

автомобильный транспорт : сборник научных трудов : в 2 томах / Белорусский национальный технический университет, Автотракторный факультет ; редкол.: Д. В. Капский (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2020. – Т. 1. – С. 155-163.

УДК 621.313.13

## **ПРОБЛЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ**

Абразовская Д.А., Савко Н.О.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Павлюковец С.А.

Современные технологии в области электромеханических систем и автоматизации требуют точного и надежного позиционирования двигателей. Синхронные двигатели с постоянными магнитами (СДПМ) представляют собой эффективные и компактные устройства, которые находят применение во многих отраслях промышленности. Однако, позиционирование таких двигателей может столкнуться с рядом сложных проблем.

### ***Рассмотрим основные проблемы позиционирования***

#### ***1. Начальный запуск и инициализация***

Для успешного позиционирования СДПМ необходимо провести точную инициализацию начальной позиции. Это может быть сложной задачей, особенно если двигатель используется в условиях переменных нагрузок или вибраций. Необходимы методы и алгоритмы, которые позволяют надежно определить начальное положение ротора.

#### ***2. Подавление вибраций***

СДПМ могут столкнуться с проблемой вибраций при позиционировании, особенно на низких скоростях. Эти вибрации могут оказать негативное воздействие на точность позиционирования и срок службы двигателя. Разработка алгоритмов подавления вибраций является важным аспектом решения этой проблемы.

#### ***3. Точность и устойчивость***

СДПМ могут иметь неточности, связанные с неоднородностью магнитных полей и другими факторами, что может повлиять на точность позиционирования. Устойчивость работы двигателя при изменяющихся условиях также может быть вызовом.

## *Решения и технологии*

Решение проблем позиционирования синхронных двигателей с постоянными магнитами (СДПМ) включает в себя использование различных технических и программных методов. Ниже представлены некоторые из основных решений:

### *1. Использование датчиков обратной связи*

Одним из основных способов улучшения позиционирования является использование датчиков обратной связи, таких как энкодеры или датчики Холла. Эти датчики могут точно измерять положение ротора и обеспечивать информацию для коррекции ошибок позиционирования.

### *2. ПИД-регулирование*

Применение ПИД-регуляторов (пропорциональный-интегрально-дифференциальный) позволяет улучшить точность и стабильность позиционирования. ПИД-регуляторы корректируют управляющий сигнал в реальном времени на основе ошибки между желаемой и текущей позицией, интегрируя и дифференцируя эту ошибку.

### *3. Сенсорлоус (sensorless) управление*

Этот метод позволяет позиционировать СДПМ без использования датчиков обратной связи. Он основан на анализе параметров двигателя и электромагнитных явлений, чтобы определить его положение. Сенсорлоус управление требует сложных алгоритмов и обработки данных.

### *4. Калибровка и инициализация*

При начальной настройке системы необходимо провести калибровку и инициализацию, чтобы определить начальное положение ротора. Это позволяет уменьшить ошибку позиционирования при запуске.

### *5. Фильтрация и сглаживание данных*

Применение фильтров и методов сглаживания данных из датчиков обратной связи помогает уменьшить воздействие шумов и вибраций на точность позиционирования.

### *6. Управление током и токовая обратная связь*

Управление током в обмотках СДПМ и его обратная связь также важны для обеспечения стабильной работы и точности позиционирования.

### *7. Продвинутое алгоритмы управления*

Применение современных алгоритмов управления, таких как векторное управление полярным ротором (Field-Oriented Control, FOC) и Direct Torque Control (DTC), может значительно улучшить позиционирование СДПМ.

### *8. Моделирование и симуляция*

Моделирование и симуляция работы СДПМ позволяют провести виртуальное тестирование и настройку управляющих алгоритмов до физической реализации системы.

### *9. Обучение машинного обучения*

Применение методов машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа данных и управления двигателем может улучшить точность и адаптивность системы.

### *10. Мониторинг и обслуживание*

Регулярный мониторинг и обслуживание оборудования позволяют предотвращать отказы и сохранять высокую точность позиционирования в течение всего срока службы.

## ***Заключение***

Позиционирование синхронных двигателей с постоянными магнитами – важная задача в современной промышленности. Понимание проблем, связанных с этим процессом, и разработка соответствующих технических решений имеют решающее значение для обеспечения эффективной работы таких двигателей. С появлением новых технологий и методов управления можно решить многие из этих проблем и улучшить точность и надежность позиционирования синхронных двигателей с постоянными магнитами.

УДК 621.313.13

## **ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПЕЧАТНЫМ СТАТОРОМ, ИХ ПРИМЕНЯЕМОСТЬ, ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ**

Бурба М.Д., Зарецкий В.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Опейко О.Ф.

Синхронные двигатели с печатным статором (или печатные синхронные двигатели) представляют собой тип электрических машин, где статор выполнен по технологии, аналогичной печатному монтажу электронных плат. В таких двигателях катушки статора изготавливаются путём нанесения проводящего материала на подложку методами толсто- или тонкопленочной технологии, что позволяет достичь высокой точности и повторяемости параметров катушек, а также уменьшить их габариты (рис. 1).