

## ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ И МАКЕТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ СТАЦИОНАРНОЙ ЛЕНТОЧНОЙ РАСКРОЙНОЙ МАШИНЫ

А.А. МАКАРОВ, П.Л. ПЛАКСИН

(Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина)

Одной из основных задач автоматизации технологических процессов в швейном производстве текстильной промышленности в современных условиях является задача повышения качества выпускаемой продукции и уменьшения расхода сырья, что особенно важно в связи с высокой долей исходного сырья в себестоимости готового изделия.

Неправильный выбор скоростного режима при крое приводит к нежелательным последствиям, таким как чрезмерный оплав кромки раскраиваемого материала (в состав ткани входит значительная часть синтетики), чрезмерное "мохрение" кромок, избыточный нагрев ножа (плотные ткани при большой высоте настила). Все это и многое другое приводит к выходу из строя режущего элемента, связанного с чрезмерным нагревом.

Важной частью системы управления ленточной раскройной машиной является ее электропривод, который выполняется на базе трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором (АКЗ), то есть представляет асинхронный электропривод (АЭП).

Таким образом, в качестве объекта управления предполагается рассмотрение

указанного электропривода, при управлении которым требуются алгоритмы, наиболее эффективно реализуемые на микропроцессорной технике.

Для частотного управления АЭП реализован один из скалярных законов управления – закон Костенко ( $\frac{U_s}{\alpha_k} = \text{const}$ , где

$U_s$  – напряжение питания,  $\alpha_k$  – частота напряжения питания). Проведено моделирование цифровой разомкнутой системы управления асинхронным двигателем, реализующей данный закон, для ленточной раскройной машины. Модель содержит блоки микроконтроллера (МК) и силовой части привода и решает следующие задачи:

- отражает процессы в двигателе при коммутации напряжений питания;
- обеспечивает соответствие силовой части выбранной элементной базе;
- реализует функции для управления ЭП, написанные на языке программирования С;
- используется единственный сигнал задания частоты вращения.

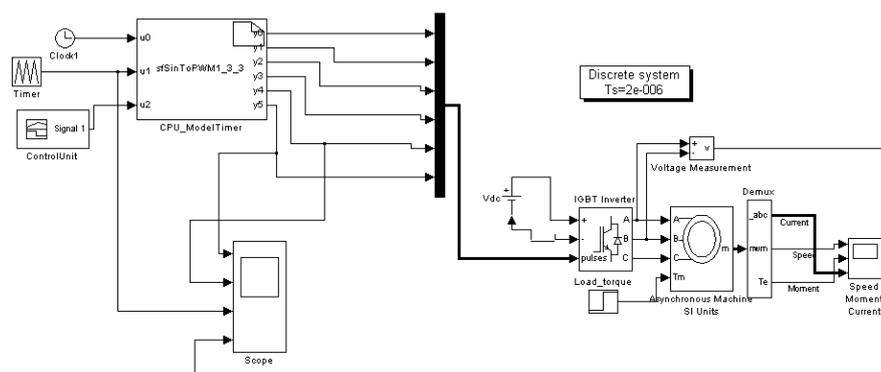


Рис. 1

Модель системы цифрового разомкнутого управления (рис. 1) написана в среде MatLab с использованием блоков из библиотеки Simulink. В представленной модели можно выделить три части: 1) модель блока таймера микроконтроллера (МК), генерирующего ШИМ (CPU\_ModelTimer); 2) блок силовой электроники (IGBT-транзисторы, асинхронный двигатель) (IGBT Inverter); 3) регистрация выходных параметров (Scope) и ввод задания частоты (ControlUnit).

Представленную модель цифровой системы управления от существующих моделей отличает возможность отладить и промоделировать взаимодействие программного обеспечения МК с блоком генерации ШИМ сигналов МК, который подключен непосредственно к входам модели IGBT-транзистором, коммутирующих напряжения питания АД.

