

УДК 62-83:621.313.32

## РАЗВИТИЕ РЕГУЛИРУЕМОГО СИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА ПРИМЕРЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ

*А.Е. Бычков, А.С. Верцюх, В.С. Евдокимов, А.П. Бодренко*

В статье дается описание регулируемого синхронного электропривода на примере модернизации лабораторного стенда. Описываются преимущества нового оборудования, приводится функциональная схема привода и его механические характеристики.

Ключевые слова: модернизация лабораторных стендов, синхронный электропривод, регулируемый электропривод.

Развитие научно-технического прогресса в наши дни требует все более высокого уровня специалистов в области электроэнергетики.

На пути к этой цели можно поставить вопрос состояния высшего и среднего специального образования. Одним из способов улучшения качества знаний, получаемых молодыми специалистами, может служить модернизация и расширение материально-технической базы учебных заведений.

В качестве примера такого улучшения, в данной статье рассматривается модернизация учебно-лабораторного стенда синхронного электропривода на кафедре «Электропривод и автоматизация промышленных установок» энергетического факультета ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет).

В середине XX века данный тип электропривода был нерегулируемым, помимо этого имел сложные пусковые системы, все это требовало наличие дополнительных элементов конструкции (пусковая обмотка на роторе, электромеханический возбудитель). Современные системы регулируемого синхронного электропривода позволяют сочетать высокие эксплуатационные показатели синхронных машин и современные микропроцессорные системы регулирования, что позволяет получить очень высокие регулировочные показатели привода [1].

Лабораторный стенд «*UNIDRIVE SP – СД – Д – MENTOR MP*» по проектной документации не полностью удовлетворял требованиям, предъявляемым к современным методикам управления электроприводами. В частности, не до конца использовался функционал промышленного преобразователя частоты *Unidrive SP*, а также предполагалась устаревшая конфигурация электропривода с частотно-токовым управлением, содержащая электромашинный датчик положения ротора. Для устранения этого недостатка было принято решение доработать или заменить основные функциональные узлы оборудования.

На рис. 1 представлена функциональная схема синхронного электропривода на основе преобразователя *Unidrive SP*. Здесь возбуждение на синхронный двигатель подается со стороннего источника постоянного тока, работающего по принципу широтно-импульсной модуляции, с возможностью регулировки выходного значения тока в диапазоне 0...13 А. На валу синхронного двигателя расположен импульсный датчик – энкодер. Сигнал с энкодера  $N_p$  является сигналом обратной связи по скорости, он суммируется с сигналом задания  $N_3$  и поступает на регулятор скорости (РС). С другой стороны сигнал с энкодера  $N_p$  является сигналом задания на угол нагрузки [2].

