

МЕТОД ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТРЁХФАЗНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ И АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

В работе описывается один из методов регулирования электроприводов, основанный на работе статического преобразователя частоты современной архитектуры (с использованием IGBT-транзисторов).

ВВЕДЕНИЕ

Электроприводы, в настоящее время, это незаменимая составляющая любого производства. В коммунальном хозяйстве и в быту они тоже применяются очень часто. Область отраслевых применений, в которых электроприводы управляются от статических преобразователей частоты быстро расширяется и, продвижение приводных систем регулирования скорости приводит к необходимости обеспечения специфическими техническими руководствами производителей электрических машин и преобразователей частоты, так что применения могут быть соответствующе разработаны в дополнение к существующим преимуществам, как для эффективности, так и для стоимости.

I. ЧАСТОТНЫЙ МЕТОД РЕГУЛИРОВАНИЯ.

Принцип действия.

Принцип частотного метода регулирования скорости асинхронного двигателя заключается в том, что, изменяя частоту f_1 питающего напряжения при неизменном числе пар полюсов p , можно в соответствии с выражением (1):

$$\omega_0 = \frac{2\pi \cdot f_1}{p} \quad (1)$$

изменять угловую скорость магнитного поля статора. Этот способ обеспечивает плавное регулирование скорости в широком диапазоне, а механические характеристики обладают высокой жесткостью. Регулирование скорости при этом не сопровождается увеличением скольжения асинхронного двигателя, поэтому потери мощности при регулировании невелики. Для получения высоких энергетических показателей асинхронного двигателя – коэффициентов мощности, полезного действия, перегрузочной способности – необходимо одновременно с частотой изменять и подводимое напряжение. Таким образом, для плавного бесступенчатого регулирования частоты вращения вала асинхронного электродвигателя, преобразователь частоты должен обеспечивать одновременное регулирование частоты и напряжения на статоре асинхронного двигателя. В современных преобразователях частоты, благодаря микропроцессорам и IGBT-транзисторам при широтно-импульсной модуля-

ции форма токов в обмотках статора асинхронного двигателя получается близкой к синусоидальной благодаря фильтрующим свойствам самих обмоток (Рис. 1). Такое управление позволяет получить высокий КПД преобразователя и эквивалентно аналоговому управлению с помощью частоты и амплитуды напряжения. Современные инверторы выполняются на основе полностью управляемых силовых полупроводниковых приборов – запираемых ГТО – тиристоров, либо IGBT-транзисторов.

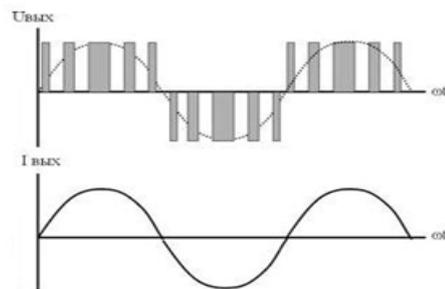


Рис. 1 – Входные характеристики асинхронного электродвигателя

II. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПЧ ПРИ РАБОТЕ С АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

