

## Однородные потоки энергии при действии точечных и протяженных плоских излучателей

Задачи создания, контроля и управления потоками лучистой энергии актуальны для различных областей науки и техники. К ним можно отнести воздействие изучением на сферические, плоские поверхности с обеспечением равномерного заполнения входных щелей и сенсоров оптических приборов, освещение бытовых и производственных помещений, их рациональный обогрев, в том числе и инфракрасными излучателями. К перечисленному можно

добавить создание высокотемпературных камер реакторов для синтеза многокомпонентных химических соединений методом кристаллизации из жидкой либо газовой фазы [1–3]. Для освещения сферических либо плоских поверхностей можно применять точечные или протяженные источники. Последние более технологичны, поскольку позволяют снизить локальные уровни плотности испускаемой мощности и обеспечить равномерность освещения.

В сообщении представлены результаты сопоставления процессов формирования пространственного однородного светового поля точечными и протяженными плоскими изотропными источниками. Для анализа использованы традиционные подходы по расчету параметров энергетических потоков в приближении законов геометрической оптики, когда точечный источник либо локальный элемент протяженного источника формируют потоки энергии излучения независимо друг от друга и результирующее действие определяется по принципу суперпозиции вкладов отдельных излучающих элементов.

Следует отметить, что проблема создания светового потока высокой однородности в конечной области достаточно нетривиальна, если требуется обеспечить высокие требования по экономичности, применительно к массовому использованию. Если экспонируемая поверхность является сферой или ее частью, то источник должен иметь такую же симметрию. При одностороннем действии полусферического источника освещенность вдоль оси симметрии даже на сфере будет выше, чем освещенность вдоль перпендикулярного направления, и для их уравнивания потребуется уменьшать радиус источника к точке.

Для плоских облучаемых поверхностей сферический (точечный) источник также позволяет создать равномерность освещения в том смысле, что на больших расстояниях, как известно, формируется плоский волновой фронт. Но из соображений сохранения энергии, интенсивность излучения будет незначительна, обозначая этим неприемлемость такой схемы для практики. В подтверждение сказанному на рисунке 1 отображены несколько характерных зависимостей освещенности по плоскому кругу точечным излучателем для нескольких расстояний.

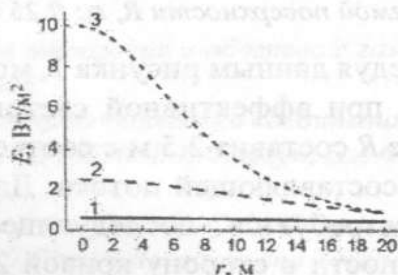


Рисунок 1 – Освещенность в пределах плоского круглого участка от точечного источника с силой света 100 кд при расстояниях  $h$ , м: 40 (1), 20 (2), 10 (3)

Из рисунка 1 следует, что световой поток с приемлемой степенью однородности существенно ослабляется с увеличением экспонируемой площади. С примеру, для круга радиусом 20 метров обеспечить однородность потока можно, используя не более 5 % от достигаемой освещенности при малых расстояниях. То есть, при существующей мощности излучения необходимо примириться со значительным снижением коэффициента светопередачи  $\eta$ , который представляет отношение среднего значения нормальной составляющей потока на единицу площади для плоского кругового участка с радиусом  $R$  на расстоянии  $h$  к среднему значению нормальной компоненты по всей полусфере на таком же расстоянии  $h$  от источника. Для точечного источника коэффициент  $\eta$  представим в виде соотношения

$$\eta = \frac{2h^2}{R^2} \left( 1 - \frac{h}{\sqrt{h^2 + R^2}} \right).$$

На рисунке 2 представлено распределение коэффициента светопередачи в зависимости от расстояния до точечного источника при некоторых характерных размерах экспонируемой круглой площадки, из которого следует, что достичь близкого к предельному значения  $\eta$  возможно при превышении расстояния до источника над радиусом участка в четыре раза.

