

УДК 613. 645

## **ПОТЕРИ СВЕТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕЛИОСТАТА В ЕСТЕСТВЕННОМ ОСВЕЩЕНИИ**

**КАНД. ТЕХН. НАУК, ДОЦ. БАРАТОВ Л. Г., СТУД.  
МИЛОШЕНКО Ю. А.  
СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ)**

*Естественное освещение одно из важнейших условий ощущения комфорта, осветительные установки с использованием гелиостатов направляют поток света под углом к световому проему, при этом часть его отражается от оконного стекла и не проникает в помещение. По формулам Френеля установлены зависимость коэффициента отражения от угла падения для оконного стекла и максимальный приемлемый угол падения. Предложено, площадь отражающей поверхности гелиостата определять с учетом коэффициента потерь на отражение при заданном угле падения.*

В современном мире все большую актуальность приобретают вопросы обеспечения комфортных условий труда. Значения параметров, характеризующих условия жизнедеятельности, приводятся в нормативных документах и системе стандартов безопасности труда. Одним из важнейших условий, влияющих на ощущение комфорта, является освещение.

Установлено, что свет, помимо обеспечения зрительного восприятия, воздействует на нервную оптико-вегетативную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма и влияет на многие основные процессы жизнедеятельности, регулируя обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Сравнительная оценка естественного и искусственного освещения по его влиянию на работоспособность показывает преимущество естественного света [1].

В многоэтажных зданиях естественное освещение организуется через световые проемы в боковых стенах, при этом обеспечить нормативное значение коэффициента естественного освещения (КЕО) зачастую не удается, особенно в тех случаях,

когда световые проемы ориентированы так, что прямые солнечные лучи не проникают в них.

Один из способов повышения освещенности в помещении естественным светом – это применение световодов. На одном торце световода устанавливается собирающая линза, а на выходе – рассеивающая, таким образом получается точечный источник естественного света в помещении.

Более равномерное освещение можно получить, используя полые световоды. Полые световоды – это пустотелые протяженные осветительные устройства, как правило, цилиндрической формы с внутренней отражающей свет поверхностью. Световой поток от одного или группы источников света вводится в них с помощью специальных оптических систем – вводных устройств (ВУ). Попав в прозрачный торец протяженного канала, свет за счет многократных отражений перераспределяется вдоль него и, рассеиваясь, выходит через поверхность световода в освещаемое пространство по всей длине канала. В этом их принципиальное отличие от широко известных волоконных и других сплошных торцевых световодов [2].

Применение гелиостатов, отражающих свет в строго определенном направлении, в сочетании со световодами позволяет направлять в здание не только искусственный, но и естественный солнечный свет. Величина светового потока поступающего в помещение зависит от площади ВУ и поверхностной плотности светового потока на торце световода. Если габариты такой осветительной установки в производственных помещениях вполне допустимы, то для жилых помещений это неприемлемо, поскольку полые световоды, например диаметром порядка 150 мм, придется размещать по поверхности потолка, что, на наш взгляд, не очень эстетично, да и вряд ли оправдано.

В жилых зданиях можно ограничиться световым потоком, направляемым гелиостатом в световой проем. При той же площади светового проема КЕО в помещении будет увеличен. Чтобы исключить слепящее действие и равномерно распределить поток в помещении, свет следует направлять снизу вверх окна,

попадая на поверхность потолка свет, будет рассеиваться, увеличивая освещенность.

При направлении светового потока под углом к остеклению необходимо рассмотреть потери света, связанные с отражением части энергии при падении света на границу «воздух – стекло» и при переходе света из стекла в воздух помещения.

Направленный под углом к световому проему поток света частично отражается от оконного стекла и не проникает в помещение, что уменьшает величину освещенности в помещении. Формулы Френеля позволяют определить отношение амплитуды отраженной световой волны, возникающей при прохождении света через границу раздела двух прозрачных диэлектриков, к соответствующим характеристикам падающей волны. Если падающий свет естественный, то полный коэффициент отражения описывает выражение [3]:

$$R = \frac{1}{2}(R_s + R_p), \quad (1)$$

где  $R_s$  – коэффициент отражения потока энергии  $s$ -компоненты падающей волны;

$$R_s = \left( -\frac{\sin(\varphi - \theta)}{\sin(\varphi + \theta)} \right)^2, \quad (2)$$

$R_p$  – коэффициент отражения потока энергии  $p$ -компоненты падающей волны.

