

УДК 67.06

ПРИБОР МОНИТОРИНГА АЛЬБЕДО ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ДВУХСТОРОННЕЙ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ

ВАСИЛЕВИЧ ВЛАДИМИР ПАВЛОВИЧ,

к.т.н, профессор

ЗБЫШИНСКАЯ МАРИЯ ЕВГЕНЬЕВНА,

магистрант

УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Аннотация: в автономных системах энергообеспечения мобильных устройств различного назначения, работающих в условиях удаленности от действующих электросетей, возникает необходимость применения компактных и в тоже время достаточно мощных фотоэлектрических генераторов на солнечных батареях (СБ). В связи с этим большой интерес представляет использование СБ с двухсторонней светочувствительностью, обладающих повышенной на 20–30% вырабатываемой мощностью в условиях одинаковой освещенности, рисунок 1.

В то время, как прямая и рассеянная составляющие солнечного излучения поглощаются фронтальной стороной СБ, тыльная сторона двухсторонней СБ поглощает диффузный отраженный свет пропорционально альбедо естественной или искусственно созданной подстилающей поверхности [1 – 4].

Как видно из рисунка 1, такие солнечные батареи требуют специфических условий инсталляции и мониторинга отраженного солнечного излучения.

Ключевые слова: солнечная энергетика, двухсторонняя светочувствительность, пиранометр, отраженное солнечное излучение, измерение альбедо.

ALBEDO MONITORING DEVICE FOR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS WITH TWO-SIDED PHOTOSENSIVITY

Vasilevich Vladimir Pavlovich,
Zbyshinskaya Mariya Evgen'yevna

Annotation: in autonomous systems of power supply for mobile devices of various purposes operating in conditions of remoteness from operating electric networks, it becomes necessary to use compact and at the same time sufficiently powerful photovoltaic generators on solar batteries (SB). In this regard, of great interest is the use of satellites with two-sided photosensitivity, which have an increased by 20-30% of the output power in conditions of equal illumination, picture 1.

While the direct and scattered components of solar radiation are absorbed by the frontal side of the satellites, the back side of the two-sided saturation absorbs diffuse reflected light in proportion to the albedo of the natural or artificially created underlying surface [1 – k 4].

As can be seen from picture 1, such solar cells require specific conditions for the installation and monitoring of reflected solar radiation.

Key words: solar energy, two-sided photosensitivity, pyranometer, reflected solar radiation, albedo measurement.

Солнечная энергия достигает поверхности земли в виде направленного потока солнечного излучения. Такой поток солнечного излучения (солнечной радиации) является как прямым, так и рассеянным.



Рис. 1. Варианты инсталляции двухсторонних СБ фирмы Suno и увеличение годовой выработки электроэнергии при различной освещенности тыльной стороны СБ

Прямой солнечной радиацией называют радиацию, приходящую к земной поверхности непосредственно от Солнца. Несмотря на то, что солнечная радиация распространяется от Солнца по всем направлениям, к Земле она приходит в виде пучка параллельных лучей, исходящих как бы из бесконечности. Приток прямой солнечной радиации на земную поверхность или на любой уровень в атмосфере характеризуется энергетической освещенностью – количеством лучистой энергии, поступающей за единицу времени на единицу площади. Максимальный приток прямой солнечной радиации будет поступать на площадку, перпендикулярную солнечным лучам.

Проходя через атмосферу, прямая солнечная радиация испытывает рассеяние молекулами атмосферных газов и аэрозольных примесей. При рассеянии частица, находящаяся на пути распространения электромагнитной волны, непрерывно поглощает энергию и переизлучает ее по всем направлениям. В результате поток параллельных солнечных лучей, идущих в определенном направлении, переизлучается по всем направлениям. Рассеяние происходит на всех длинах волн электромагнитного излучения, но его интенсивность определяется соотношением размера рассеивающих частиц и длин волн падающего излучения.

