

Автоматизированная система мониторинга температуры рабочей поверхности солнечных панелей

О.Х. Кулдашов¹, У.Ж. Нигматов²

¹Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий им. Мухаммада ал-Хоразми

²Ферганский политехнический институт

Аннотация. В статье рассмотрены области применения современной элементной базы микроэлектроники и телекоммуникации для создания автоматизированных устройств мониторинга температурных и эксплуатационных характеристик энергетических установок. Предложена автоматизированная система мониторинга энергоэффективности солнечного коллектора с концентратором и температуры рабочей поверхности солнечной панели. Выявлено, что контроль энергоэффективности солнечных коллекторов с концентраторами сводится к контролю температуры фокальной плоскости концентратора и измерению расхода воды, нагреваемой им. Предложенная автоматизированная система мониторинга температуры рабочей поверхности солнечных панелей позволяет автоматизировать процесс контроля рабочих параметров тепло- и электроэнергетических солнечных установок и обеспечивает цикличность, воспроизводимость процесса измерения. Результаты процесса измерения накапливаются в базе данных системы. Дистанционный доступ к базе данных через интернет позволяет обеспечить их одновременную обработку несколькими специалистами. Предложенные системы мониторинга так же позволяют минимизировать количество субъективных факторов при оценке энергоэффективности гелиоустановки. Системе мониторинга энергоэффективности солнечных панелей имеет структуру состоящий из блоков измерения температурных изменений и количества солнечной радиации на поверхности панели. Измерения температуры осуществляется посредством датчика температуры DS18B20 с пределом измерения от -20 °С до 125 °С. В качестве датчика солнечной радиации использован контролируемая солнечная панель, так как электрическая энергия, вырабатываемая им пропорциональна измеряемой радиации.

Ключевые слова: солнечный коллектор, концентратором, солнечная панель, температура, контроль, автоматизированная система, мониторинг.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наблюдается рост потребления энергии, в то же время происходит повышение цен на электроэнергию и уменьшаются запасы традиционных ресурсов. В связи с этим становятся актуальными разработки в области возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Солнечная энергия является одним из перспективных и активно развивающихся видов ВИЭ. В связи с этим, необходимо стимулирование дальнейшего роста потребления таких видов энергии как солнечная, ветровая, биогазовая и гидроэнергия. Традиционные источники энергии не всегда позволяют обеспечить население, проживающее в отдаленных и труднодоступных районах, а также сезонных рабочих и научные экспедиции электричеством, теплом и питьевой водой.

Каждый тип солнечной панели по-разному реагирует на рост рабочей температуры поверхности. Так, у кремниевого (Si) элемента номинальная мощность падает с каждым градусом превышения номинальной температуры на 0,43-0,47 %. Солнечные элементы из теллурида кадмия (CdTe) теряют всего 0,25 %. Для решения вопроса перегрева солнечных панелей в течение ряда лет продолжают работы по разработке и усовершенствованию существующих гибридных конструкций для воздушного, водяного охлажде-

ния, отвода тепла из панелей с принудительным охлаждением. Однако опыт внедрения солнечных энергетических установок показывает, что в проектных работах учёт реальных метеорологических условий является сложной задачей из-за больших температурных разбросов [1].

Исходя из этого, можно сказать, что для достижения наибольшего эффекта от внедрения солнечных энергетических установок, необходимо их поэтапное внедрение [2]. Далее на внедренном объекте с целью дополнительного изучения метеоусловий, необходимо проведение непрерывного мониторинга по изменению температурных показателей солнечных электрических установок за период наиболее экстремальных метеоусловий.

Целью работы является мониторинг энергоэффективности солнечного коллектора с концентратором и температуры рабочей поверхности солнечной панели.

СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Применение современной элементной базы микроэлектроники и телекоммуникации, технических и программных средств, методов информационно-измерительных систем позволяет создавать более компактные, дешевые автоматизированные устройства мониторинга температурных и других эксплуатационных характеристик энергетических установок [3].