$$R_p = \left( \frac{\operatorname{tg}(\varphi - \theta)}{\operatorname{tg}(\varphi + \theta)} \right)^2, \quad (3)$$

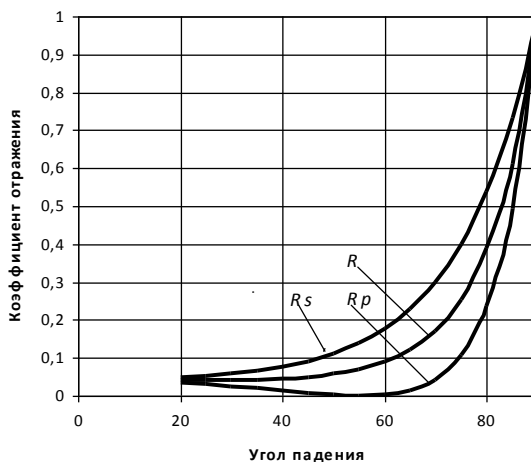
где  $\varphi$  и  $\theta$  – углы падения и преломления соответственно.

При отражении от оптически более плотной среды, каковым является оконное стекло, компонента  $R_s$  постоянно возрастает с увеличением угла падения, а компонента  $R_p$  вначале убывает, обращаясь в нуль при угле Брюстера ( $\varphi_B$ ) в данных условиях  $\varphi_B = 57^\circ$  (рисунок).

Общий коэффициент отражения медленно возрастает с ростом  $\varphi$  до  $\varphi_B$  после чего начинается более интенсивный рост, связанный с возобновлением отражения  $s$ -компоненты.

При переходе потока света из стекла в воздух помещения происходит переход из оптически более плотной среды (стекло) в оптически менее плотную (воздух) среду, и здесь тоже происходят потери, связанные с отражением. Наиболее существенные потери происходят вблизи критического угла падения, для границы «стекло – воздух»  $\varphi_{кр} = 41,8^{\circ}$ , при  $\varphi \geq \varphi_{кр}$  происходит полное отражение энергии света. Если угол падения даже незначительно меньше (например, на  $1^{\circ}$ )  $\varphi_{кр}$ , значения коэффициентов значительно снижаются.

Для прозрачных диэлектриков, даже при нормальном угле падения естественного света, коэффициент отражения составляет 8%. По мере увеличения угла падения коэффициент отражения возрастает и достигает 100% при  $\varphi = 90^{\circ}$ .



Зависимость коэффициентов отражения от угла падения для стекла с показателем преломления  $n = 1,52$   $R_s$  – коэффициент отражения потока энергии  $s$ -компоненты падающей волны;  $R_p$  – коэффициент отражения потока энергии  $p$ -компоненты падающей волны;  $R$  – полный коэффициент отражения.

Таким образом, наиболее эффективного использования светового потока гелиостата можно добиться если обеспечить

угол падения на оконное стекло, не превышающий  $\varphi_B = 57^\circ$ , и не допускать угол преломления, равный критическому  $\varphi_{кр} = 41,81^\circ$ .

Угол Брюстера можно считать максимальным приемлемым углом падения при направлении светового потока от гелиостата на объект.

При расчете площади отражателя, подающего необходимый световой поток в помещение, следует учитывать потери света, связанные с отражением. Площадь отражающей поверхности гелиостата должна быть определена с учетом коэффициента потерь:

$$R_n = R + r, \quad (4)$$

где  $R$  – полный коэффициент отражения светового потока на границе «воздух – стекло»;

$r$  – полный коэффициент отражения светового потока обусловленный переходом на границе «стекло – воздух»;

Коэффициенты отражения  $R$  и  $r$  вычисляются по зависимостям (1–3) для заданного угла падения при известном показателе преломления освещаемой поверхности.

Использование гелиостатов, отражающий элемент которых рассчитан с учетом коэффициента потерь, позволит улучшить условия труда на производстве и проживания в селитебных зонах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Белянина А. В.* Влияние освещенности на физиологическое состояние организма человека. 2010. <http://www.12sanepid.ru>
2. *Айзенберг Ю.* Полые световоды, или свет по трубам // Жур. «Иллюминатор» № 4(6)-5(7), 2003. <http://www.illuminator.ru>
3. *Золотарёв В. М.* Отражение света. [http://www.femto.com.ua/articles/part\\_2/2706.html](http://www.femto.com.ua/articles/part_2/2706.html).