Для управления электромагнитным моментом двигателя необходимо независимо управлять координатами векторов, входящих в выбранное уравнение электромагнитного момента. Выбор уравнения для построения системы управления играет большую роль, так как многие величины, особенно у короткозамкнутых АД, не могут быть измерены. Кроме того, этот выбор существенно влияет на сложность передаточных функций системы, иногда в

несколько раз увеличивая порядок уравнений. Общий принцип моделирования и построения системы управления АД заключается в том, что для этого используется система координат, постоянно ориентированная по направлению какого-либо вектора, определяющего электромагнитный момент.

Рассмотрим схему векторного управления АД. В случае низкоскоростного диапазона потокосцепление ротора поддерживают равным номинальной величине, чтобы достигать наивысшего момента силы, а в высокоскоростном диапазоне его необходимо ограничивать, для того чтобы избежать магнитного насыщения и генерации завышенной противоэлектродвижущей силы. Отличительной особенностью представленной схемы является наличие только одного управляющего входа, а контуры управления магнитным потоком и моментом силы вычисляются внутри схемы.

Проведено моделирование замкнутой системы управления асинхронным двигателем, реализующей векторное управление. Она представлена на рис. 2. Результаты моделирования подтвердили преимущества векторного управления для АД. Кроме того, имеется возможность наблюдения вектора состояния модели АД в переменных состояниях.

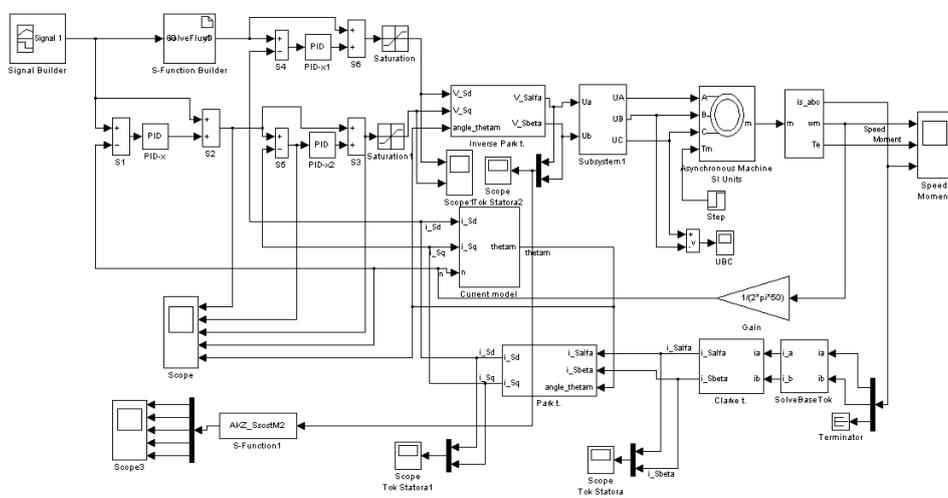


Рис. 2

Представленная модель отличается от существующих наличием компонент "Current model", "Solve Flux" и возможностью моделирования системы в целом, а не по отдельным контурам. Модуль "Ослабление поля" реализован в блоке "Solve Flux", который написан на языке С. На вход блока подается сигнал задания частоты вращения, в зависимости от скоростного диапазона, на выходе получаем сигнал задания для потокосцепления ротора АД.

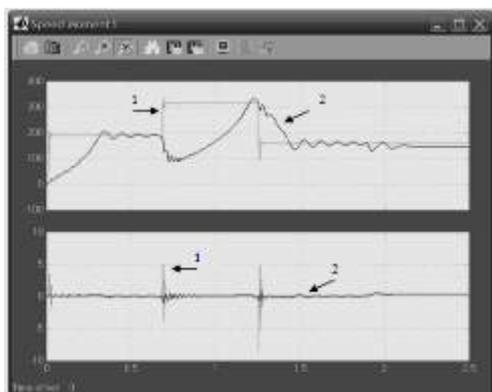


Рис. 3

Графики моделирования разомкнутой и замкнутой систем управления представлены на рис. 3 (графики переходных процессов скорости вращения и момента для асинхронного двигателя с векторным (1) и скалярным (2) управлением). Благодаря обратным связям по скорости и токам векторное управление позволяет эффективно обрабатывать сигнал задания по скорости.

