

УДК 62-52

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПОВОРОТА СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ

Булка Д. А., Карасюк С. В.

Научный руководитель – Опейко О. Ф. к.т.н., доцент

Практическое использование солнечной энергии получило распространение во многих странах благодаря таким ее положительным качествам, как возобновляемость, распространенность и полная экологическая чистота.

Основными элементами солнечных энергетических установок на основе фотоэлектрических преобразователей, как правило, являются солнечная батарея, солнечный инвертор и контроллер. На рисунке 1 представлена схема солнечной энергетической установки с двумя степенями подвижности поворота вокруг вертикальной и горизонтальной осей[1].

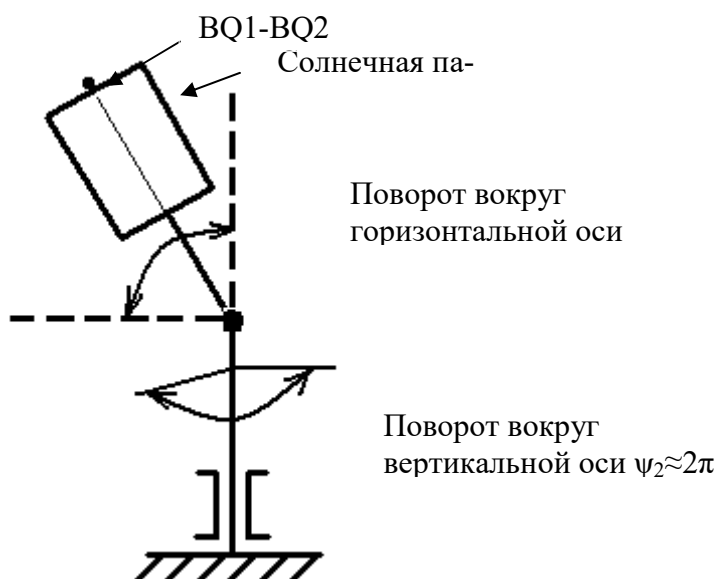


Рисунок 1 – Схема солнечной энергетической установки.

Целью работы является синтез управления угловым положением солнечной панели для ориентации по солнцу посредством поворота вокруг вертикальной и горизонтальной осей.

Рассогласование по положению формируется на основании разностей световых потоков на 2-х частях каждого датчика $BQ1-BQ2$, расположенных под углом $\gamma = \pi/2$, и соединённых жёстко с солнечной батареей.

Возможен один из 2-х режимов управления поворотом солнечной батареи: непрерывный и пошаговый.

В непрерывном режиме возможно управление поворотом с применением П или ПИ регулятора положения, а также комбинированного управления с каналом компенсации скоростной ошибки (рисунок 2).

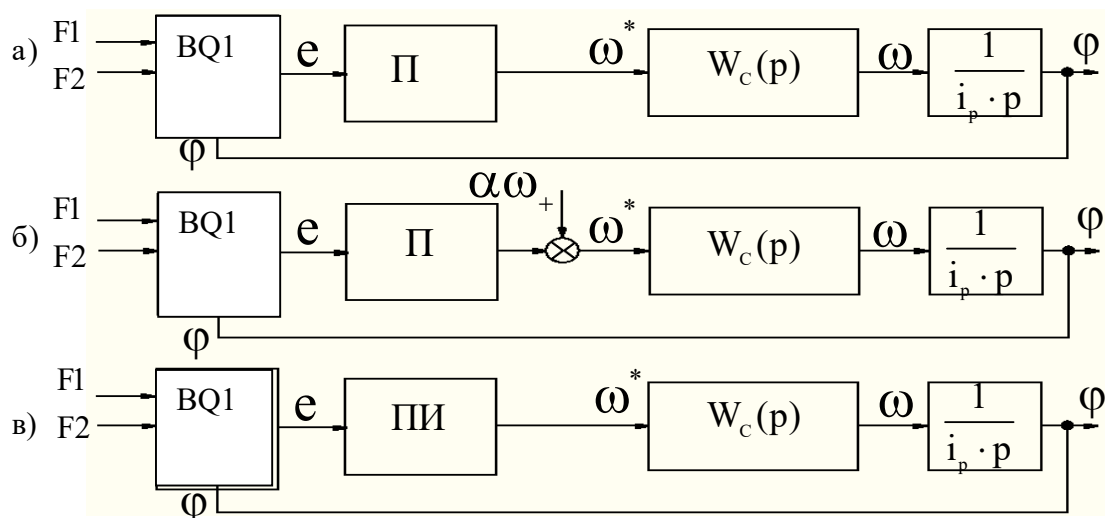


Рисунок 2 – Структурная схема система с П регулятором положения (а), с П регулятором положения с каналом компенсации (б), с ПИ регулятором положения (в).

