

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ПОДОГРЕВА СОЛНЕЧНЫХ ФОТОПАНЕЛЕЙ

¹Волошко Д. А., ²Гансецкий Д. В.

¹ГУО «Институт пограничной службы Республики Беларусь»,
Минск, Беларусь, *milashka1201@icloud.com*

²ГУО «Институт пограничной службы Республики Беларусь»,
Минск, Беларусь, *dmitry.gansetsky@yandex.ru*

Введение. Обостряющаяся экологическая обстановка и возрастающий в последнее время энергетический кризис, с одной стороны, близкое к истощению состояние запасов углеводородного топлива и в то же время смещение перспективных взглядов на ядерную энергетику, с другой стороны, привели к естественной активизации поисков других, нетрадиционных, экологически чистых источников энергии. В настоящее время основным (98 %) источником получения электрической энергии в мире является ископаемое топливо. Вместе с тем энергия, поступающая от Солнца на Землю, превышает современное энергопроизводство, примерно, в 2^{104} раз. К этому следует добавить, что около 2 % поступающей на Землю солнечной радиации превращается в энергию ветра, как результат тепловых процессов, происходящих в атмосфере [1].

Можно сказать, что эре получения энергии из полезных углеводородных ископаемых уже сейчас грозит закат в силу следующих обстоятельств: их уменьшение (ограниченность), истощение и невозполнимость, а также экологическое загрязнение окружающей среды при их разработке и использовании. Вместе с тем человечество еще не может отказаться от сжигания и переработки углеводородных ресурсов для получения электроэнергии.

В общем случае энергию ископаемого топлива, и даже гидроэнергию, используемую человеком для получения электрической энергии, можно рассматривать как преобразованную солнечную энергию по схеме: солнечная радиация – органический синтез (образование каменного угля, нефти, газа и т. п.) – сжигание топлива (получение тепловой энергии) – преобразование тепловой энергии сначала в механическую (в турбине), а затем – в электрическую (в генераторе); или по схеме: солнечная радиация – испарение влаги – конденсация – осадки – водоемы – преобразование механической энергии водного

потока в электрическую энергию. Однако коэффициент преобразования солнечной энергии, как подавляющей энергии на Земле, по приведенным (природным) схемам не превышает сотых долей процента и это означает, что огромный ее поток, поступающий на Землю, используется в незначительных количествах [1].

Вместе с тем роль альтернативных источников энергии во всем мире все больше возрастает. Поэтому интерес к энергии ветра, воды и солнца с каждым годом стабильно растет. Основными странами-лидерами в развитии и применении возобновляемых источников энергии являются Китай, Япония, Соединенные Штаты Америки (США), Германия, Великобритания, Дания, Нидерланды, Норвегия, Иран, Индия, Нигерия. Например, Китай в 2014 году ввел в эксплуатацию столько гидроэлектростанций, ветрогенераторов и станций по использованию солнечной энергии суммарной мощностью 35 ГВт, что позволило на 20 % сократить потребление угля к 2016 году. В августе 2016 года Китай ввел в эксплуатацию первую в стране солнечную тепловую электростанцию (ТЭС) мощностью 10 МВт, новая тепловая электростанция стала первой ТЭС такого типа в Китае и третьей по счету в мире. Две другие солнечные ТЭС расположены в США и Испании [2, 3, 4].

Основная часть. В Республике Беларусь активное развитие возобновляемой энергетики началось в 2010 году с принятием Закона «О возобновляемых источниках энергии» [5]. Государственной программой «Энергосбережение» на 2016–2020 годы возобновляемая энергетика была отнесена к приоритетным направлениям [6]. На данный момент в стране насчитывается свыше 300 действующих установок на основе возобновляемых источников энергии общей мощностью 500 МВт: 98 установок по использованию энергии ветра (110 МВт), 95 – по использованию энергии солнца (более 150 МВт), 29 гидроэнергетических (86,06 МВт), 32 биогазовые установки (41,3 МВт). Согласно Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, соотношение объема производства первичной энергии из возобновляемых источников к валовому потреблению топливно-энергетических ресурсов должно составлять: в 2020 году – 6 %, в 2030 году – 8 %, в 2035 году – 9 % [7].

