

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Стефановская Н.Л., магистрантка; Маренич К.Н., доцент, Ph. D. (к.т.н.)
(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Альтернативной задачей для большинства электроприводов горных машин является обеспечение плавности разгона электроприводов. Этот вопрос, тем более важен, что основная масса таких электроприводов оснащена асинхронными короткозамкнутыми электроприводами.

В настоящее время широко применяются следующие виды пуска асинхронного двигателя: пуск прямой подачей напряжения, переключением со звезды на треугольник, система плавного пуска и преобразователь частоты.

Как известно контакторный пуск весьма динамичен, что обусловлено взаимодействием вынужденной и свободной составляющей магнитного потока электродвигателя на начальной стадии разгона, вследствие чего имеет место бросок тока и момента. Альтернативным техническим решением является применение тиристорного регулятора напряжения в замкнутых или разомкнутых системах управления разгоном привода. Учитывая практическую актуальность применения подобных систем, их исследование представляется также актуальным.

Анализируя данный способ управления разгоном привода необходимо заметить, что регулирование напряжения на выходе последнего осуществляется путем варьирования угла включения входящих в его состав тиристоров. Поскольку для асинхронного двигателя значение максимального (критического) момента находится в квадратичной зависимости от напряжения питающей сети,

$$M_{1м} = \frac{m_1 U_{\phi}^2 \cdot R_2'}{\omega_1 \cdot S \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{S} \right)^2 + (x_1 + x_2')^2 \right]}$$

диапазон регулирования скорости в системах скалярного управления несколько ограничен, и важным местом в обосновании целесообразности такого способа регулирования скорости занимает, в первую очередь, оценка возможности обеспечения необходимой перегрузочной способности системы электропривода. Так же следует обратить внимание на снижение величины

$$M_{1M} = \frac{m_1 U_{\Phi}^2 \cdot R_2'}{\omega_1 \cdot S \cdot \left[(R_1 + R_2')^2 + (x_1 + x_2')^2 \right]}$$

пускового момента приводного асинхронного двигателя, поскольку эта величина так же находится в квадратичной зависимости от напряжения питающей сети не менее важным показателем в обосновании целесообразности применения ТРН, занимает, во вторую очередь, оценка кратности пускового момента и как следствие, возможности пуска приводного двигателя для описанного способа регулирования скорости.

На рис. 1а представлено семейство механических характеристик соответствующих случаю питания асинхронного двигателя от идеального источника изменяющегося синусоидального напряжения.

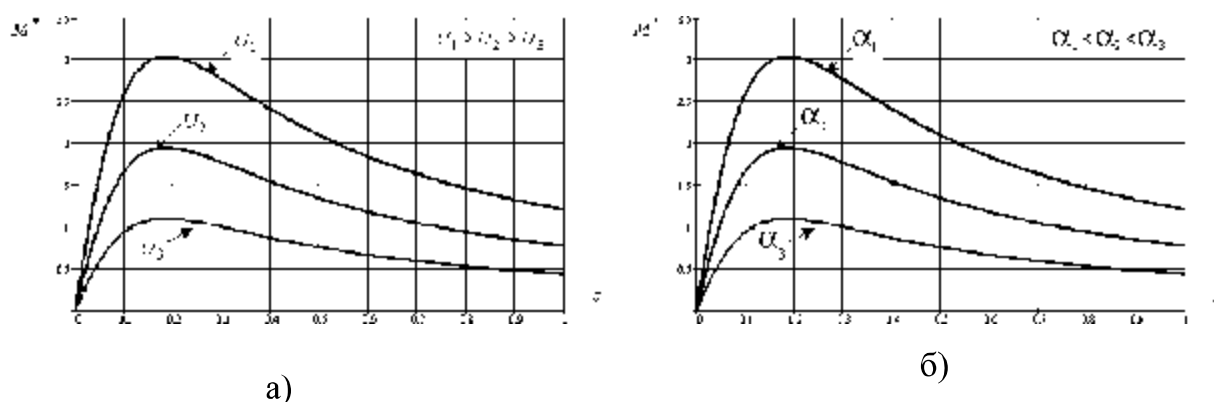


Рисунок 1 - Семейство механических характеристик асинхронного двигателя: а) при питании от идеального источника, изменяющегося синусоидального напряжения; б) при питании от тиристорного регулятора напряжения

