

2. Анализ точности позиционирования двухфазного асинхронного двигателя в режиме прерывистого движения / А. В. Аристов, Н. А. Воронина // Известия ТПУ. – 2013. – Т. 322, № 4 : Энергетика. – [С. 116-120].
3. Патент на полезную модель №88874, МПК H02P 7/00. Устройство для управления двухфазным асинхронным двигателем в режиме прерывистого движения / Аристов А.В., Воронина Н.А., ТПУ – № 2009125766/22, заявл. 06.07.2009. опубл. 20.11.2009, Бюл. №32
4. Патент 90277 (RU), Б.И. 2009. № 36.Электропривод колебательного движения / А. В. Аристов, Л. А. Паюк; ТПУ – № 2009 125765/22; заявл. 06.07.09; опубл. 27.12.09.
5. L.A. Payuk, N.A. Voronina, O.V. Galtseva, Energy Characteristics of Electric Drive of Oscillatory Motion at the Shock-Free Start Journal of Physics: Conference Series. – 2016. – Vol. 671 (1), 012044 DOI: 10.1088/1742-6596/671/1/012044.
6. ГОСТ Р ИСО 7919-1-99. Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на вращающихся валах. Общие требования.

БЕЗДАТЧИКОВОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ РОТОРА СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

Ю.В. Крохта, Ю.Н. Дементьев
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭПЭО

Электропривода с векторным управлением на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами (СДПМ) все чаще используется в промышленности ввиду своих неоспоримых преимуществ. Актуальной является задача бездатчикового управления СДПМ, так как это позволяет удешевить конструкцию и уменьшить габариты привода [1].

В настоящее время существует множество алгоритмов управления СДПМ с датчиками положения ротора и без них на высоких и средних скоростях вращения вала двигателя. Но открытым остается вопрос об определении начального положения ротора двигателя при первом включении привода. Основная проблема в данном вопросе – это поиск алгоритма, который был бы достаточно быстрым и точным, но вместе с тем и простым для реализации в преобразователе частоты.

С точки зрения практической значимости, такой алгоритм может быть применен как в заново проектируемых электроприводах, так и при модификации уже существующих, имеющих в своей структуре преобразователь частоты [2].

Метод определения начального положения ротора основан на подаче серии импульсов напряжения специальной формы на обмотку статора двигателя [3]. При этом ротор должен быть механически зафиксирован. Например, для

СДПМ лифтового привода включают электромагнитный тормоз, который удерживает ротор неподвижным. Если предположить, что импульс напряжения подается на одну из фаз двигателя, уравнение равновесия электрической фазы обмотки А можно рассматривать согласно второму закону Кирхгофа:

$$u_A = i_A \cdot R + L(\theta) \frac{di_A}{dt} - M \frac{di_B}{dt} - M \frac{di_C}{dt} + e_A, \quad (1)$$

где u_A – напряжение фазы А, i_A – ток фазы; M – взаимная индуктивность между обмотками статора; $R, L(\theta)$ – сопротивление и индуктивность обмотки фазы соответственно. Индуктивность обмотки одной фазы определяется выражением:

$$L(\theta) = L^* + K \cdot \cos(\theta). \quad (2)$$

Здесь L^* – собственная индуктивность фазы обмотки; K – коэффициент влияния магнитного потока ротора; θ – электрический угол ротора; e_A – электродвижущая сила (ЭДС) вращения, индуцированного магнитным полем вращения ротора.

e_A определяется следующим выражением:

$$e_A = C \cdot \omega \cdot \sin \theta, \quad (3)$$

где C – постоянная двигателя; ω – частота вращения ротора.

В том случае, когда вал электродвигателя зафиксирован и напряжение подается только на фазу А, то (1) можно упростить к следующему выражению:

$$u_A = i_A \cdot R + L(\theta) \frac{di_A}{dt}. \quad (4)$$

Во время прикладывания импульса напряжения к фазе, ток будет повышаться по экспоненциальной зависимости. Скорость нарастания тока будет зависеть от индуктивности $L(\theta)$, которая меняется при изменении направления потока постоянных магнитов. Форма тока при различных углах между обмотками статора и направлением потока ротора представлена на рисунке 1.

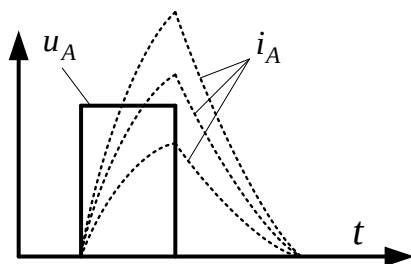


Рис. 1. Напряжение на фазе и импульсы тока при различных углах положения ротора

Максимальное мгновенное значение тока необходимо зафиксировать. В этом случае получим максимальное значение магнитного потока ротора, магнитный поток ротора будет располагаться точно по линии обмотки статора [4].