На рисунке 2 приняты обозначения: $F1, F2$ – световые потоки 2-х частей датчика $BQ1$; e – ошибка регулирования положения; $П, ПИ$ – пропорциональный и пропорционально-интегрирующий регуляторы положения соответственно; ω, ω^* – фактическая и заданная скорости двигателя соответственно; $\alpha\omega_+$ – сигнал компенсации скоростной ошибки, ω_+ – заданное значение скорости в непрерывном режиме, α – коэффициент канала компенсации; $W_c(p)$ – передаточная функция контура скорости; i_p – передаточное отношение редуктора; p – переменная преобразования Лапласа; φ – угол поворота.

Структура контурного комбинированного управления положением с П регулятором представлена на рисунке 2,б.

Передаточная функция П – регулятора положения при настройке на модульный оптимум и коэффициент канала компенсации определяются выражениями: $K_{РП} = \frac{K_{oc} \cdot i_p}{g \cdot \tau \cdot K_{оп}}$, $\alpha = \frac{i_p}{K_{РП} \cdot W_c(0)} - \frac{1}{D_\omega}$. Здесь D_ω – требуемая добротность по скорости.

Получаем выражение для расчёта сигнала задания скорости на K -ом шаге.

$$U_{c\dot{\varphi}} = \alpha\omega_+ + (\dot{a}_E - \dot{a}_{E-1}) \cdot K_{D\dot{\varphi}} \quad (1)$$

Контурное управление положением с ПИ – регулятором положения, в соответствии симметричному оптимуму. Структурная схема данной системы представлена на рисунке 2,в.

Известна непрерывная передаточная функция ПИ-регулятора положения [2]

$$K_{ПИ} = a \frac{16T_{\mu} \cdot p + 1}{16T_{\mu} \cdot p} \cdot \text{где } a = \frac{T_u}{8 \cdot T_{\mu}} \cdot \frac{k_{oc}}{k_{on}}$$

Для программной реализации регулятора посредством микроконтроллера, обозначив $T_s = 0.001c$ - время цикла расчета, определяем дискретную передаточную функцию

$$\frac{1}{p} \rightarrow \frac{T_s}{1-z^{-1}}, \quad K_{ПИ}(z) = a \left(1 + \frac{1}{16T_{\mu}} \frac{T_s}{(1-z^{-1})} \right)$$

Переходя от z – изображения к оригиналу, получаем сигнал на выходе ПИ регулятора положения на K -м шаге:

$$U_K(z) = U_{K-1} + a'' \cdot e_K - a' \cdot e_{K-1} \quad (2)$$

где

$$a'' = \frac{a \cdot (16 \cdot T_{\mu} + T_s)}{16 \cdot T_{\mu}}, \quad a' = a^2 \cdot T_s \cdot T_{\mu}.$$

По выражению (1) и (2) составим алгоритмы расчёта сигнала задания скорости с ограничением по минимальному и максимальному значению.

Для выполнения непрерывного режима механизм поворота должен двигаться со скоростью, вдвое меньшей скорости часовой стрелки, что требует механической передачи с большим передаточным отношением i_p , но этот способ имеет большую точность определяемую добротностью $D\omega$.

Режим пошагового движения предполагает поворот солнечной батареи с высокой скоростью и остановку через равные интервалы времени Δt на угол $\Delta\varphi = 24\varphi/\Delta t$. Здесь возможно управление либо в функции времени, либо по сигналу датчика разности световых потоков с зоной нечувствительности. Для такого режима привод может быть безредукторным, либо с малым передаточным отношением редуктора, что удешевляет систему. Однако слежение за солнцем выполняется с погрешностью зависящей от зоны нечувствительности, что снижает энергоэффективность.

В непрерывном режиме может быть применён любой из регуляторов. При чём алгоритм с П - регулятором имеет меньшую вычислительную сложность, чем алгоритм с ПИ – регулятором. Алгоритм с ПИ – регулятором даёт большую точность поскольку установившееся значение ошибки e равно 0.

Литература

1. Информационный ресурс – <http://re/energybel.by/solar-energy/> режим доступа – 28.05.2016г.
2. Анхимюк В. Л. Теория автоматического управления/ В.Л. Анхимюк, О.Ф.Опейко, Н.Н. Михеев Учеб.пособие, – Минск: ДизайнПРО, 2002. – 343 с.