, В.Л. Грузов. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 126 с.
- 6) **Куцевалов, В.М.** Асинхронные и синхронные машины с массивными роторами / В.М. Куцевалов. – М.: Энергия, 1979. – 160 с.