

УДК 621.314

К. В. Аржанов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
пр. Ленина, 40, Томск, 634050, Россия, E-mail: rbhx@yandex.ru

СИСТЕМА НАВЕДЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НА СОЛНЦЕ

Приведены результаты проектирования фотоэлектрической энергетической установки с автоматическим слежением за Солнцем.

Ключевые слова: солнечная батарея, аккумуляторная батарея, энергетическая эффективность, автоматическое слежение.

Приведено результати проектування фотоелектричної енергетичної установки з автоматичним слідкуванням за Сонцем.

Ключові слова: солячна батарея, акумуляторна батарея, енергетична ефективність, автоматичне слідкування.



Рис. 1.

Введение

Проектирование новых фотоэлектрических энергетических установок (ФЭУ) определяется использованием солнечных батарей с улучшенными технико-экономическими показателями и реализацией режима автоматического слежения солнечных батарей за Солнцем. Наведение солнечных батарей на Солнце позволяет повысить энергетическую эффективность ФЭУ не менее чем на 30 % [1]. На рис. 1 приведен фотография разработанной двухкоординатной системы наведения солнечных батарей (СБ) на Солнце.

На рис. 2 приведена структурная схема фотоэлектрической энергетической установки, где СБ – солнечная батарея; КЗАБ – контроллер заряда АБ; И – инвертор; АБ1, АБ2 – аккумуляторные

батареи; М1, М2 – шаговые двигатели; Р1, Р2 – редукторы; ДШД1, ДШД2 – драйверы управления шаговыми двигателями; ДПС1, ДПС2 – датчики положения Солнца; КНС – контроллер наведения на Солнце; КВ1–КВ4 – конечные выключатели. В установке используется инвертор типа TS 1500-224 и два последовательно соединенных аккумулятора типа TUDORT12V 155FT (номинальная емкость каждого 159 А·ч). Используемый в установке датчик положения Солнца состоит из трех одинаковых фотоэлементов, два из которых стоят наклонно друг к другу, а третий соединяет их снизу. Фотоэлементы датчика называют: правый, левый и тыловой.

Контроллер наведения на Солнце состоит из микроконтроллера STM32-F103, преобразователя постоянного напряжения, шести операционных усилителей, микросхемы, обеспечивающей связь по протоколу RS 485 с внешней ЭВМ через конвертор (I-7561). Микроконтроллер выдает на вход драйверов шагового двигателя (DM356M) следующие сигналы: направление вращения шаговых двигателей по азимуту (сигнал DR1) и по углу места (сигнал DR2), количество импульсов, которое необходимо обработать драйверами (шаговыми двигателями) по азимуту (сигнал UP1) и по углу места (сигнал UP2), сигналы включения драйверов по азимуту (MF1) и углу места (MF2). Контроллер наведения на Солнце принимает сигналы с четырех конечных выключателей (КВ1–КВ4): X1, Y1 и X2, Y2 – начальные и конечные положения рамы по координате X (азимуту) и Y (по углу места) и сигналы готовности с драйверов (DIR1 и DIR2).

При автоматическом слежении за Солнцем осуществляется точное наведение рамы на Солнце, путем измерения токов в фотоэлементах датчиков положения Солнца и перемещения рамы с помощью шаговых электроприводов по обеим координатам. Если правый и левый фотоэлемент выдают одинаковый ток, то перемещать раму с СБ не требуется, а если есть отличие, то необходимо

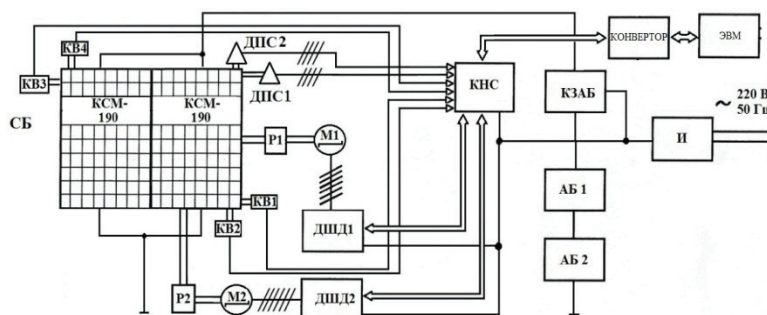


Рис. 2.

перемещение в таком направлении, чтобы скомпенсировать эту разницу по току. Если три фотоэлемента у датчика показывают одинаковый ток, то фотодатчик (и соответственно СБ) находится в тени и перемещение рамы производить не требуется. Если тыловой фотоэлемент выдает самый большой ток, то Солнце светит с обратной стороны рамы. В этом случае необходимо развернуть раму в направлении

Солнца. В таблице приведен принцип наведения СБ на Солнце. Перемещения происходят дискретно через 3° по обеим координатам, пока не выровняются сигналы в обеих плоскостях в каждом фотодатчике по обеим координатам. Допустимая погрешность (порог срабатывания) между сигналами в наклонных плоскостях фотоэлементов датчика, при которой необходимо проводить перемещение по координатам, составляет 5 % (эта величина может устанавливаться в контроллере).

