

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИНЗОВЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

При проектировании солнечной фотоэлектрической установки основным требованием является высокий КПД при достаточно низкой стоимости. Используемые в СФЭУ кремниевые солнечные элементы имеют низкий КПД, что приводит к увеличению площади установки и ее стоимости. Кремниевые солнечные элементы можно заменить на многопереходные, их КПД в 2-3 раза больше, но они очень дороги. Для понижения их стоимости надо уменьшить площадь СЭ, требуемого для получения заданной мощности. Этот эффект достигается при использовании солнечных концентраторов. Концентрация позволяет уменьшить размер солнечного элемента, и несколько увеличить КПД.

В фотоэлектрической энергетике в качестве концентраторов нами используются линзы Френеля (ЛФ). Они компактны, технологичны и относительно дешевы. Главный их недостаток обусловлен хроматической aberrацией, которая снижает энергетическую эффективность ЛФ при концентрации солнечного излучения.

Хроматическая aberrация возникает в результате дисперсии света. Дисперсия света – это явление, обусловленное зависимостью показателя преломления материала от длины волны. Пучок света, преломляясь, раскладывается на отдельные монохроматические составляющие, каждая из которых имеет свою длину волны и преломляется по-разному. В результате лучи пересекают оптическую ось линзы в нескольких местах, образуя дополнительные фокусы. Это и есть хроматическая aberrация, которая приводит к «размытию» пятна сконцентрированного солнечного излучения в фокальной плоскости.

При проектировании линзового концентратора рассмотрена оптимизация конструктивных параметров ЛФ: размера линзы, фокусного расстояния и профиля, с целью достижения максимального коэффициента концентрации при высоком значении оптического КПД.

Алгоритм расчета профиля линзы заключается в нахождении угла наклона рабочих граней  $\alpha$  всех зубцов линзы, начиная со случая, когда пучок света падает на крайний зубец линзы. Размер пятна, которое образуется при разложении света, будет ограничиваться крайними лучами ИК- и УФ- излучения. Для выбранных значений расчетного показателя преломления  $n_{расч}$  и фокусного расстояния  $f$  рассчитывается угол наклона крайнего зубца и соответствующий ему радиус фокального пятна для УФ- и ИК- излучения. Изменяя расчетный показатель преломления  $n_{расч}$  и фокусное расстояние  $f$ , вновь рассчитываем угол наклона зубца и радиус фокального пятна. Строим зависимости радиуса фокального пятна  $r_n$  от фокусного расстояния  $f$  и находим минимальный радиус фокального пятна, при котором геометрический коэффициент концентрации  $K_G$  будет максимальным. Соответствующие этому радиусу расчетный показатель преломления и фокусное расстояние будут оптимальными. Далее рассчитывается геометрический коэффициент концентрации  $K_G = (r_n/r_n)$ .

Для нахождения профиля линзы часть спектра Солнца, соответствующего диапазону спектральной чувствительности солнечного элемента, делим на несколько поддиапазонов с равной плотностью солнечного излучения. Находим для каждого поддиапазона среднюю длину волны и соответствующий ей расчетный показатель преломления. Задаем размер  $a_n$  и шаг  $t$  линзы, ее фокусное расстояние  $f$ , рассчитываем профиль для каждого расчетного показателя преломления. Затем для каждого профиля, по числу поддиапазонов, рассчитываем спектральные оптико-энергетические характеристики (ОЭХ). При

сложении спектральных оптико-энергетических характеристик, получаем интегральную ОЭХ, с помощью которой можем вычислить средний коэффициент концентрации  $K_{cp}$ . Так как расчет среднего коэффициента концентрации выполняется для всех значений расчетного показателя преломления  $n_{расч}$ , это позволяет построить зависимость  $K_{cp}$  от  $n_{расч}$  и определить его оптимальное значение. Соответствующий этому показателю преломления профиль линзы обеспечивает получение максимального среднего коэффициента концентрации  $K_{cp}^{max}$  при заданных параметрах размере линзы и фокусного расстояния  $f$ .

Варьируя фокусное расстояние ЛФ в заданных пределах, находим аналогичные зависимости среднего коэффициента концентрации  $K_{cp}$  от расчетного показателя преломления  $n_{расч}$  и соответствующие им значения  $K_{cp}^{max}$  и  $n_{расч}^{opt}$ , для каждого значения фокусного расстояния  $f$ . Одно из этих сочетаний будет оптимальным и обеспечит достижение наивысшего из максимальных значений концентрации (рис. 1).

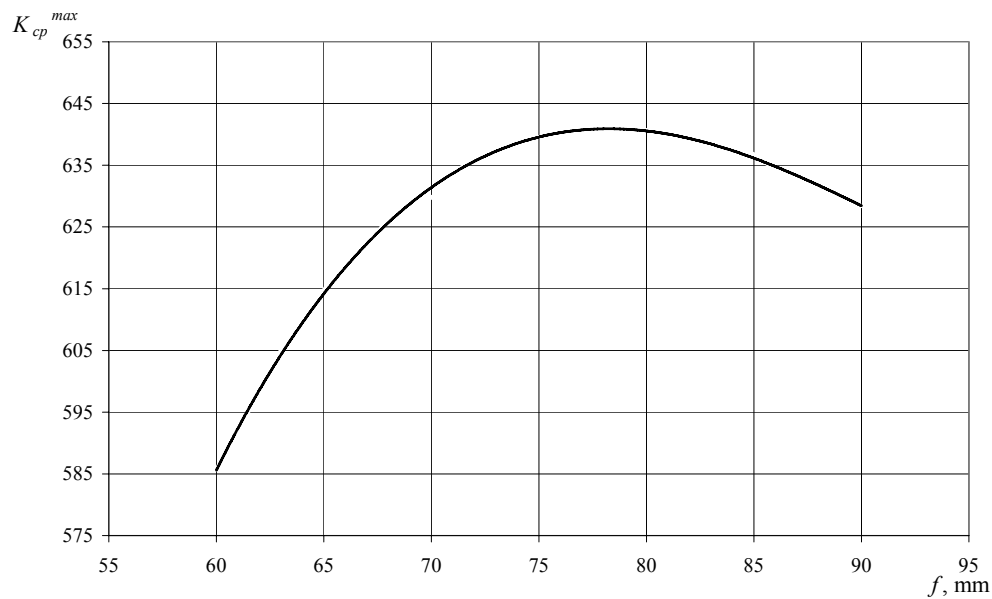


Рис. 1. Зависимость максимального среднего коэффициента концентрации от фокусного расстояния

В результате всех расчетов были определены оптимальные значения параметров профиля и размеров линзы Френеля, обеспечивающие минимальное влияние хроматической аберрации на ее энергетическую эффективность и максимальную концентрацию солнечного излучения при заданном значении оптического КПД.