

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ
СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ****Сапаев Хушнуд Бабаджанович***д-р техн. наук, проф., Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Умаров Шухрат Бадретдинович***канд. техн. наук, доц., Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: shumarov1951@mail.ru***Атажиев Шохрух Миразамович***ассистент, Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Бокижонов Убайдулла Абдушукурович***ассистент, Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Муминов Хумойун Асосрбекович***ассистент, Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***FREQUENCY-REGULATED AUTOMATED SOLAR BATTERY COOLING SYSTEM****Khushnud Sapaev***doctor tech. Sciences, Professor, Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Shukhrat Umarov***cand. tech. Sciences, Associate Professor, Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Shohrukh Atazhiev***Assistant, Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Ubaidulla Bokizhonov***Assistant, Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Khumoyun Muminov***Assistant, Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

В работе приводятся результаты разработки системы автоматизированного электропривода системы охлаждения солнечных батарей на основе использования универсального преобразователя частоты на базе высококачественных интегрально-гибридных инверторов, управляемых микропроцессорными системами в среде Arduino IDE.

ABSTRACT

The paper presents the results of the development of an automated electric drive system for cooling solar panels based on the use of a universal frequency converter based on high-frequency integrated-hybrid inverters controlled by micro-processor systems in an Arduino IDE environment.

Ключевые слова: альтернативные источники питания, солнечные батареи, системы охлаждения, автоматизированная система управления.

Keywords: alternative power sources, solar panels, cooling systems, automated control system.

Солнечная энергия является одной из весомых среди альтернативных энергетических источников и наиболее перспективной с точки зрения количества ресурсов и высокой экологичности [3, с. 132–134]. Как известно, при эксплуатации альтернативных источников питания на базе солнечных батарей с практической точки зрения может возникнуть ряд проблем, одной из которых является обеспечение их качественного охлаждения [1, с. 23–25]. В летние дни температура на поверхности солнечной батареи может составлять примерно 70–80 °С. Для нормальной

работы солнечной батареи необходимо уменьшить температуру ее поверхности до 25 °С, что достигается путем применения системы водяного охлаждения.

В данной статье приводятся результаты разработки автоматизированной системы охлаждения солнечных батарей с системой водяного охлаждения по замкнутому контуру. Ниже, на рис. 1, представлена технологическая схема системы водяного охлаждения по замкнутому контуру солнечных батарей.

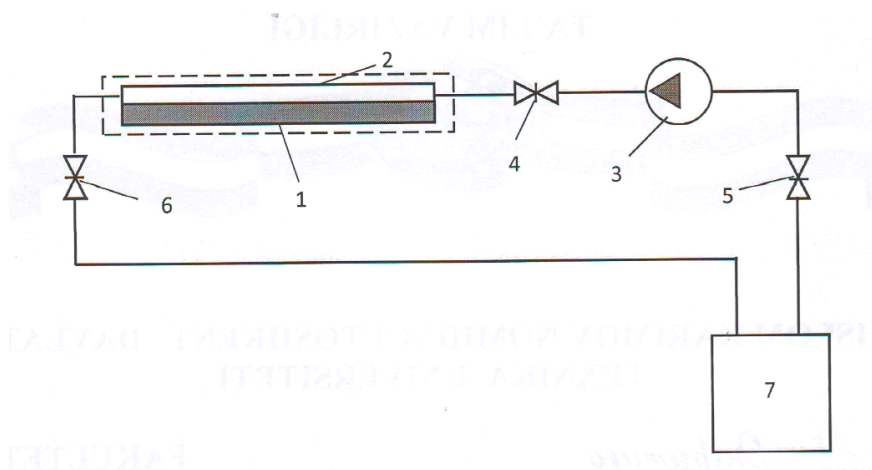


Рисунок 1. Общая технологическая схема системы водяного охлаждения солнечных батарей:
 1 – стеклянный сосуд; 2 – солнечная батарея; 3 – насос; 4, 5, 6 – электромагнитные вентили;
 7 – резервуар

Система водяного охлаждения работает следующим образом. Вода из резервуара 7 при открытом состоянии 4 и 5 вентилей и в закрытом состоянии вентиля 6 при включенном состоянии насоса 3 направляется в стеклянный сосуд, установленный на поверхности солнечной батареи 1. Наполнение сосуда контролируется датчиком уровня ДУ, а температура воды в сосуде контролируется датчиком температуры ДТ. При полном заполнении сосуда с водой ДУ подает сигнал в систему управления автоматизированного электропривода насоса, и этот сигнал соответствует выключению его и запираанию электромагнитов вентилей 4 и 5. В дальнейшем датчик температуры ДТемп контролирует температуру

воды, и, когда температура воды в сосуде достигнет установившегося значения, подается сигнал для открытия электромагнита вентиля 6 и, соответственно, включаются насос и вентили 4 и 5.