Рассмотрим работу разомкнутой системы управления тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель. На рис. 2 приведена практическая схема управления асинхронный двигатель с помощью тиристорного преобразователя напряжения состоящего из трех пар встречно-параллельно соединенных тиристоров, каждая из которых включена между фазой сети и фазой статора асинхронного двигателя. Регулирование напряжения на асинхронный двигатель в этой схеме осуществляется изменением угла управления, то есть сдвигом по времени управляющих импульсов, подаваемых на управляющие электроды тиристоров. Управляющие импульсы подаются на все тиристоры не одновременно, а со сдвигом во времени на третью часть периода частоты сети. Это определяется тем, что управляющий импульс каждого тиристора должен быть сдвинут относительно напряжения той фазы сети, к которой подключен тиристор, на один и тот же угол управления α , а фазные напряжения сети сдвинуты относительно друг друга на 120° (см. рис.4). При изменении угла

управления α изменяется напряжения на фазах асинхронного двигателя следующим образом: при увеличении угла α амплитуда первой гармоники напряжения уменьшается. На рис. 1б приведены механические характеристики асинхронного двигателя, каждая из которых соответствует одному значению угла управления α .

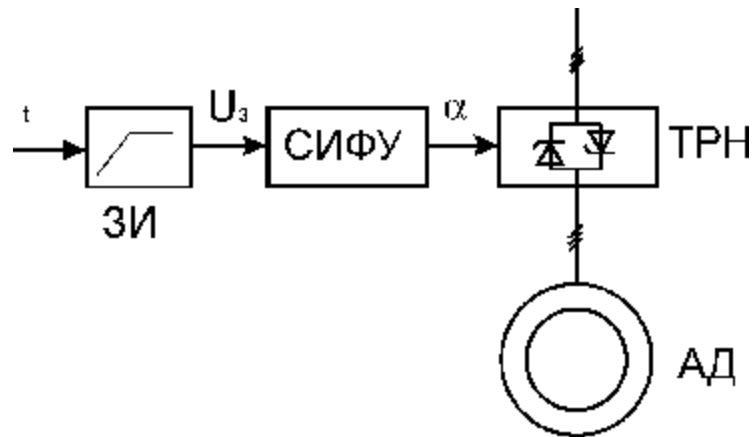


Рисунок 2 – Разомкнутая система тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель

Наряду с математическими методами, может быть применен и метод компьютерного моделирования. На рисунке 3 приведена структурная схема компьютерной модели процесса.