С помощью современной элементной базы была разработана и изготовлена макетная плата, которая применима для управления АД в ленточной раскройной машине, поскольку рассчитана на напряжения до 600 В и токи до 5 А. На компактной плате размещены все необходимые компоненты цифровой системы управления. Эта плата отличается универсальностью и многофункциональностью, поскольку может применяться не только для управления электроприводом ленточной раскройной машины.

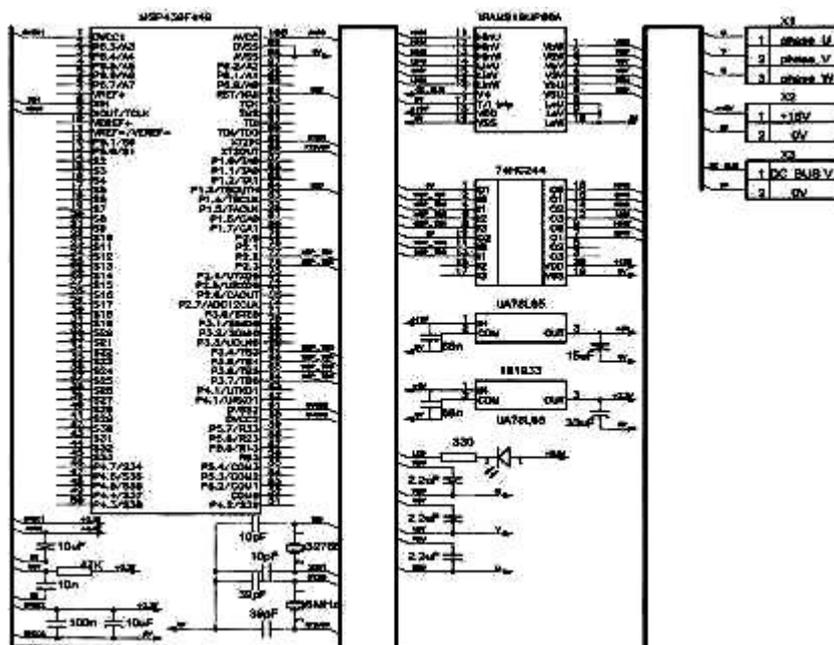


Рис. 4

В центральной части платы на колодке расположена MSP430-H449 – макетная плата с микроконтроллером MSP430-F449. Размещение на колодке вызвано тем, что удобнее проводить перепрограммирование небольшой платки MSP430-H449; к тому

же это позволит провести замену микроконтроллера в случае поломки. На колодках также размещены ИМС IRAMS10UP60A и шинный формирователь. Блок питания макетной платы подключается к ней через разъем.

Принципиальная электрическая схема описанной макетной платы представлена на рис. 4.

Следует обратить внимание, что в изготовленной макетной плате используется небольшое количество входов/выходов МК MSP430-F449, поэтому макетная плата и системы управления могут быть дополнены и увеличены их функциональные возможности.

## ВЫВОДЫ

1. Проведено моделирование цифровой разомкнутой системы управления асинхронным двигателем, реализующей закон Костенко для ленточной раскройной машины. При этом подпрограмма, осуществляющая управление АД, была написана на языке программирования высокого уровня С, а для имитации аппаратной части МК использовались блоки из библиотеки пакета Simulink.

2. Построена функциональная схема векторного управления АД. Отличительной особенностью представленной схемы является наличие только одного управляющего входа.

3. Разработанные и изготовленные макетные образцы для цифрового разомкнутого управления асинхронным двигателем являются компактными и позволяют управлять скоростью вращения АД в ленточной раскройной машине.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Герман-Галкин С. Г.* Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001.

2. *Макаров А.А., Плаксин П.Л.* Моделирование цифровой разомкнутой системы управления асинхронным двигателем // Сб. научн. тр. аспирантов. Вып. 12. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006.

3. *Макаров А.А., Плаксин П.Л.* Моделирование и макетирование цифровой разомкнутой системы управления асинхронным двигателем // Тез. докл. Всероссийск. научн.-техн. конф.: Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль-2006). – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2006. С.199...200.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 01.06.09.