

А.П. АНАНЬЕВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНЫХ ОПТОВОЛОКОННЫХ УСТРОЙСТВ В ПРОМЫШЛЕННОМ И ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Нагрузка на электрическую сеть и затраты на освещение гражданских и промышленных зданий год от года увеличиваются, поэтому исследования и изобретения, направленные на сокращение нагрузки и затрат, становятся с каждым годом все более актуальными. В представленной статье рассмотрены несколько вариантов патентов гибридных оптоволоконных осветительных устройств, предназначенных для освещения темных помещений естественным солнечным светом, применяемых, в том числе для освещения пространства под зданием, поднятым над землей на опорах, для обеспечения нормального роста растений, а также описаны их особенности и конструктивные различия. Приведены примеры и результаты внедрения самонаводящихся оптоволоконных осветительных устройств в ряд государственных университетов в Сан-Диего, Лас-Вегасе, городах штата Калифорния, супермаркетах 73-store и WalMart, согласно которым при освещении пространства солнечным светом в зданиях, сертифицированных по LEED, производительность работников может повыситься на 18%, показатели розничных продаж – на 15-40%, производительность и скорость обучения у студентов – на 5-14% и 20-26% соответственно. Сделаны выводы о перспективах внедрения данных устройств в промышленном и гражданском строительстве.

Гибридное оптоволоконное устройство, светодиод, оптоволоконный, полезная модель, солнечная энергия, электрическая энергия.

Введение. По данным министерства энергетики России, фактическое потребление электроэнергии в Российской Федерации в 2016 г. составило 1054,5 млрд кВт·ч, что выше факта 2015 г. на 1,7%. При этом на освещение в среднем расходуется 20% потребляемой электроэнергии [1]. Данные цифры заставляют ученых со всего мира искать альтернативу, способную уменьшить затраты на освещение. Безусловно, можно аккумулировать солнечную энергию, преобразуя ее с помощью солнечных батарей в электричество, а полученную электрическую энергию использовать для освещения помещений с помощью электроосветительных приборов. Однако неизбежно будут возникать большие потери из-за двойного преобразования энергии. Так как солнечные батареи имеют низкий КПД, у выпускаемых на заводе панелей из монокристаллического кремния значения достигнутого КПД составляют 17-20%, а из поликристаллического и аморфного кремния – менее 10%. Если полученную электроэнергию далее направить на питание ламп накаливания, КПД которых составляет менее 10%, то на освещение останется 1-2% входной мощности. При этом

спектр излучения электроосветительных приборов не является полной копией солнечного спектра, а большая часть энергии преобразуется в тепло, что в свою очередь значительно перегружает климатическое оборудование и тем самым увеличивает потребление электроэнергии. Использование линзовых концентраторов позволяет снизить стоимость единицы установленной электрической мощности фотоэлектрических преобразователей в 2-3 раза [2].

Материалы и методы. В рамках данной статьи рассмотрим несколько подобных гибридных оптоволоконных устройств, предназначенных для освещения темных помещений естественным солнечным светом, применяемых, в том числе для освещения пространства под зданием, поднятым над землей на опорах, для обеспечения нормального роста растений. Известна конструкция солнечного самонаводящего оптоволоконного осветительного устройства [3].

Устройство включает фокусирующий блок, состоящий из корпуса, эллипсоидной фокусирующей линзы и двух фокусирующих: большого и малого зеркал. Линза и зеркала сужают солнечный световой по-

ток и направляют его на входной расширяющийся в виде фокона торец оптоволоконного кабеля в течение всего светового дня. Оптоволоконный кабель специальной конструкции, входной торец которого выполнен в виде фокона, сужает световой поток и осуществляет наведение коллектора на солнце. Входной гибкий фокон имеет специальный внешний сегментный слой, выполненный из тонированного материала с большим коэффициентом температурного расширения. Такая конструкция фокона позволяет ему, изгибаясь подобно биметаллической пластине, направлять фокусирующий блок (коллектор) на солнце [3]. Недостатком этого технического решения является невозможность использования устройства при малой освещенности солнечным светом или в отсутствие освещенности.

Данная задача решается в устройстве для естественного освещения помещений [4]. Устройство снабжено узлом фотоэлектрического преобразования, где солнечная энергия преобразуется в электрическую и накапливается в узле аккумуляции, а при отсутствии или недостатке естественного солнечного света, накопленная энергия по электрическому кабелю передается к светодиодной лампе. Конструктивная особенность устройства для естественного освещения помещений [4] заключается в том, что фокусирующий блок устройства состоит из эллипсоидной фокусирующей линзы (1), корпуса (2), фокусирующих зеркал: большого (3) и малого (4). Блок закреплен на входном фоконе (5), расширяющемся конце оптоволоконного кабеля (6). Оптоволоконный кабель смонтирован на крыше или южной стороне дома с помощью крепежного устройства (7). Другой конец оптоволоконного кабеля соединен с рассеивающей линзой (8), которая установлена в освещаемом помещении. Внешняя оболочка фокона выполнена из тонированного материала с высоким коэффициентом температурного расширения в виде отдельных сегментов (9). Сегменты изолированы друг от друга термоизоляционными светоотражательными перегородками (10). Перегородки препятствуют нагреву от светового пятна (11), неосвещенных сегментов и прозрачной светопроводящей сердцевины (12) фокона. Световое пятно по форме и размеру совпадает с входным торцом прозрачной