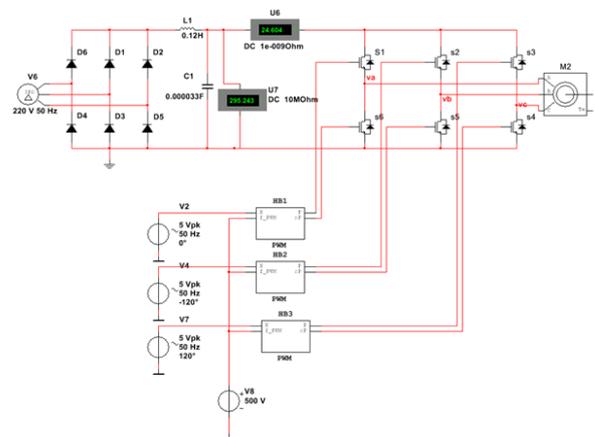


Рис. 2 – Схема электропривода, смоделированного в среде Simulink

На Рисунке 3 представлена общая схема модели привода с разработанным частотным преобразователем, где: V6 – трехфазная сеть с напряжением 220В и частотой 50Гц, D1-D6 – диоды ВУТ28-300-Е3/45, совокупность которых является диодным мостом, L1 и С1 – являются Г-образным LC-фильтром, S1-S6 – ключи инвертора на базе IGBT-транзисторов с шунтирующими диодами IRG4PC50KDPBF, V2, V4, V7 – элементы управления, V8 – элемент, задающий частоту ШИМа, НВ1-НВ3 – ШИМ, М2 – асинхронный электродвигатель 4А132М4У3. После последовательных изменений параметров АД(крутящего момента М) с поддержкой программы LABVIEW встроенную в Simulink, удалось получить диаграмму реакции электропривода на приложенные внешние воздействия (Рис.3). После приложения внешней нагрузки (4), скорость вращения вала электродвигателя "просела". После, так называемого, проседания скорость вращения ротора равна $n = 1460,5 \text{ об/мин}$, а момент нагрузки равен номинальному моменту $M_{ном} = 71,5 \text{ Нм}$, что означает, что двигатель вышел в номинальный режим с номинальной нагрузкой (2). После того, как скорость и момент устоялись, производим увеличение внешней нагрузки в полтора раза (5). Данная процедура симулирует момент перегрузки двигателя, например, врезание резца слишком глубоко по ошибке программирования(в случае с электроприводом для резки). После приложения момента перегрузки снова наблюдается "проседание" скорости вращения вала двигателя. Скорости вращения ротора при этом равна $n_{пер} = 1438 \text{ об/мин}$. Как видно из диаграммы после приложения нагрузки перегрузки двигатель продолжает стабильно работать (3), хоть и с меньшей скоростью и после отключения

внешней нагрузки (6) возвращается в холостой режим (1).

III. ВЫВОДЫ

Применение частотного регулирования обеспечивает энергосбережение и позволяет получать новые качества систем и объектов. Значительная экономия электроэнергии обеспечивается за счет управления каким-либо технологическим параметром. Если это транспортер или конвейер, то можно регулировать скорость его движения. Если это насос или вентилятор – можно поддерживать давление или регулировать производительность. Если это станок, то можно плавно регулировать скорость подачи или главного движения. Из достаточно весомых минусов можно отметить, что преобразователи частоты являются нелинейной нагрузкой, создающей токи высших гармоник в питающей сети, что приводит к ухудшению качества электроэнергии в целом.

1. Новиков, Г.В. Частотное управление асинхронными электродвигателями/Н73 Г.В. Новиков – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 498, [6] с.: ил.
2. Соколов Е.А., Чумаев Д.А. Экспериментальное определение статических и динамических параметров трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором // XII науч. конф. МГТУ «Станкин» и «Учебно-научного центра математического моделирования МГТУ «Станкин» – ИММ РАН» по математическому моделированию и информатике: сб. докл., 2009.
3. Попков О.З. Основы преобразовательной техники: учеб. пособие для вузов / О.З. Попков. 2-е изд., стереот. — М.: Издательский дом МЭИ, 2007. — 200 с: ил.

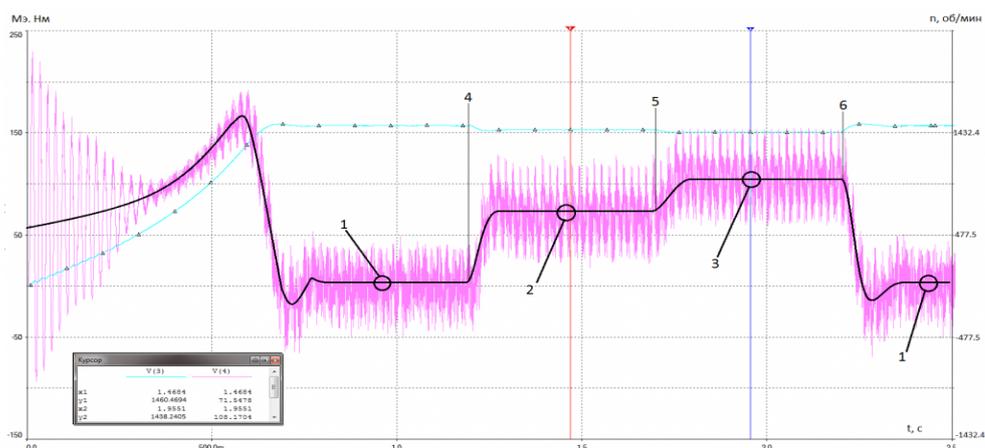


Рис. 3 – Схема электропривода, смоделированного в среде Simulink

Трубечков Роман Владимирович, студент кафедры теоретических основ электротехники БГУ-ИР, roma6900@live.com.

Научный руководитель: Курулёв Александр Петрович, профессор, кандидат технических наук, alexrapakuru@yahoo.com.