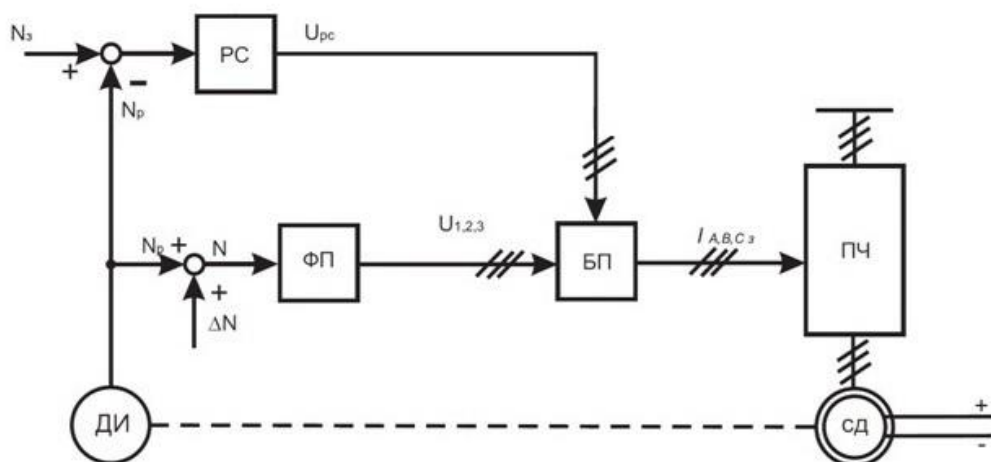


Рис. 1. Функциональная схема синхронного электропривода

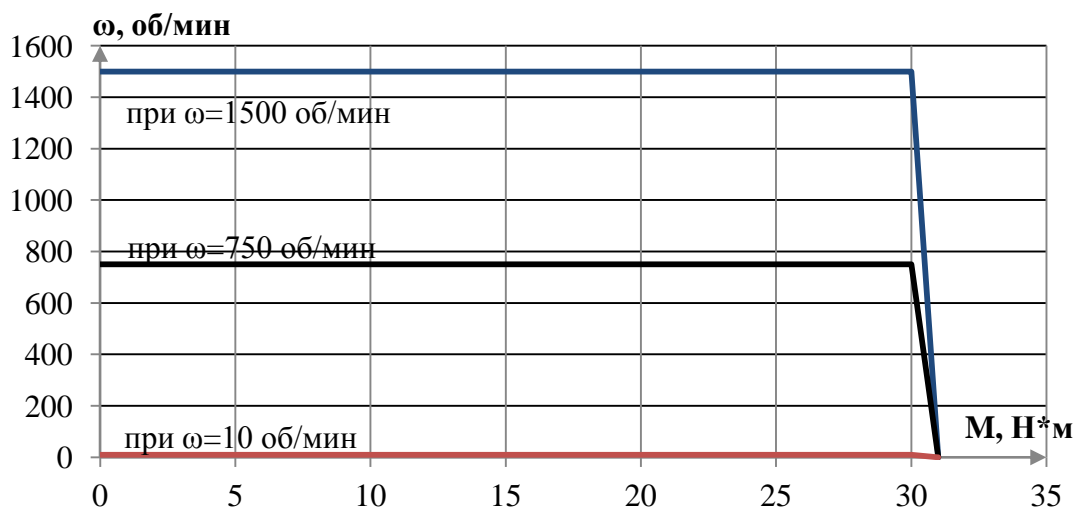


Рис. 2. Механические характеристики синхронного электропривода

Так, на базе преобразователя *Unidrive SP* был реализован регулируемый синхронный электропривод с высоким диапазоном регулирования скорости и момента электродвигателя.

Достижимые посредством микропроцессорных преобразователей частоты регулировочные и перегрузочные характеристики сделали данный тип преобразователей широко используемыми в промышленности.

Помимо этого, в стенде реализовано управление двигателем на основе индивидуальных источников фаз [4]. Данный метод практически не применяется в промышленности, поскольку на малых мощностях это экономически не выгодно, но при большой мощности привода этот метод становится более выгодным. Помимо этого, применяя данный способ управления, преподаватель может объяснить и наглядно показать частотно-токовый способ управления синхронным электроприводом.

Традиционно при частотно-токовом управлении синхронным электроприводом в качестве датчиков положения применяются сельсины [5]. Но они технически устарели и вместо них можно применять более современные микропроцессорные системы. В таблице приведено сравнение различных способов управления синхронным электроприводом.

Таблица

Сравнение различных способов реализации  
управления синхронной машиной

Тип управления	Электрома- шинный	Микропроцессор- ный	Преобразова- тель частоты
Помехоустойчивость	Высокая	Низкая	Низкая
Быстродействие	Среднее	Высокое	Очень высокое
Габаритные показатели	Большие	Средние	Малые
Простота настройки	Малая	Малая	Высокая
Наглядность	Высокая	Высокая	Низкая
Гибкость параметров	Малая	Высокая	Средняя

Микроконтроллер, оснащенный датчиком положения ротора, выполняет функции сельсина. При этом стоимость такого оборудования значительно ниже, чем при использовании сельсинов. Помимо этого цифровая плата меньше по размерам и проще в установке. К недостаткам реализации на базе МК можно отнести более низкую помехоустойчивость системы и хрупкость ее элементов [6].

Технически данный способ управления реализован на энкодере и плате с микроконтроллером. Плата имеет 3 входа: сигнал задания амплитуды (задается с потенциометра), сигнал задания угла сдвига фаз (задается с потенциометра) и сигнал задания положения (задается с датчика положения). И имеет 3 смещенных на 120 электрических градусов выходные синусоиды, синхронизированные с сигналами с датчика положения и параметрами, зависящими от задания на потенциометрах. Выходные сигналы имеют амплитуду 5 В и подаются на индивидуальные источники токов фаз в качестве управляющего воздействия.

На кафедре ЭПА активно ведутся научные исследования в области синхронного электропривода и, в частности, синхронного регулируемого электропривода. Разработка данного стенда позволила провести сравни-

тельный анализ между замкнутыми электроприводами на основе традиционного синхронного двигателя и на основе различных способов управления синхронным двигателем.

### Библиографический список

1. Усыпин, Ю.С. Системы управления электроприводами: Учебное пособие / Ю.С. Усынин. – 2-е изд., испр. и доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 328 с.
2. Верцюх, А.С. Модернизация лабораторного стенда синхронного электропривода: Выпускная квалификационная работа / А.С. Верцюх. – Челябинск: ЮУрГУ, 2014. – 44 с.
3. *Control Techniques Drives Limited*. Руководство пользователя *Unidrive SP*. Модели с габаритами от 1 до 9. – М.: Представительство КонтролТекникс в России, 2006. – 308 с.
4. Разработка узла формирования фазных токов: Выпускная квалификационная работа / В.С. Евдокимов – Челябинск: ЮУрГУ, 2014. – 40 с.
5. Ермолин, Н.П. Электрические машины малой мощности / Н.П. Ермолин. – СПб.: Изд-во «Высшая школа», 2001. – 421 с.
6. Драчев, Г.И. Теория электропривода: Учебное пособие / Г.И. Драчев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 209 с.