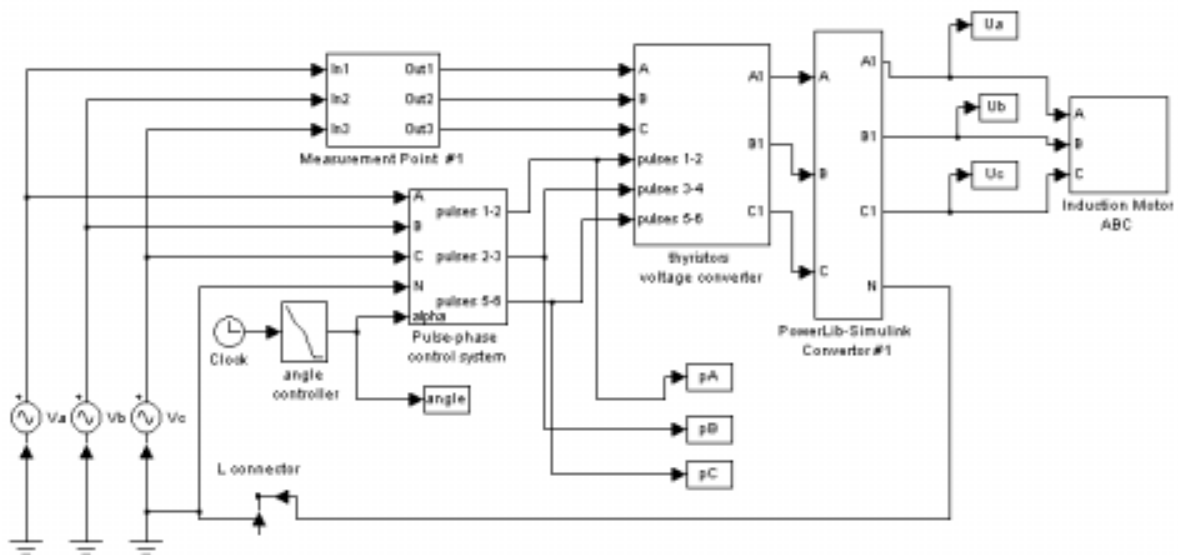


Рисунок 3 – Структурная схема компьютерной модели тиристорного регулятора напряжения

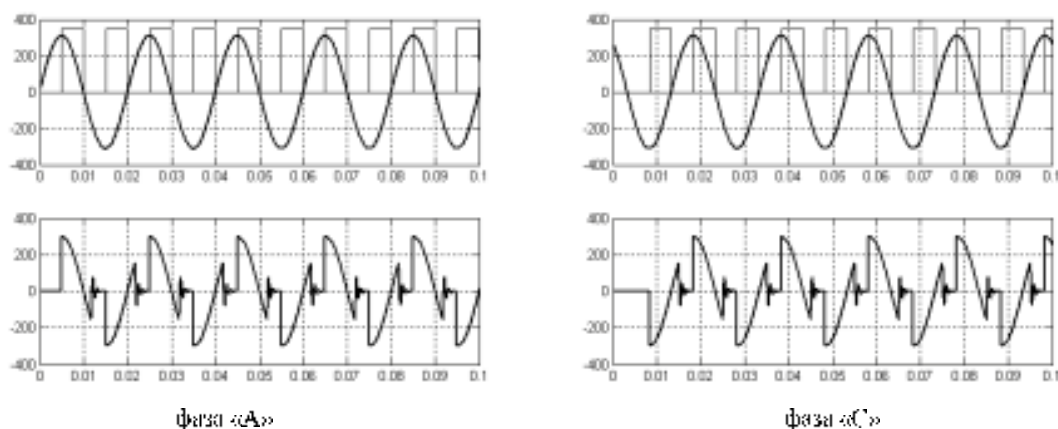


Рисунок 4 - Осциллограммы напряжений и тиристорного регулятора напряжения при работе на активно-индуктивную нагрузку ($\cos \varphi = 0.8$): а) совмещенное напряжений фазы А и С на входе ТРН с импульсами системы импульсно-фазного управления (СИФУ) при угле регулирования $\alpha = 90^\circ$; в) форма напряжения фазы А и С на выходе ТРН.