Всю солнечную радиацию, приходящую к земной поверхности, называют суммарной солнечной радиацией. При поступлении на поверхность суммарная радиация частично поглощается в верхнем тонком слое почвы или воды и переходит в тепло, а частично отражается. Условия отражения солнечной радиации от земной поверхности характеризуются величиной альбедо, равной отношению отраженной радиации к приходящему потоку (к суммарной радиации). Теоретически значения альбедо могут меняться от 0 (абсолютно черная поверхность) до 1 (абсолютно белая поверхность).

Анализ материалов наблюдений показывают, что величины альбедо подстилающих поверхностей меняются в широких пределах, причем их изменения охватывают почти полностью возможный интервал значений отражательной способности различных поверхностей. Наибольшие значения альбедо наблюдаются для чистого и сухого снега (90-95%). Но так как снежный покров редко бывает совершенно чистым, то средние значения альбедо снега в большинстве случаев равны 70-80%. Для влажного и загрязненного снега эти значения еще ниже – 40-50%. При отсутствии снега наибольшие альбедо на поверхности суши свойственны некоторым пустынным районам, где поверхность покрыта

слоем кристаллических солей (дно высохших озер). В этих условиях альbedo имеет значение 50%. Немного меньше значения альbedo в песчаных пустынях. Альbedo влажной почвы меньше альbedo сухой почвы. Для влажных черноземов значения альbedo составляют предельно малые величин – 5%. Альbedo естественных поверхностей со сплошным растительным покровом изменяется в сравнительно небольших пределах от 10 до 20-25%. При этом альbedo леса (особенно хвойного) в большинстве случаев меньше, чем альbedo луговой растительности [5].

Пиранометр Янишевского используется на метеостанциях СНГ для измерения интенсивности суммарной и рассеянной солнечной радиации, а по их разности возможен расчет интенсивности прямой солнечной радиации. Действие прибора основано на измерении термоэлектрической электродвижущей силы, возникающей от разности нагрева термоэлементов, состоящих из двух зигзагообразно соединенных полосок манганина и константана. Периферийные спаи прикреплены к медному, затененному от прямых солнечных лучей, кольцу, а центральные спаи прикреплены к серебряному диску, он зачернен и подвергается воздействию прямой солнечной радиации. Возникающий в результате разности нагрева термопары ток пропорционален разности температур центральных и периферических спаев, которая пропорциональна потоку радиации.

Альбедометр Янишевского-Былова (походный альбедометр) создан для мониторинга солнечной радиации в полевых и экспедиционных условиях и функционирует по принципу, описанному для пиранометра Янишевского. Возможности прибора достаточно широки. С его помощью за счет возможности направления термобатареи в нужную сторону можно измерять все виды солнечного излучения [6].

Конструктивно термоэлектрический преобразователь, используемый в пиранометре Янишевского, имеет размеры 33,5х33,5мм, он содержит 48 последовательно соединенных термопар, образующимися спаями из константановых и манганиновых полос, толщиной 0,1мм и шириной 1мм, чувствительность пиранометра изменяется на 0,1% при изменении температуры окружающего воздуха на 1°C. Преобразователь отградуирован в кал/см² мин, в то время, как в солнечной энергетике для измерения потоков солнечной радиации используется размерность Вт/м², имеет очень высокую температурную инерционность (порядка 15 минут), требуемой для прогрева/охлаждения спаев термопар, что не соответствует современным требованиям международных стандартов в области солнечной энергетике, согласно которых время установления выходного сигнала пиранометра не должно превышать 60 секунд.

Более современной разработкой, пригодной для мониторинга солнечной радиации в солнечной энергетике, является пиранометр «Пеленг СФ-06», созданный на минском предприятии ОАО «Пеленг», рисунок 2.