светопроводящей сердцевины (12) фокона. Устройство оснащено узлом фотоэлектрического преобразования (13), связанного по электрическому кабелю (14) с узлом аккумуляции (15), который через электрический кабель соединен со светодиодной лампой (16) [4].

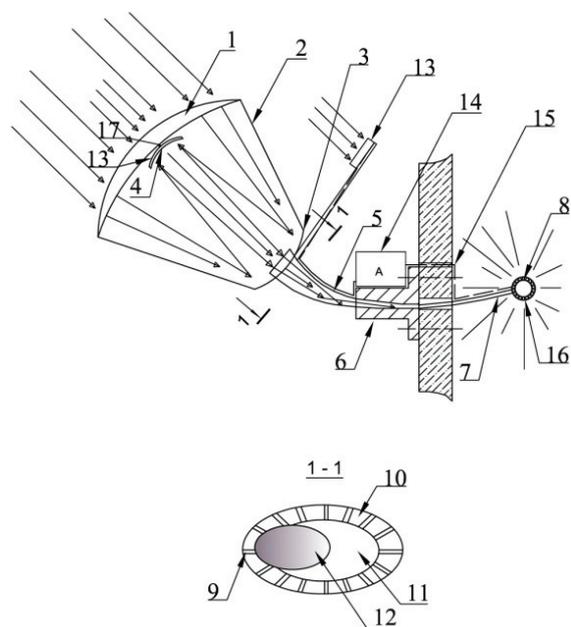


Рис. Устройство для естественного освещения помещений

Сфокусированный линзой и зеркалами поток света попадает во входной торец фокона. Если фокусирующий блок не направлен на солнце, то световое пятно расположено не по центру фокона. При этом несимметричный световой поток инфракрасного (ИК) диапазона нагревает сегменты из тонированного материала с высоким коэффициентом температурного расширения, пропускающего инфракрасное излучение. Освещаемые сегменты, нагреваясь удлиняются, изгибая фокон в сторону солнца, пока световое пятно не окажется в центре торца. Световой поток видимого спектра проходит через прозрачную светопроводящую сердцевину фокона, сужаясь до размеров оптоволоконного кабеля, проходит через него, попадает в рассеивающую линзу и, равномерно распределяясь, освещает темное помещение. Таким образом, «холодный» солнечный свет видимого диапазона транспортируется в темное помещение. Фокон изгибается под действием температуры, подобно биметаллической пластине, и постоянно направляет фокусирующее устройство на солнце аналогично подсолнуху, который в течение

дня изменяет свою ориентацию, поворачиваясь к солнцу. При этом направление солнечных лучей всегда совпадает с осью входной части фокона. Входной торец фокона всегда расположен перпендикулярно солнечным лучам, поэтому практически вся световая энергия проникает в фокон, а не отражается от него. В течение дня устройство преобразует с помощью фотоэлектрического преобразования солнечную энергию в электрическую, накапливает ее в узле аккумуляирования, а при отсутствии или недостатке естественного солнечного света передает накопленную энергию по электрическому кабелю к светодиодной лампе.

Примеры и результаты внедрения. Уже сейчас подобные гибридные оптоволоконные системы установлены в государственных университетах в Сан-Диего, Лас-Вегасе, городах штата Калифорния, в ряде супермаркетов *73-store* и *WalMart*. Согласно докладу о проведенных исследованиях всемирного совета по экологическому строительству от 2013 года, при освещении пространства солнечным светом в зданиях, сертифицированных по *LEED* (англ. *Leadership in Energy and Environmental Design, LEED*), производительность работников повышается на 18%, что в свою очередь положительно влияет на финансовые показатели и увеличивает привлекательность компании в качестве работодателя. Также способно увеличить показатели розничных продаж на 15-40%, обеспечить повышение производительности на 5-14% и скорости обучения на 20-26% у студентов [5].

Выводы

Применение гибридных оптоволоконных устройств в промышленном и гражданском строительстве позволит значительно снизить нагрузку на электрическую сеть и затраты на освещение. Кроме того, при правильном использовании устройство способно значительно увеличить показатели работоспособности, что в дальнейшем будет способствовать росту экономических показателей. Таким образом, подводя итог данной работы можно

говорить о том, что в ближайшем будущем гибридные оптоволоконные устройства станут более доступными и востребованными.