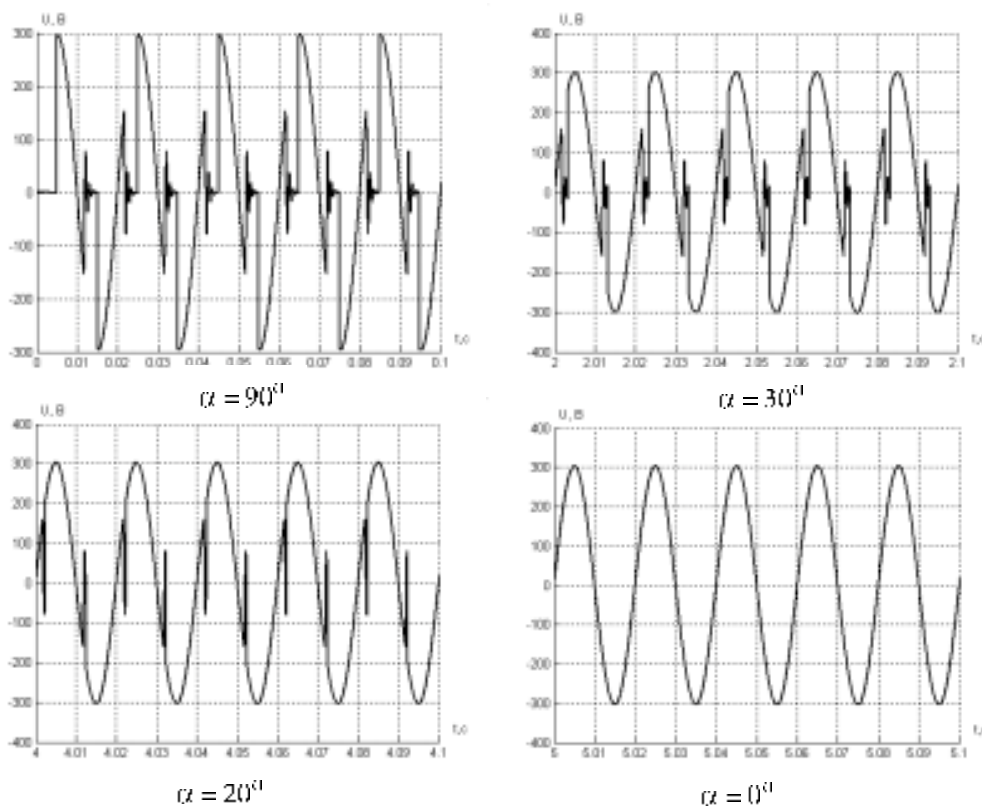
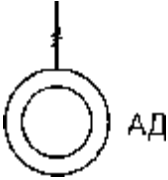
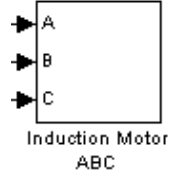
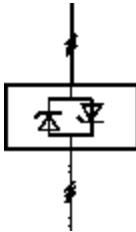
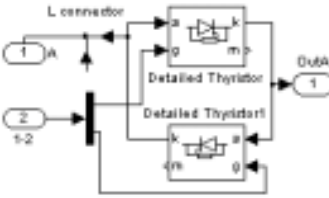
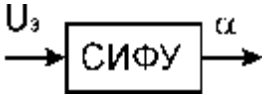
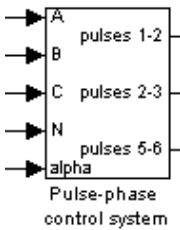
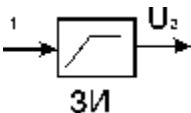
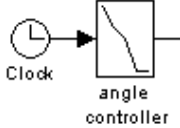


Рисунок 5 – Напряжение на зажимах асинхронного двигателя в различные промежутки времени при питании от тиристорного регулятора напряжения при отработке заданного темпа разгона

Таблица 1 – Сводные данные о структуре модели системы

Обозначение элемента на структурной схеме	Внешний вид элемента в пакете моделирования	Описание элемента
 АД		<p>Математическая модель асинхронного двигателя в трехфазной системе координат</p>
 ТРН		<p>Подробная математическая модель тиристора</p>
 СИФУ		<p>Математическая модель системы импульсно-фазового управления, работает по принципу вертикального управления, в качестве опорного сигнала использовано линейно изменяющееся напряжение.</p>
 ЗИ		<p>Математическая модель датчика интенсивности разгона асинхронного двигателя.</p>

Параметрическое управление напряжением является скалярным управлением. Что позволяет осуществить простое управление пуско-тормозными режимами работы электропривода, обеспечивая удовлетворительные статические и динамические характеристики электропривода промышленного механизма.

Перечень ссылок

1. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат; 1986. – 416 с.
2. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0: Учебу/ пособ. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
3. Борисенко В.Ф, Мельник А.А. Особенности моделирования момента сопротивления, зависящего от угла поворота исполнительного органа. г. Донецк. Инженер: науч.-техн. журнал, ДонНТУ, 2003. №4.–161 с.130-133.