

УДК 621.3

## ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

Русак Д.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Козловская В.Б.

Проблема эффективного использования солнечного света – естественного источника энергии – для освещения центральной части зданий глубокого заложения, бесфонарных сооружений и зданий без естественного света является одной из важнейших в современной технике освещения и её успешное решение весьма существенно для реализации программы энергосбережения. Решением данной проблемы является создание эффективных систем совместного искусственного и естественного освещения. При использовании светопроемов не всегда можно достичь требуемого уровня и качества освещенности, также вследствие недостаточной теплоизоляции присутствуют тепловые потери. В отличие от систем с искусственным освещением системы интегрального освещения позволяют получать естественный свет и все связанные с этим преимущества. Введение естественного света в помещение позволяет осуществить связь человека с окружающей средой. Известно, люди, довольные своим окружением, легче настраиваются на выполнение рабочих задач, они меньше отвлекаются и производительность их труда выше. С помощью световодов можно более эффективно использовать солнечный, а также транспортировать и распределять искусственный свет.

В данной работе показана система комбинированного освещения на примере проекта Heliobus. Рассмотрена конструкция, принцип действия, материалы для изготовления осветительной установки. Произведена оценка реализованной системы освещения.

Перед разработчиками стояла задача освещения солнечным и искусственным светом рекреационной зоны, которая располагается на каждом из четырех этажей (три надземных и один заглубленный). Изначально для введения солнечного света на крыше здания был предусмотрен световой колодец размером 1,25x1,25 м и световой фонарь на крыше. Каждая рекреация 5x5 м была освещена 8 лампами накаливания мощностью 75 Вт. При значительном электропотреблении (установленная мощность 2,4 кВт) освещенность была на очень низком уровне 10 – 18 лк. Разработчикам необходимо было без кардинальной реконструкции здания, крупных капиталовложений, без прерывания учебного процесса создать совмещенную систему освещения, обеспечивающую нормативную освещенность и имеющую улучшенные эстетические свойства. Поскольку не требовалось создание высокого уровня освещенности и особой равномерности освещения, конструкция приемного устройства упрощалась.

Конструкция светоприемного устройства выглядит следующим образом. Зеркало приемника и световод выполнены из двух пересекающихся цилиндров с равными диаметрами. Зеркало приемника образовано частью боковой поверхности наклонного цилиндра, ограниченного двумя взаимно перпендикулярными плоскостями. Внутренняя поверхность приемника обращена к югу, а ось наклонного цилиндра, образующего эту поверхность, ориентирована на Солнце в полдень дня летнего солнцестояния, т.е. отклонена к югу на угол по вертикали  $\alpha_0 = 24^\circ$ , учитывая широту местности  $47,5^\circ$ . Такое расположение приемной поверхности позволяет солнечным лучам в момент наивысшей высоты Солнца проникать в световод не касаясь зеркала, а по мере удаления от дня летнего солнцестояния Солнце будет находиться ниже, и всё больший поток будет перехватываться зеркальным отражателем, и направляться в световод. Данный эффект будет наблюдаться вплоть до угла наклона солнечных лучей от вертикали на угол  $\alpha_0 = 48^\circ$ , что соответствует дням равноденствия, отраженные лучи будут направлены вертикально вниз. Стоит отметить, что перехват солнечного света по сравнению с днем летнего солнцестояния будет достигать 80%. После будет происходить снижение роста перехвата потока, а затем и спад. Так как часть отраженных лучей не будет попадать в световод. Стоит отметить, прозрачный защитный

экран, расположенный вертикально будет защищать оптическую поверхность от загрязнения и отводить пыль и грязь.

Между приемным устройством и световодом использовался переходной элемент, который позволил: разместить в себе источники искусственного света, согласовать размеры приемника и входной торец световода, осветить рекреацию верхнего этажа.

В качестве транспортирующего и светораспределяющего элемента системы был выбран призматический световод, работа которого основана на явлении полного внутреннего отражения. Для создания более равномерного светового потока в рекреации первого и второго этажей использовался объемный цилиндрический экстрактор диаметром 200 и 100 мм соответственно. Для уменьшения потерь торцы экстрактора выполнены полыми, а внутренняя поверхность также покрыта микропризматической пленкой. Экстрактор – устройство позволяющее нарушать условие полного внутреннего отражения и способствует выходу солнечных лучей из канала световода.

Принцип работы установки следующий: лучи солнечного света, перехваченные светоприемным устройством направляются через переходное устройство (непосредственно и с помощью зеркально отражающих поверхностей) во входной торец вертикального полого световода, в который, при недостаточном естественном освещении, направляется также излучение искусственных источников. Свет солнца и искусственных источников распространяется внутри и вдоль световода (по отдельности и одновременно), испытывая полное внутреннее отражение. При попадании лучей на экстрактор, они рассеиваются и переотражаются на стенки световода. Для большинства таких лучей условия полного внутреннего отражения нарушаются и они, после преломления на стенках световода выходят наружу в освещаемые помещения на разных этажах здания.

Оценка реализованной системы совмещенного освещения:

- Качественные и количественные характеристики полученной осветительной установки удовлетворяют предъявляемым требованиям при различных режимах работы, как при солнечном освещении, так и совместном использовании солнечного света и работе одной из ламп (в предвечернее время), так и при только искусственном освещении.
- Установка отличается простотой и надежностью конструкции, относительно дешева.
- Потребление электроэнергии резко снижено (установленная мощность уменьшена в 2 раза), а потребление электроэнергии должно снизиться более значительно, благодаря сокращению времени работы искусственного освещения.
- Протяженность электрической сети сведена к минимуму.
- Эксплуатационные расходы также минимальны и определяются только необходимостью замены ламп один раз в 5 - 6 лет (срок службы металлогалогенных ламп 15 тыс. часов при наработке в год 2,5 - 3 тыс. часов).

#### Литература

Айзенберг Ю.Б. Система совмещенного освещения школьного здания солнечным и искусственным светом на основе полых световодов//Светотехника. – 1996. – №8. – С. 8-18.