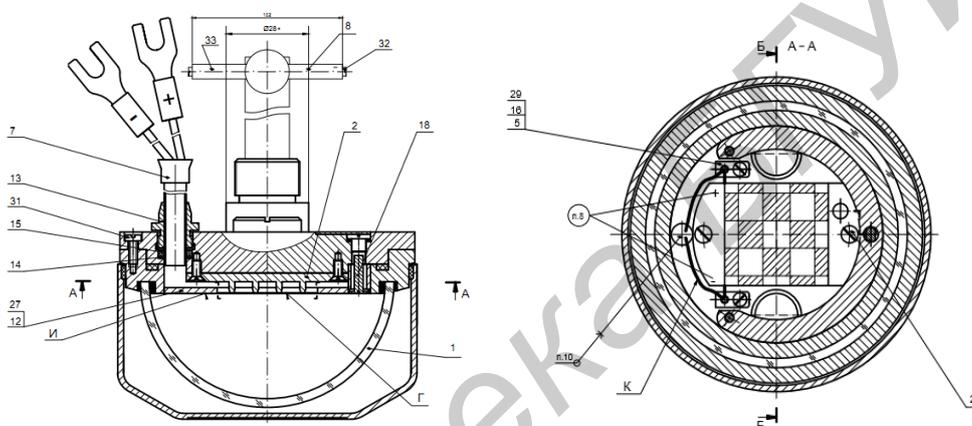
1 – табло; 2 – блок электронный; 3 – головка пиранометра

Рис. 2. Общий вид пиранометра «Пеленг СФ-06»

Пиранометр «Пеленг СФ-06» имеет следующие преимущества:

- градуировка измеряемого потока солнечного излучения приведена в соответствие с требованиями стандартов солнечной энергетики и метрологической системы СИ (кВт/м^2 вместо $\text{кал/см}^2 \text{ мин}$);
- уменьшением ширины и толщины термодатчиков на порядок снижена температурная инерционность измерителя (с 15 до 1 минут);
- увеличением количества последовательно соединенных термодатчиков с 48 до 64 повышено выходное напряжение преобразователя с 6 до 8 мВ.

Для использования пиранометра «Пеленг СФ-06» в мониторинге альбедо нами предложена следующая модификация его измерительной головки, рисунок 3. На головку пиранометра устанавливается карданный подвес (позиция 8) таким образом, что головка пиранометра оказывается обращенной строго вертикально вниз и приобретает возможность контроля солнечного излучения, отраженного от подстилающей поверхности. Электронный блок и система индикации пиранометра «Пеленг СФ-06» остаются без изменений.



1 – колпак; 2 – термобатарея в сборе; 5 – плата; 7 – кабель; 8 – подвес карданный; 12 – диафрагма; 13 – вывод; 14 – шайба; 15 – прокладка; 16 – прокладка; 18 – винт детальный; 27, 28, 29, 31, 32, 33 – винты стандартные.

Рис. 3. Главный вид и разрез А-А модифицированной измерительной головки пиранометра «Пеленг СФ-06»

Заключение: оснащение измерительной головки пиранометра «Пеленг СФ-06» карданным подвесом позволяет использовать данный прибор для мониторинга альбедо при инсталляции и эксплуатации фотоэлектрических систем с двухсторонней светочувствительностью.

Список литературы

1. Збышинская М.Е., Беляев А.В., Ермаков А.И., Василевич В.П. Повышение мощности солнечного элемента в условиях двустороннего освещения // Сборник IV международной научно-практической конференции «Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего». – Кемерово. – 2016. – Том II. – с.179-181.
2. Handbook Edited of Photovoltaic Science and Engineering by A.Luque and S.Hegedus, chapter 7 “Crystalline silicon solar cells and modules”. – John Wiley&Sons. – 2003. – p.294.
3. Andrés Cuevas. THE EARLY HISTORY OF BIFACIAL SOLAR CELL. – Faculty of Engineering and IT. – The Australian National University. – Canberra. – ACT 0200.
4. SANYO Energy (U.S.A.) Corp. All Rights Reserved. 9/1/2008).
5. Generation II Dual Aperture HPC Solar Modules. <http://www.prismsolar.com/?p=aperature/>
6. Studfiles. <http://studfiles.net/preview/5354086.html>.
7. Приборы для измерения и методы оценки лучистой энергии. http://studopedia.ru/1_63785_pribori-dlya-izmereniya-i-metodi-otsenki-luchistoy-energii.html.