

Назарова Ш.Э.

магистр физико-математического факультета
Бухарского государственного университета,
г. Бухара, Республика Узбекистан

Ахмадова С.Р.

магистр физико-математического факультета
Бухарского государственного университета,
г. Бухара, Республика Узбекистан

Назаров Э.С.,

к.т.н., доцент кафедры физики
Бухарского государственного университета,
г. Бухара, Республика Узбекистан

КОНЦЕНТРИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Основное функциональное назначение концентрирующей системы в общем случае – повышение плотности потока солнечного излучения до уровня, обеспечивающего его эффективное и экономичное преобразование в энергию требуемого вида.

Солнце, как известно, представляет собой объемный сферический излучатель с равномерным распределением плотности излучения по его поверхности. Однако ввиду большого расстояния между Землей и Солнцем последнее при фотометрическом описании может рассматриваться как бесконечно удаленный дисковый излучатель, посылающей в каждую точку отражающей поверхности концентратора круговой конический пучок лучей с вершиной в этой точке. Такие сходящиеся пучки заменяют собой физические пучки лучей, падающих на элементарные площадки отражающей поверхности в окрестностях рассматриваемых точек.

Интегральным показателем, характеризующим эту функцию системы, является средний коэффициент концентрации K_C , который определяется как отношение среднего значения плотности сконцентрированного лучистого потока на приемнике $E_{e\text{ ср}}$ к поверхностной плотности солнечного излучения в

плоскости, перпендикулярной направлению его распространения, E_c , т.е.

$$K = E_{e\text{ ср}}/E_c \quad (1)$$

При концентрировании солнечного излучения не только повышается его плотность, но и изменяется распределение в пространстве, а следовательно, и на лучевоспринимающих поверхностях элементов преобразователя. Повышение плотности потока лучистой энергии Солнца может осуществляться зеркальными и линзовыми системами, однако в дальнейшем основное внимание будет уделено зеркальным концентрирующим системам, что не снижает общности принципиальных положений развиваемого подхода к формализованному описанию рассматриваемого процесса.

Концентрирование солнечного излучения представляет собой частный случай лучистого переноса в системе тел, разделенных диатермичной средой. Специфика данного процесса определяется свойствами первичного источника излучения – Солнца – и особенностями гелиотехнических концентрирующих систем, которые, относятся к классу оптико-энергетических систем и предназначены исключительно для перераспределения потока солнечного излучения в пространстве с целью повышения его плотности. Задачи теоретического исследования систем концентрирования солнечного излучения связаны главным образом с расчетом их энергетических характеристик, чем определяется и выбор метода описания процесса переноса излучения в этих системах. Известно, что анализ энергетических характеристик оптических систем осуществляется, которые широко и успешно используются также при решении задач светотехники и лучистого теплообмена [1, 2]. Практика показала, что и при проектировании гелиотехнических концентрирующих систем применение фотометрических методов обеспечивает достаточно высокую точность расчетных оценок [3]. Все это дает основание ориентироваться преимущественно на фотометрический подход к описанию процесса концентрирования солнечного излучения. В теоретической фотометрии процессы переноса излучения и его взаимодействия с

поверхностями тел, участвующих в лучистом обмене, рассматриваются феноменологически. Основания фотометрии соответствуют закономерностям геометрической оптики с той разницей, что луч рассматривается не просто как нормаль к волновой поверхности, а как множество прилегающих друг к другу направлений, вдоль которых осуществляется перенос некоторого количества лучистой энергии, т.е. представляет собой физический пучок лучей малого поперечного сечения [1]. Характерные размеры элементарных площадок, между которыми распространяется излучение, много больше длин волн этого излучения и много меньше расстояния между площадками. В рамках фотометрического подхода первое из этих допущений позволяет не учитывать дифракционные явления, а второе дает возможность заменить физический пучок лучей сходящимся или расходящимся, приписав ему всю энергию физического пучка. При этом, однако, нужно иметь в виду, что приписываемая сходящемуся или расходящемуся пучку энергия не концентрируется в его вершине, а распределяется по элементарной площадке, представляющей собой сечение физического пучка. Узкий сходящийся или расходящийся пучок можно заменить параллельным пучком бесконечно малой ширины, т.е. фактически лучом, полагая, что такой луч тоже переносит всю энергию физического пучка [3].

Основными фотометрическими величинами, которые используются при анализе процессов переноса лучистой энергии в системе тел, являются: мощность или поток излучения Φ_e , представляющий собой расход лучистой энергии в единицу времени; сила излучения

$$I_e = d\Phi_e/d\omega \quad (2)$$

где $d\omega$ - элементарный телесный угол, который охватывает расходящийся (сходящийся) пучок лучей распространяющихся в определенном направлении; поверхностная плотность потока (мощности) излучения или облученность

$$E_e = d\Phi_e/dS \quad (3)$$

где dS - элементарная площадка поверхности, на которую падает излучение; энергетическая яркость

$$L_e = d^2\Phi_e / d\Omega dS \cos \vartheta \quad (4)$$

где $d\Omega$ - элементарный телесный угол, под которым из облучаемой точки виден излучающий (отражающий) элемент; ϑ – угол между излучающей (отражающей) и облучаемой площадками. Из приведенных выше выражений для фотометрических величин легко получить основное фотометрическое соотношение, объединяющее известные законы косинуса и квадратов расстояний:

$$dE_e = dI \cos \vartheta / l^2 \quad (5)$$

Для того чтобы на основе фотометрического подхода сформулировать задачу концентрирования солнечного излучения в общем виде, охватывающем все возможные варианты ее постановки как частные случаи, прежде всего необходимо дать обобщенное, формализованное описание свойств всех тел, участвующих в процессе переноса и распределения лучистой энергии.

Список использованной литературы:

1. Надежность и эффективность в технике: Справочник. Т.1.Методология. Организация. Терминология / Под ред. А.И.Рембезы. М.: Машиностроение, 1986. 224 с.
2. Грилихес В.А., Григорьева Г.А., Конов В.Г., Честа О.И. Экранирующее действие концентраторов солнечного излучения // Гелиотехника. 1987. № 3. С 28-32.
3. Горичев Ю.В., Лебедев А.Н., Миронов В.И. Обеспечение качества и надежности сложных технических систем на этапе проектирования. Л.: МО, 1994. 142 с.