Повышение эффективности электроснабжения потребителей заключается в максимальном использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (солнечных батарей, ветроэнергетических установок и др.), что позволит улучшить энергообеспечение и электрооборуженность без дополнительной нагрузки на централи-

зованную электрическую сеть [7]. К примеру, данное направление получило широкое распространение в армиях промышленно развитых стран – США, Великобритании, Германии, Франции, Италии и Чили. Промышленно развитые страны ведут активное обновление своих энергетических стратегий, ключевыми составляющими которых, наряду с дальнейшим совершенствованием инженерной инфраструктуры, становятся: диверсификация видов и способов обеспечения топливноэнергетическими ресурсами и ускоренное развитие эффективных технологий генерации и рационального использования тепловой и электрической энергии как в отраслях промышленности, так и в вооруженных силах этих стран [8].

В органах пограничной службы Республики Беларусь возобновляемые источники энергии активно применяются для электроснабжения технических средств охраны границы (ТСОГ).

В целях создания благоприятных условий и повышения эффективности охраны Государственной границы Республики Беларусь оборудуются рубежи охраны, которые в свою очередь оснащаются ТСОГ, такими как сигнализационные комплексы и сигнализационные системы, автоматизированными постами технического наблюдения (АПТН) [9].

В связи с удаленностью рубежей охраны от инженерных коммуникаций, а в частности, от линий электропередач, существуют проблемные вопросы электроснабжения ТСОГ, а именно АПТН. В целях решения данных проблем АПТН активно оснащаются автономными системами электроснабжения (АСЭ) на основе возобновляемых источников энергии – солнца и ветра [9].

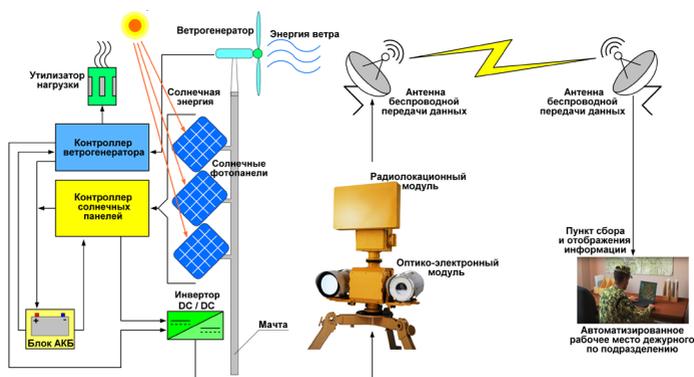


Рисунок 1 – Структурная схема АПТН с АСЭ

На рисунке 1 представлена структурная схема АПТН с АСЭ. Конструктивно АПТН может состоять из оптико-электронного, тепловизионного и радиолокационного модулей с антеннами беспроводной передачи данных. Для обеспечения круглосуточного электроснабжения АПТН обычно проектируется и устанавливается АСЭ, основными компонентами которой, являются ветрогенератор и солнечные фотопанели, их контроллеры, утилизатор нагрузок, блок аккумуляторных батарей (АКБ) и инвертор.

Применение солнечных фотопанелей и ветрогенератора в АСЭ позволяет осуществлять эффективное электроснабжение АПТН, но порождает проблемные вопросы их технического обслуживания и содержания, в частности очистки поверхности солнечных фотопанелей от загрязнений и пыли, дождевых осадков, опавшей листвы, снежного покрова (снега), образования льда (оледенения) и т. д. [9].

