

А.А. Завалий, канд. техн. наук (ЮФ НУБіП України «КАТУ», Симферополь)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОФИЛЯ ОТРАЖАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ СУШИЛЬНОЙ КАМЕРЫ

Для проектирования отражающей поверхности инфракрасного излучателя и анализа распределения теплового потока излучения по облучаемой поверхности используют оптико-геометрические и тепловые модели переноса энергии излучением. Задачей проектирования является определение координат положения точек отражающей поверхности, обеспечивающих заданное правило распределения теплового лучистого потока по облучаемой поверхности. Эту задачу решают с помощью оптико-геометрических моделей, характерных большим количеством допущений и упрощений по отношению к техническому решению задачи. Как результат профиль отражающей поверхности обеспечивает распределение лучистого потока тепла, не соответствующее заданному. Оценить это несоответствие позволяют тепловые модели, основанные на решении интегральных уравнений переноса энергии излучения. Такие модели позволяют описать процесс переноса излучения с минимальным количеством допущений для систем тел, имеющих сложную пространственную геометрию и изменяющиеся в пространстве свойства (отражения, преломления, поглощения и др.). По решению тепловой модели можно выполнить коррекцию геометрической формы отражающей поверхности, обеспечивающую приближение распределения потока излучения к заданному. Корректирующими действиями могут служить поворот и смещение участков отражающей поверхности, а последовательность корректирующих действий можно назвать оптимизацией профиля отражающей поверхности. Функцией цели такой оптимизации является степень близости фактически полученного распределения потока излучения к заданному распределению. Количественно степень близости можно определить как статистику Колмогорова или выборочную дисперсию скалярной функции распределения теплового потока по облучаемой поверхности.

Для построения алгоритмов оптимизации необходимо установить связь между решениями задачи теплопереноса излучением, полученными с помощью оптико-геометрических моделей и тепловых моделей. В общем случае такая связь носит статистический характер, а ее степень оценивается коэффициентом корреляции. Наличие тесной корреляционной связи результатов моделирования позволяет уста-

навливать участки отражающей поверхности, положение которых следует изменять для улучшения решения задачи распределения лучистого теплового потока. При этом возможно также определение коэффициентов влияния угла положения участка отражающей поверхности на распределение теплового потока по поверхности облучения.

Функция распределения теплового потока по облучаемой поверхности является скалярной функцией, представляющей сумму скалярных функций распределения теплового потока, исходящего от источника излучения и участков отражающей поверхности, вид которых в общем случае неизвестен и может изменяться при изменении угла поворота и смещения участков. Неопределенность вида функций распределения теплового потока по поверхности облучения не позволяет использовать методы регулярной оптимизации. Эффективными могут быть методы последовательной оптимизации, заключающиеся в последовательных приближениях к оптимальному решению путем «малых» вариаций управляющих функций и многократного решения задачи анализа или прямой задачи теплообмена. Эти методы не позволяют найти оптимальное решение, но позволяют найти эффективное решение, обеспечивающее заданное ограничение на степень близости получаемой в решении функции распределения и заданной функции распределения.

Нами для оптимизации профилей отражающих поверхностей излучателей инфракрасных сушильных камер получены корреляционные связи используемых нами оптико-геометрических и тепловых моделей, на основании которых разработаны алгоритмы последовательной оптимизации. Алгоритмы основаны на сопоставлении результатов решения оптико-геометрической и тепловой моделей лучистого теплообмена в рабочем объеме устройства ИК сушки и использовании функций чувствительности искомого распределения лучистого теплового потока по поверхности облучения к углу положения участков линии отражающей поверхности. Исследованы особенности применения алгоритмов для решения задач оптимизации отражающих поверхностей излучателей для рабочих объемов сушильных камер различных схем и геометрии: один источник излучения – одна облучаемая поверхность, один источник излучения – две параллельные облучаемые поверхности два источника излучения – две параллельные облучаемые поверхности.

Практически выполненные процедуры оптимизации показали, что 4–6 шагов последовательной коррекции исходного профиля отражающей поверхности позволяют уменьшить степень различия полученного распределения от заданного (статистику Колмогорова) с 50...60% до 6...15%.