Для доказательства возможности реализации предложенного метода была разработана имитационная модель СДПМ в Matlab Simulink v.2012b, учитывающую явнополюсность ротора и насыщение сердечника статора. Разработан-

ный метод проверен на реальном электроприводе лифтовой лебедки на базе СДПМ [5].

По результатам моделирования и эксперимента была составлена таблица соответствия реального угла и полученного разработанным алгоритмом:

Табл. 1. Угол положения ротора

№	Реальный угол, град	Модель, град	Эксперимент, град	Относительная погрешность, % Модель / эксперимент
1.	85	89,1	88,5	4,824 / 4,118
2.	133	135,6	134,2	1,955 / 0,902
3.	157	162,7	159,4	3,631 / 1,529
4.	246	241,8	248,1	1,707 / 2,398
5.	314	311,2	315,8	0,892 / 0,573

Представленный метод бездатчикового определения начального положения ротора СДПМ путем применения серии импульсов напряжения с фиксацией амплитуды тока не требует какой-либо информации о параметрах двигателя и успешно зарекомендовали себя на имитационной модели. Погрешность оценки углового положения ротора не превышает 5%.

Точность предложенного метода ограничена возможностями каналов АЦП и разрешением ШИМ инвертора напряжения. В экспериментальной установке погрешность результатов также укладывается в 5%, что является приемлемым.

Общая продолжительность разработанной методики для определения начального положения ротора не более 10 секунд, что дает возможность запускать алгоритм после каждого включения питания привода лифта.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Краснов И.Ю., Ланграф С.В., Черемисин В.Н. Разработка бездатчиковой системы управления электропривода лифта // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2014. – № 1. – С. 48-51.
2. Гарганеев А.Г. и др. Электропривод запорной арматуры : монография / А. Г. Гарганеев, А. С. Каракулов, С. В. Ланграф.– Томск: Изд-во ТПУ, 2013.– 157 с.
3. Koltun V. A. , Krasnov I. Y. , Langraf S. V. , Odnokopylov I. G. A sensorless initial rotor position's estimation for permanent magnet synchronous machines // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.– Bristol: IOP Publishing Ltd.– 2015.– Vol. 71, Article number 012061.– p. 1-7
4. Однокопылов И.Г., Дементьев Ю.Н. Обеспечение живучести асинхронных электроприводов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2014. – Т. 14. – № 2. – С. 55-61.
5. Шелпаков М.А., Однокопылов И.Г. Исследование частотно-регулируемого электропривода лифта в Matlab Simulink //

Научный руководитель: Ю.Н. Дементьев, к.т.н., зав. каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДНОЙ ЛАМПЫ С РЕГУЛИРОВАНИЕМ ЯРКОСТИ

В.В. Бубнов

Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭПЭО, группа 5ГЗБ

Проблема энергопотребления становится все более актуальной. Только на освещение уходит порядка 30...35% все вырабатываемой электроэнергии, а в масштабах крупных городов эта величина в полтора-два раза больше. [1] Поэтому не удивительно, что государственная поддержка энергосбережения и эффективности входит в пять стратегических направлений приоритетного технологического развития России. Использование светодиодного освещения позволяет значительно снизить энергозатраты, по сравнению с традиционными методами освещения. Необходимо отметить, что под названием светодиодного светильника в действительности скрывается довольно сложная система, состоящая из нескольких элементов. Так, для нормального функционирования светодиодного прибора, его необходимо обеспечить качественным источником питания (драйвером), который должен соответствовать необходимым параметрам. Именно он определяет функциональные, светотехнические показатели и надежность устройства в целом.

Источники питания с регулированием яркости (диммеры)

Диммер – устройство, позволяющее изменять яркость свечения ламп путем ограничения тока, а следовательно, и мощности. Поначалу диммеры представляли собой переменное сопротивление, но в этом случае значительная часть мощности рассеивается в виде тепла, затем стали применять автотрансформаторы, но они имеют большие габариты. [1] Диммер позволяет не только регулировать яркость ламп, но и включать и выключать свет по таймеру, производить плавный пуск ламп, управлять освещением дистанционно.

Светодиодные лампы и их совместимость с диммерами

Светодиодная лампа должна иметь:

- Во-первых, светодиодная лампа имеет стандартный цоколь: типа Е – резьбовой (Е27, Е14), типа G, типа MR.
- Во-вторых, светодиодная лампа должна быть приспособлена для работы в стандартной электрической сети 220В, 50Гц без дополнительных устройств. (Если светодиодная лампа предназначена на напряжение 12В, подобно галогенным лампам, должно быть оговорено использование с ними дополнительных устройств).