Согласно проведенным научным исследованиям в работах [10] и [11] показано, что загрязнение поверхности солнечных фотопанелей пылью, уменьшает выработку ими электроэнергии на 24–35 %, в зависимости от массы пыли, поочередно и равномерно оседавшей на единицу площади.

В работе [9] произведен обзор способов очистки солнечных фотопанелей ТСОГ от различного рода загрязнений и атмосферных осадков. Исходя из проведенного обзора и анализа вариантов очистки солнечных фотопанелей, а также в рамках проведения их технического обслуживания и содержания, приоритет отдан автономной системе подогрева (АСП) солнечных фотопанелей (СФ) с роботизированной системой очистки. АСП СФ будет эффективно справляться с оледенением и снежным покровом на поверхности СФ (солнечной батареи), а роботизированная система позволит эффективно осуществлять очистку от различного вида загрязнений (пыли, грязи, опавшей листвы, дождевых осадков и т. д.).

Конструктивно АСП СФ будет состоять из датчика температуры, датчика снега и льда, программируемого логического контроллера и нагревательного элемента (рисунок 2).

Принцип работы данной системы будет заключаться в автоматическом подогреве поверхности СФ (солнечной батареи) при ее оледенении и выпадении атмосферных осадков в виде дождя и снега при низких и отрицательных температурах. При выпадении атмосферных осадков и понижении температуры датчики будут это фиксировать и подавать сигнал на программируемый логический контроллер, который в свою очередь будет включать систему подогрева. Кроме этого

программируемый логический контроллер будет регулировать температуру нагревательного элемента в зависимости от интенсивности выпадения атмосферных осадков, что позволит осуществлять экономию электроэнергии, необходимую для электроснабжения и функционирования самой АСП СФ.

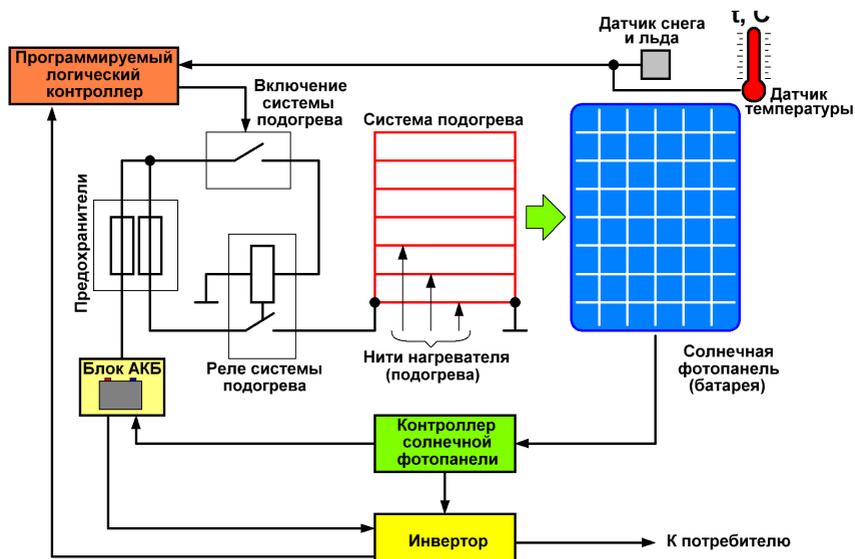


Рисунок 2 – Структурная схема АСП СФ

Заключение. В статье предложен проект АСП СФ, разработана и представлена ее структурная схема, произведено описание принципа ее работы и функционирования. Перспективным направлением внедрения и применения АСП СФ могут быть как АЭС ТСОГ, в частности АПТН, так и солнечные электростанции промышленного назначения. Применение АСП СФ в АЭС ТСОГ позволит в зимний период эксплуатации при низких и отрицательных температурах эффективно очищать поверхность СФ (солнечных батарей) от снега, инея, льда и дождевых осадков, что в свою очередь позволит увеличить энергоэффективность, производительность и бесперебойную работу ТСОГ. Также внедрение АСП СФ позволит сократить (уменьшить) отрыв личного состава органов пограничной службы на техническое обслуживание и содержание СФ (солнечных батарей), а именно очистку их поверхности от снега, особенно в периоды обильных снегопадов.