Предложена автоматизированная система мониторинга энергоэффективности солнечного коллектора с концентратором и температуры рабочей поверхности солнечной панели, блок схема которой приведена на *Рис. 1*. Эта система содержит следующие блоки:

1 – объект контроля;

2 – блок датчиков для всех видов измерений;

3 – микропроцессор со встроенным аналого-цифровым преобразователем (АЦП);

4 – модем для беспроводной передачи информации – *GSMSIM900*;

5 – удаленный *WEBServer* для регистрации и обработки результатов мониторинга.

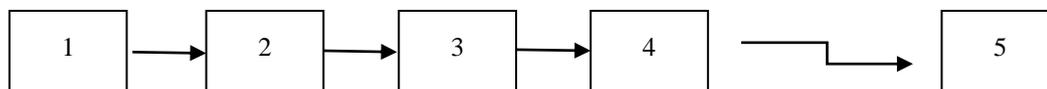


Рис. 1. Блок-схема автоматизированной системы мониторинга температуры: 1 – объект контроля; 2 – блок датчиков; 3 – микропроцессор со встроенным АЦП; 4 – модем *GSMSIM900*; 5 – удаленный *WEBServer*

Устройство работает следующим образом. На датчик измерения (температуры, солнечного лучистого потока, расхода и др.) воздействует сигнал от объекта контроля. В результате чего, на выходе датчика измерения формируется пропорциональный сигнал измеряемой величины объекта контроля. Этот сигнал подаётся на аналоговый вход микропроцессора (функциональная схема 3) системы мониторинга. Преобразованные на цифровую форму амплитуды сигналов посредством программной передачи информации (*ClientServer*) поступают на вход модема *GSMSIM900* (функциональная схема 4), где имеется *SIM*-карта мобильной связи выбранного оператора *GSM*, например *Beeline*. Далее, под управлением встроенной программы, измерительная информация передается на базу данных (*DataBase*) посредством программы *WEBServer* (5) системы мониторинга. Накопленная информация анализируется на сервере или выбранном компьютере пользователя дистанционно и используется для внесения корректировок на рабочие режимы энергоустановок. Эта информация также используется для уточнения

метрологических условий эксплуатации проектируемой солнечной энергоустановки.

Контроль энергоэффективности солнечных коллекторов с концентраторами сводится к контролю температуры фокальную плоскость концентратора и измерению расхода воды, нагреваемой им.

На *Рис. 2*. приведена схема подключения датчика температуры *PT100* к аналоговому входу АЦП и расходомера воды *INS-FM17N* к цифровому входу микропроцессора системы мониторинга для измерения температуры и производительности по горячей воде. Датчик температуры *PT100* с пределом измерения от $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+400\text{ }^{\circ}\text{C}$ устанавливаем на фокальную плоскость концентратора. Омическое сопротивление *PT100* изменяется пропорционально изменениям температуры. Для измерения температуры, необходимо измерение сопротивления, а для этого измеряем напряжение на датчике *PT100*, подключенного последовательно с измерительным резистором к источнику постоянного напряжения *VCC*. Далее определим показатели температур по несложному алгоритму, воспользуясь таблицей соответствия «сопротивление – температура».