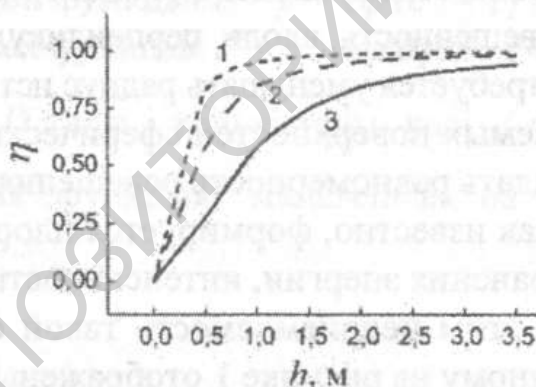


Рисунок 2 – Коэффициент светопередачи  $\eta$  в пределах круглого плоского участка при действии точечного источника.

Радиус освещаемой поверхности  $R$ , м: 0,25 (1), 0,5 (2), 1 (3)

Это означает, что, следуя данным рисунка 1, можно установить площадь экспонируемого участка при эффективной светопередаче. Например, для кривой 3 искомый радиус  $R$  составит 2,5 м с соответствующим законом распределения нормальной составляющей потока. Для обеспечения более высокой однородности потребует последующее отдаление источника с уменьшением освещенности в сторону кривой 2. Для обеспечения более высокой степени однородности нормальной компоненты потока при наличии

ствующем расходе энергии целесообразно испускаемую мощность распределить по конечной площади, что уменьшит уровни локального выделения. В приближении плоского источника (рисунок 3) величина потока, посылаемого под углом к оси симметрии, будет представлять эффективную силу света как произведение яркости поверхности источника, его площади и угла между нормалью к источнику и направлением наблюдения. Световой поток будет не столь однородным по всем направлениям как для точечного излучателя, но в области оси симметрии можно достичь его приемлемой степени однородности при высокой плотности.

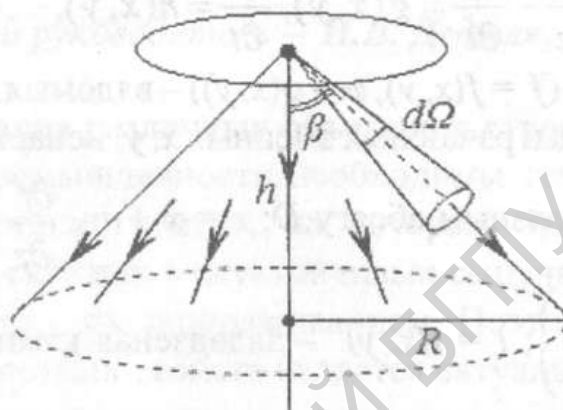


Рисунок 3 – Действие плоского излучателя:  $h$  – высота источника,  $d\Omega$  – элемент телесного угла,  $\beta$  – угол между нормалью к источнику и направлением на облучаемый элемент,  $R$  – радиус освещаемого пятна

Таким образом, возможность сочетания действия множества элементарных излучателей с поверхности плоского источника позволяет заключить, что суперпозиция локальных вкладов от отдельных фрагментов может существенно расширить параметры локальной однородности потока при значительном увеличении его интенсивности. Основным требованием явится условие позиционирования источника над экспонируемым участком и превышение размеров излучателя над освещаемым полем.

#### Литература

1. Стандарт: Системы отопления и обогрева с газовыми и инфракрасными излучателями: АВОК 4.1.5-2006.
2. Способ получения полупроводникового соединения со структурой халькопирита  $\text{CuAlTe}_2$ : пат. Беларуси, ВУ14710/ Б.В. Корзун, Е.А. Фадеева, А.У. Шелег, В.Р. Соболев; опубл. 08.30.2011.
3.  $T(x)$  phase diagram of the  $\text{CuSbS}_2\text{-CuInS}_2$  system and solubility limit of Sb in  $\text{CuInS}_2$  / B.V. Korzun [et al.] // *Crystal Research and Technology*. – 2013. – Vol. 48, № 9. – P. 641–648.