Вместе с тем АСП СФ должна быть конструктивно объединена с роботизированной системой очистки, которая сможет эффективно осуществлять очистку поверхности СФ (солнечной батареи) от различного вида загрязнений (пыли, грязи, опавшей листвы, дождевых осадков и т. д.). Недостатки АСП СФ и роботизированной системы очистки также будут связаны с монтажом и разработкой программного обеспечения для данных систем, что увеличит их стоимость и время ввода в эксплуатацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермак, А. А. Перспективные источники для автономных систем электроснабжения на базе возобновляемых источников / А. А. Ермак, А. В. Самородов, М. Л. Копелевич / Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8 (1). – С. 39–41.

2. Воробьева, И. Г. Альтернативная энергетика: зарубежный опыт и перспективы развития в России / И. Г. Воробьева / Экономические, экологические и социокультурные перспективы развития России, стран СНГ и ближнего зарубежья: материалы Международной научно-практической конференции. Часть 2 / Отв. ред. Э. П. Бугланова. – Новосибирск : НФ РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2014. – С. 206–211.

3. Свалова, В. Б. Альтернативная энергетика: проблемы и перспективы / В. Б. Свалова / Мониторинг. Наука и технологии. 2015. – № 3. – С. 82–97.

4. Теодорович, Н. И. Альтернативная энергетика: перспективы развития / Н. И. Теодорович, Г. Н. Исаева / Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2016 – Том 8, № 6.

5. О возобновляемых источниках энергии [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 27 декабря 2010 г., № 204-З. Режим доступа: https://kodeksyby.com/zakon_rb_o_vozobnovlyaemyh_istochnikah_energii.htm. Дата доступа: 25.10.2021.

6. Государственная программа «Энергосбережение» на 2016–2020 годы: утв. пост. Совета Министров Респ. Беларусь от 28 марта 2016 г. № 248: в ред. от 31.12.2019 № 972 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://energoeffekt.gov.by/programs/govporgram2016_2020/2016-2020. Дата доступа: 25.10.2021.

7. Мирончук, В. И. Повышение коэффициента полезного действия солнечных энергетических установок за счет локализации солнечной энергии / В. И. Мирончук, А. А. Вельченко // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2021. – Т. 64, № 1. – С. 15–26.

8. Сопот, В. Н. Опыт использования и перспективы применения возобновляемых источников энергии в армиях промышленно развитых зарубежных стран / В. Н. Сопот, В. Н. Селеменев, А. С. Исаков / Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург : НИИ ВА МТО им. генерала армии А. В. Хрулева, 2021. – Вып. № 1 (19). – С. 177–190.

9. Волошко, Д. А. Способы очистки солнечных фотопанелей технических средств охраны границы // Д. А. Волошко // Актуальные аспекты совершенствования пограничной безопасности : материалы Межд. науч.-практ. конф., Алматы, 24 сент. 2021 г. / Пограничная академия КНБ Республики Казахстан; редкол. : Р. М. Алтынбеков [и др.]. – Алматы : РГУ «ПА КНБ РК», 2021. – С. 450–454.

10. Bergin, M. H. Large Reductions in Solar Energy Production Due to Dust and Particulate Air Pollution / Mike H. Bergin, Chinmay Ghoroi, Deepa Dixit, James J. Schauer and Drew T. Shindell / Environmental Science and Technology Letters. 2017, 4. – С. 339–344.

11. Шогучкаров, С. К. Исследование влияния различных концентраций пыли на вольт-амперные характеристики фотоэлектрической батареи / С. К. Шогучкаров, Т. Р. Жамолов, А. М. Болиев / Universitas : Технические науки : электрон. научн. журн. – 2019. – № 4 (61).