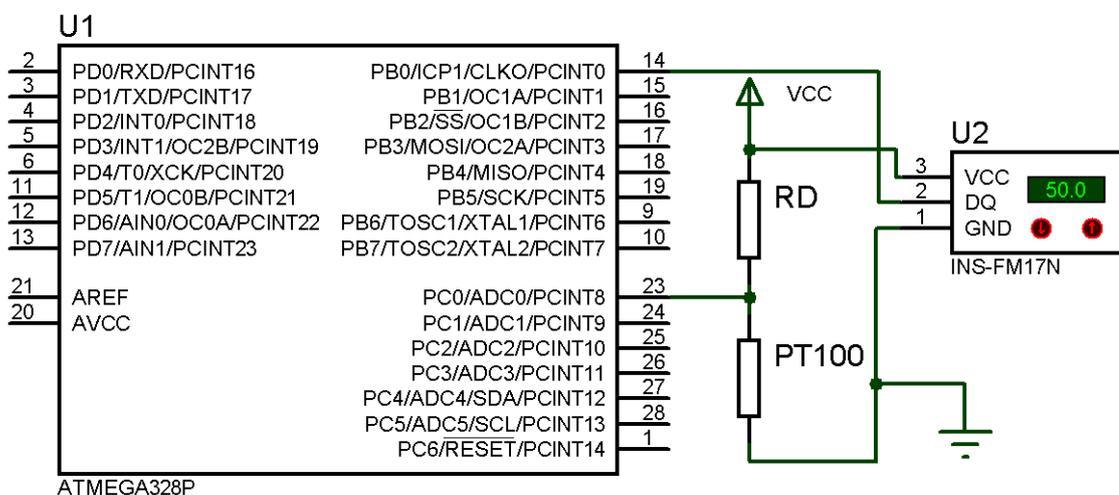


Рис. 2. Схема подключения *PT100* и расходомера воды к микропроцессору



О.Х. Кулдашов – к.т.н., доцент, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий им. Мухаммада ал-Хоразми, заведующий кафедры «Информационная безопасность». E-mail: kuldashov.abbos@mail.ru



У.Ж. Нигматов – Ферганский политехнический институт, старший преподаватель кафедры «Производство строительных материалов, изделий и конструкций». E-mail: fernigmatov@mail.ru

Статья поступила 20.07.2021.

Automated Surface Temperature Monitoring System for Solar Panels

O.Kh. Kuldashov¹, U.Zh. Nigmatov²

¹Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi

²Fergana Polytechnic Institute

Abstract. The paper discusses the areas of application of the modern element base of microelectronics and telecommunications for the creation of automated devices for monitoring the temperature and operational characteristics of power plants. An automated system for monitoring the energy efficiency of a solar collector with a concentrator and the temperature of the working surface of a solar panel is proposed. It is revealed that monitoring the energy efficiency of solar collectors with concentrators is reduced to monitoring the temperature of the focal plane of the concentrator and measuring the flow rate of water heated by it. The proposed automated system for monitoring the temperature of the working surface of solar panels makes it possible to automate the process of monitoring the operating parameters of thermal and electric power solar installations and ensures the cyclicity and reproducibility of the measurement process. The results of the measurement process are accumulated in the system database. Remote access to the database via the Internet allows their simultaneous processing by several specialists. The proposed monitoring systems also allow minimizing the number of subjective factors when assessing the energy efficiency of a solar plant.

Key words: solar collector, concentrator, solar panel, temperature, control, automated system, monitoring.

REFERENCES

- [1] D.S. Strebkov, B.A. Nikitin, V.V. Kharchenko, V.A. Gusarov, P.V. Tikhonov. Influence of temperatures in a wide range of values on the parameters of solar cells // ELECTRO. Electrical engineering, power engineering, electrical industry. 2013. No. 4. - P. 46 - 48.
- [2] Dibirov M.G., Amadzieva N.A., Dibirova M.M. Methodological foundations for assessing the efficiency of solar thermal installations. // Regional problems of economic transformation, 2018. - №6. - S. 12-19.
- [3] Piavchenko T.A. Automated information and control systems using the Trace Mode SCADA system // Tutorial. - SPb.: Publishing house "Lan", 2015. - 336 pages: ill.
- [4] Ergashev S.F., Mamasodikova U. Yu. Optoelectronic device for remote control of the temperature of the components of solar installations // Journal of Heliotekhnika, 2007, No. 2., - P.8 - 12.



O. Kh. Kuldashov is PhD, associate Professor, Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, head of the Department "Information security". E-mail: kuldashov.abbos@mail.ru



U.Zh. Nigmatov is Fergana Polytechnic Institute, senior lecturer of the department "Production of building materials, products and structures". E-mail: fernigmatov@mail.ru

The paper has been received on 20/07/2021.