

Разработка оптической системы для дополнительного освещения помещений солнечным светом

И.М. Гуреева¹, В.В. Давыдов^{1,2}, В.Ю. Рудь^{2,3}

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Политехническая 29, Санкт-Петербург, Россия, 195251

²Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Институтский пр. 5, Большие Вяземы, Россия, 143050

³ФТИ А.Ф. Иоффе, Политехническая 26, Санкт-Петербург, Россия, 194021

Аннотация

Обоснована необходимость использования в комнате света, спектральный состав которого соответствует спектру солнца, для комфортного состояния человека. Предложена пассивная система, которая не потребляет энергии. Проведен анализ источников естественного света по их спектральному составу. Установлено, что полный спектр солнечного излучения содержится в лампах накаливания, которые недолговечны и небезопасны при больших мощностях. Выяснено, что наиболее безопасным решением проблемы является использование дополнительного солнечного света. Разработана оптическая система для передачи солнечного света с крыши здания в жилые и подсобные помещения по световодам. Проведено экспериментальное исследование работы системы.

Ключевые слова

Солнечный свет, спектр, призма, световод, собирающие и рассеивающие линзы, освещённость

1. Введение

Работоспособность человека, его самочувствие, внимание, настроение, а также интерес к научной и другой деятельности зависит от многих факторов. Один из которых – это уровень освещённости и качество световой волны. Многочисленные исследования ученых [1, 2] показали, что наиболее благоприятное воздействие на зрение и психику оказывает солнечный свет. Потому разработчики различных источников света стремятся в световом потоке воспроизвести спектр солнечного света.

С увеличением стоимости электрической энергии производство большинства источников света идет в сторону уменьшения энергопотребления, увеличения ресурса его работы, а также соблюдение жестких мер по безопасности эксплуатации. Спектральной составляющей в излучаемом свете от источника уделяется менее значительное внимание, так как реализация полного спектра солнца крайне затратные технологии. Проведенные нами исследования показали, что почти все выпускаемые в настоящее время светодиодные лампы имеют усеченный спектр солнечного света, особенно при длительном сроке эксплуатации. В настоящее время из выпускаемых источников света полностью отражает спектр солнца два источника. Традиционная лампа накаливания, которая имеет ряд недостатков, связанных с невысоким сроком эксплуатации и возможностью взрыва стеклянной колбы при перегорании спирали. Лампа, состоящая из комбинации светодиодов различных длин волн, которые излучают с различной мощностью (соответствующей солнечному спектру). Недостаток этой лампы высокая цена и выход из строя некоторых светодиодов при бросках напряжения в сети. Спектр света искажается.

Поэтому поиск других решений, связанных с возможностью использования солнечного света, особенно в жилых помещениях, крайне актуален в настоящее время.

2. Оптическая система для передачи солнечного света

В данной работе рассмотрено одно из возможных решений - конструкция системы дополнительного естественного освещения для жилых и рабочих (офисных) помещений, а также как основного для помещений, где использование электричества, например, при включении может вызвать сложно предсказуемые последствия. Также его можно эффективно использовать в дневное время, например, в длинных тоннелях, в коридорах, ангарах без окон и т. д. Особый интерес будет представлять ситуация, когда Солнце светит очень низко над горизонтом, например, районы крайнего Севера или зимнее время, и солнечный свет не попадает в окна нижних этажей. В помещении темно, надо включать лампы, а на улице день. В данных ситуациях проблемы можно решить с использованием разработанной нами оптической системы (рис. 1), для работы которой не требуется электрическая энергия.

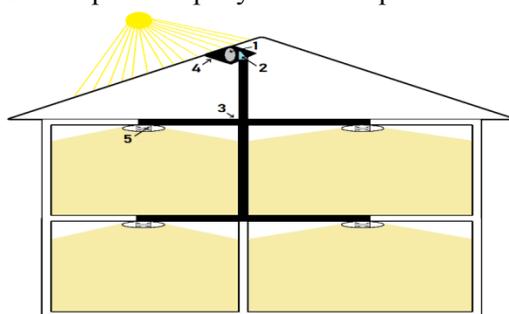


Рисунок 1. Оптическая система для передачи солнечного света в помещения здания: 1 – собирающая линза; 2 – поворотная призма; 3 – система кварцевых световодов с ответвителями; 4 – прозрачная защитная панель; 5 – рассеивающая линза

Особенностью разработанной конструкции оптической системы является наличие поворотной призмы. Её использование позволяет исключить дополнительные потери света при отражениях на изгибах световода при передаче его от собирающей линзы к вертикальный световод (рис. 1). Кроме того, использование таких призм позволяет пересмотреть систему размещения сбора солнечного излучения на крыше. Крыша делается в виде четырех треугольников, соединяющихся на вершине. На каждой части крыши размещается приемная часть оптической системы для сбора солнечного света. Это позволяет более эффективно использовать разработанную систему освещения весь световой день. Использование призм позволило разместить устройство, собирающее свет (защитная панель и собирающая линза) на крыше без выступов для того, чтобы избежать накопления мусора и не изменять внешний облик здания.

3. Заключение

Проведенные эксперименты показали эффективность использования таких систем, как с экономической, так и биологической точки зрения. Необходимо отметить, что в случае отключения домов от сетевого напряжения, данная система будет работать. Освещенность помещения в ряде случаев увеличивается в несколько раз.

4. Литература

- [1] Münch, M. The role of daylight for humans: gaps in current knowledge / M. Münch, A. Wirz-Justice, S.A. Brown, T. Kantermann, K. Martiny, O. Stefani, C. Vetter, K.P. Wright Jr, K. Wulff, D.J. Skene // *Clocks & Sleep*. – 2020. – Vol. 2(1). – P. 61-85.
- [2] McCloughan, C.L. B. The impact of lighting on mood / C.L.B. McCloughan, P.A. Aspinall, R.S. Webb // *International Journal of Lighting Research and Technology*. – 1999. – Vol. 31(3). – P. 81-88.