Одним из перспективных способов качественного решения проблемы охлаждения является применение системы автоматизированного электропривода системы охлаждения солнечных батарей на основе частотно-регулируемого асинхронного электропривода [2, с. 148–150].

Настоящая работа посвящена разработке функциональной схемы автоматизированной системы управления охлаждением солнечных батарей.

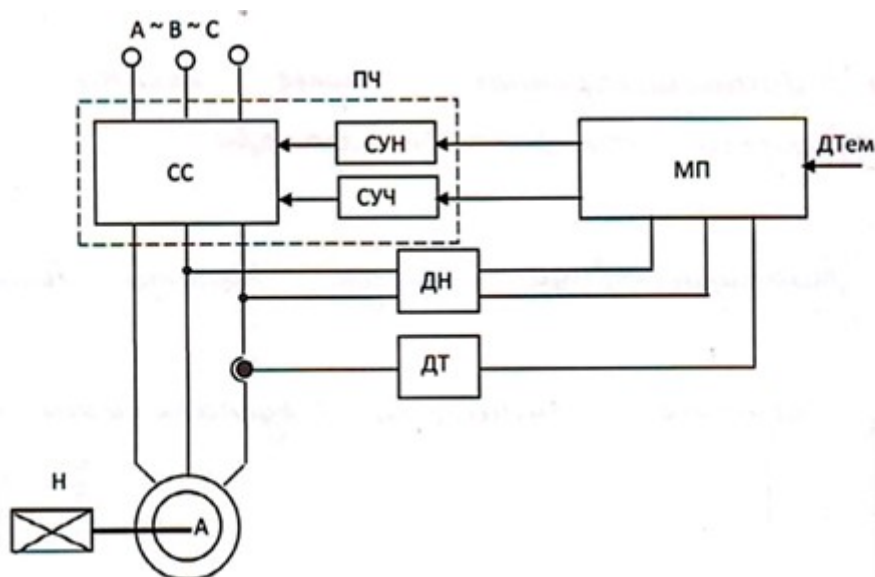


Рисунок 2. Функциональная схема автоматизированной системы охлаждения солнечных батарей:
А – асинхронный двигатель; Н – насос; ПЧ – преобразователь частоты; СС и СУН и СУЧ – силовая схема и системы управления напряжением и частотой соответственно; МП – микропроцессор; ДН, ДТ, ДТемп – соответственно датчики напряжения, тока и температуры

Работа системы частотно-регулируемого асинхронного двигателя осуществляется по величине температуры датчика. При температуре солнечных панелей выше допустимого значения в микропроцессоре выбираются частота и амплитуда питаемого напряжения асинхронного двигателя, которые обеспечивают требуемые параметры. Затем от системы управления выдаются сигналы по напряжению и частоте в силовую схему преобразователя частоты. Таким образом, для регулирования скорости асинхронного двигателя применяется частотный способ с возможной оптимизацией энергетических параметров частотно-регулируемого асинхронного двигателя, которая осуществляется с помощью подпрограмм, установленных в микропроцессоре, за счет коррекции напряжения в статорной обмотке посредством системы управления напряжением преобразователя частоты. Данный способ регулирования скорости асинхронных двигателей подразумевает и повышение его энергетических показателей за счет регулирования напряжения на обмотках статора асинхронной машины. Предлагается производить регулирование напряжения на обмотках статора при помощи полупроводникового преобразователя. При этом следует отметить, что электродвигатель насоса с регулированием от ПЧ забирает от сети пусковой ток значительно меньший, чем при прямом пуске. Таким образом, номинальные токи и типоразмеры электрооборудования снижаются, и потребление электроэнергии также уменьшается.