Библиографический список

1. Отчет министерства энергетики РФ. Основные показатели. Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1161>
2. Самохвалов С., к.т.н., МАМИ, НПП «Свет», О. Горбачев, к.т.н., Ассоциация «ЕВРОКАБЕЛЬ»; А. Клименко, ОАО «КФО «КОСФО» Применение оптоволоконных технологий для осветительных устройств Фотоника, волоконно-оптические технологии № 6/54/2015/ Режим доступа: http://www.photonics.su/files/article_pdf/4/article_4988_616.pdf
3. Солнечное самонаводящееся оптоволоконное осветительное устройство: пат. 2468288 Российская Федерация, МПК6 F 21S11/00 / Самохвалов С.Я., Берикашвили В.Ш., Воробьев С.А.; заявитель и патентообладатель Самохвалов С.Я. № 2011120709; заявл. 24.05.2011; опубл. 27.11.2012, Бюл. № 33
4. Устройство для естественного освещения помещений: Пат. 172186 Российская Федерация, МПК6. F21S11/00 /Ананьев А.П.; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, № 2016122636, заявл.08.06.2016; опубл. 30.06.2017, Бюл.№ 19.
5. World Green Building Council report "The Business Case for Green Building: A Review of the Costs and Benefits for Developers, Investors and Occupants", Wednesday 06th March 2013, Режим доступа: http://www.worldgbc.org/sites/default/files/Business_Case_For_Green_Building_Report_WEB_2013-04-11-2.pdf

Материал поступил в редакцию 22.02.2018

Сведения об авторах

Ананьев Александр Павлович, аспирант кафедры «Инженерные конструкции» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, ул. Б. Академическая, д. 44; e-mail: smiletrader@mail.ru

A.P. ANANJEV

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

PROSPECTS OF USING HYBRID FIBER-OPTIC DEVICES IN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

The load on the electrical network and lighting costs of civil and industrial buildings from year to year increase, so research and inventions aimed at reducing the load and costs become more relevant every year. The paper presents several patents variants of the hybrid fiber optic lighting devices designed for lighting dark spaces by a natural sunlight, used including, for lighting the area under the building, raised above the ground on supports to ensure the normal growth of plants and their characteristics and structural differences are also described. Examples and results of introduction of self-guided fiber optic lighting devices in a number of state universities in San Diego, Las Vegas, towns in California, supermarkets of 73-store and WalMart according to which under the space lighting with a sunlight in the buildings certified according to LEED, the productivity of workers can be increased by 18%, retail sales by 15-40%, capacity and speed of learning by students by 5-14% and 20-26% respectively. The conclusions are drawn about the prospects of implementation of these devices in industrial and civil construction.

Hybrid fiber optic device, light-emitting diode, fiber optic, useful model, solar energy, electrical energy.

References

1. Otchet ministerstva energetiki RF. Osnovnie pokazateli. Regim dostupa: <https://minenergo.gov.ru/node/1161>

2. S. Samohvalov, k.t.n., MAMI, NPP “Svet”, O. Gorbachev, k.t.n., Assotciatcia “EVROCABEL”; A. Klimenko, OAO “KFO “KOSFO” Primemenie optovolokonnykh tehnologiy dlia osvetitelnyh ustroystv. Fotonika, volokonno-opticheskie tehnologii. № 6/54/2015/ Regim dostupa: http://www.photonics.su/files/article_pdf/4/article_4988_616.pdf

3. Solnechnoe samonavodyashcheesya optovolokonnoe osvetiteljnoe ustrojstvo: pat. 246288 Rossijskaya Federatsiya, MPKF6 F 21S11/00 / Samokhvalov S.Ya., Berikashvili V. Sh., Vorobey S.A.; zayavit. i patentoobladatel Samokhvalov S.Ya. No. 2011120709; zayavl. 24.05.2011; opubl. 27.11.2012, Bul. № 33.

4. Ustrojstvo dlya estestvennogo osveshcheniya pomeshchenij: Pat. 172186 Rossijskaya Federatsiya, MPK6 F21S 11/00/Ananjev

A. P.; zayavit. i patentoobladatel: FGBOU VO RGAU-MSHA imeni K.A. Timiryazeva № 2016122636, zayavl.08.06.2016; opubl. 30.06.2017, Bul. № 19.

5. World Green Building Council report “The Business Case for Green Building: A Review of the Costs and Benefits for Developers, Investors and Occupants”, Wednesday 06th March 2013, Regim dostupa: http://www.worldgbc.org/sites/default/files/Business_Case_For_Green_Building_Report_WEB_2013-04-11-2.pdf

The material was received at the editorial office
22.02.2018

Information about the authors

Ananjev Aleksandr Pavlovich, post graduate student, the chair of “Engineering structures”, 127550, Moscow, Bolshaya Akademicheskaya St., 44 k3, corpus No 29 e-mail: smiletrader@mail.ru