Для уменьшения рывков и качаний при перемещении рамы с СБ в программном обеспечении контроллера заложен режим позиционирования, то есть в электроприводе идет ограничение по скорости и ускорению при перемещении рамы с СБ от одного положения к другому. При этом реализован несимметричный специальный режим разгона, движения и торможения. На рис. 3 показана диаграмма режима позиционирования в электроприводе. Несимметричный режим позиционирования совмещен с нелинейным заданием амплитуды тока ШД, то есть амплитуда тока ШД меняется во время движения. Это необходимо делать для минимизации потребляемого тока ШД. При пуске ШД с механизмом необходимо преодолеть нелинейный момент сухого трения. В этом режиме целесообразно увеличить амплитуду тока ШД (пусковой ток увеличить до 1,5 от номинального тока), после преодоления начального момента сухого трения можно снизить амплитуду тока ШД (рабочий ток уменьшить до 0,75 от номинального тока). Это позволяет исключить сбои при пуске ШД и в целом уменьшить потребление тока двигателем во время микроцикла наведения. Увеличенный пусковой ток в ШД целесообразно делать в режиме позиционирования при положительном значении ускорения (рис. 3).

Принцип наведения СБ на Солнце

Наведение по координате X	Направление перемещения рамы
$I_A - I_B \geq 0,05 I_A$	Влево
$I_A - I_B \leq -0,05 I_A$	Вправо
$-0,05 I_A \leq I_A - I_B \leq 0,05 I_A$	Нет перемещения
$I_A = I_B = I_C$	Нет перемещения (СБ в тени)
$I_C > I_B, I_C > I_A$	Перемещение в начальное положение
Наведение по координате Y	Направление перемещения рамы
$I_D - I_E \geq 0,05 I_D$	Вверх
$I_D - I_E \leq -0,05 I_D$	Вниз
$-0,05 I_D \leq I_D - I_E \leq 0,05 I_D$	Нет перемещения
$I_D = I_E = I_F$	Нет перемещения (СБ в тени)
$I_F > I_E, I_F > I_D$	Перемещение в начальное положение

Примечание: I_A, I_D и I_B, I_E – токи в правой и левой частях датчиков;

I_C, I_F – в тыловой части датчиков.

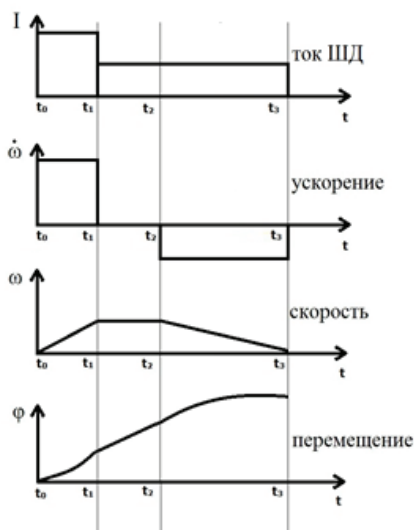


Рис. 3.

Заключение

Полученные результаты экспериментальных исследований шаговых электроприводов для системы автоматического слежения фотоэлектрических панелей за Солнцем показали следующее:

- наведение механической рамы с солнечной батареей на Солнце целесообразно проводить дискретно на 3 градуса, как по азимуту, так и по углу места, исходя из требований обеспечения точности наведения на Солнце и минимального потребления электрической энергии шаговыми электроприводами;
- при завершении цикла наведения рамы с солнечными батареями на Солнце необходимо выключать драйверы шаговых двигателей, чтобы исключить потребление энергии шаговыми двигателями;
- при перемещении механической рамы с солнечной батареей необходимо организовывать режим позиционирования.

Целесообразно проводить перемещение со скоростью вращения шагового двигателя на уровне 3000 Гц, с введением ограничения по ускорению и торможению на уровне 3000 шаг/сек². Это позволяет существенно сократить потребление электрической энергии шаговыми электроприводами при исключении рывков и качаний в механизме.

Список литературы

1. Шиняков Ю. А., Шурыгин Ю. А., Аржанов В. В., Осипов А. ., Теуцаков О. А., Аржанов К.В. Повышение энергетической эффективности автономных фотоэлектрических энергетических установок // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2011. – № 2 (24). – Ч. 1. – С. 282–287.

GUIDANCE SYSTEM SOLAR IN THE SUN

K.V. Arzhanov

Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics
Lenina 40, Tomsk, 634050, Russia.

The results of designing photovoltaic power plant with automatic tracking of the sun.

Keywords: solar panel, battery, energy efficiency, automatic tracking.

I. Shinyakov Y.A., Shurigin Y.A., Arzhanov V.V., Osipov A.V., Teuschakov O.A., Arzhanov K.V.
Improving the energy efficiency of autonomous photovoltaic power plants // Reports of the Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics. – 2011. – № 2 (24). – Part 1. – P. 282–287.