В качестве преобразователя частоты предлагается использовать универсальный преобразователь частоты на базе высокочастотных интегрально-гибридных инверторов, управляемых микропроцессорными системами в среде Arduino IDE. В качестве платформы для создания системы управления была выбрана платформа с открытым кодом на основе микроконтроллера Arduino Uno с интерфейсом

Application programming interface (API). Данная платформа имеет библиотеки среды программирования и готовые программные модули для периферийных устройств и различных датчиков. Аппаратные средства системы Arduino Uno состоят из 8-разрядного микроконтроллера ATmega328P, блока электропитания и интерфейса с USB. Система имеет 14 цифровых входов или выходов, из которых 6 являются аналоговыми (8-разрядный ШИМ). Шины SPI и I2C служат как цифровые интерфейсы [4, с. 12–15].

Система управления автоматизированной системы охлаждения солнечных батарей должна отслеживать факты повышения температуры нагрева солнечной батареи, контролировать время работы насоса и обеспечивать беспроводное управление системой охлаждения для соблюдения условий безопасности при длительных условиях эксплуатации солнечных панелей. Структурная схема разработанной системы состоит из двух основных модулей – силовой схемы и системы управления на основе Arduino Uno. Как написание, так и отладка программного обеспечения для микроконтроллера выполнялись в среде Arduino IDE (общедоступная среда программирования) на языке программирования C++ с использованием общедоступных программных модулей, созданных инженерным сообществом. Подпрограммы для цифровых датчиков и внешних устройств опубликованы на условиях свободной лицензии GPL, такая лицензия позволяет изменять программный код в своих целях. Так, в процессе разработки оказалось, что ресурсов ATmega328P (ОЗУ 2 кБ, ПЗУ 27 кБ) недостаточно для того, чтобы одновременно использовать несколько библиотек, поэтому код был оптимизирован под доступные ресурсы.

При этом следует отметить, что применение регулируемой системы охлаждения подразумевает включение электропривода насоса напрямую, а это

приводит к тому, что по обмоткам протекают 6–10-кратные пусковые токи, которые приводят к возникновению больших электродинамических и механических усилий, в результате чего обмотки двигателя подвергаются повышенному износу, значительно сокращается срок службы механической и электрической частей электропривода и механизма. Кроме того, после выхода на установившуюся скорость вращения электропривод работает в режиме недогрузки, вследствие которого происходит необоснованный перерасход потребляемой полной мощности, в результате снижаются технико-экономические, энергетические и эксплуатационные показатели установки в целом. При этом повышается удельный расход электроэнергии на единицу продукции.

Для уменьшения величины пусковых токов асинхронных двигателей и повышения энергетической эффективности работы автоматизированного электропривода в установившихся режимах работы при относительно низкой степени загруженности механизмов необходимо оптимизировать энергетические параметры по различным критериям оптимальности (минимум тока статора, максимум КПД и коэффициента мощности).

Список литературы:

1. Лабейш В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – СПб.: С-ПЭТУ, 2003. – 81 с.
2. Проектирование электроснабжения домов на основе солнечных батарей / Т.А. Имомназаров, Г.А. Азамова, Ш.А. Назаров, А.С. Файзиев // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. – Ташкент, 2014. – № 4. – С. 148–152.
3. Рац Г.И., Мордвинова М.А. Развитие альтернативных источников энергии в решении глобальных энергетических проблем // Проблемы мировой экономики. – 2012. – № 2 (82). – С. 132–135.
4. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. Электроника. – СПб.: БХВ Петербург, 2012. – 256 с.

Использование тиристорного преобразователя частоты на базе высокочастотного интегрально-гибридного инвертора при реализации автоматизированного электропривода позволяет также увеличить функциональные возможности системы как в статических, так и в динамических режимах работы. Применение микропроцессорной системы управления позволяет, сохраняя постоянство структуры автоматизированного электропривода, реализовать выбранный критерий оптимальности энергетических параметров системы, обеспечить плавный пуск и эффективную защиту от аварийных режимов работы.

Исходя из вышесказанного, можно констатировать, что разработка и создание энергосберегающей технологии, обеспечивающей качественную работу солнечных батарей с высокими энергетическими показателями, на базе современной полупроводниковой техники с учетом их производственных особенностей является одной из актуальных проблем, а разработка, исследование и создание энергосберегающих технологий нового поколения, наиболее отвечающих современным требованиям с точки зрения энергетики, являются актуальным объектом исследования.