

5. Волков Р.С., Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Экспериментальное исследование эффективности распыления жидкости при тушении возгораний в помещениях. // Безопасность жизнедеятельности. 2014. № 7. С. 38-42.

Научный руководитель: П.А. Стрижак, д. ф.-м.н., профессор, зав. каф. АТП ЭНИН ТПУ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ

Д.Х. Габидуллина, Г.А. Калугин, И.Р. Снопко
Томский политехнический университет
ЭНИН, АТЭС, 5031,5042

Введение

Оптическая печь устройство для фокусировки лучистой энергии от источника на объект нагрева. Оптические печи используются для изучения свойств материалов путем их нагрева до высоких температур, отсюда появляется необходимость в определении их параметров.

При нагреве в оптических печах используют зеркальные ящики, с целью выравнивания плотности теплового потока для того, чтобы упростить дальнейшие расчеты при определении свойств материалов (привести задачу теплопроводности к одномерному виду)

Цель исследования заключалась в определении параметров нагрева трех оптических систем: печи радиационного нагрева УРАН-1, оптической системы осветителя ОК-1 и бипараболидной оптической печи при использовании зеркального ящика и без него.

Оборудование

Осветитель ОК-1 имеет следующие параметры: диаметр отражателя 350мм, фокусное расстояние 560мм. В качестве источника лучистого потока используется лампа накаливания мощностью 170Вт (на 12В). Форма отражателя- моноэллипсоидная. Параметры источника питания: напряжение $U=6.5В$, сила тока $I=26.15А$. Оптическая схема печи представлена на рис.1.

Параметры оптической печи УРАН-1 согласно [1]: фокусное расстояние 1000мм, диаметр отражателя 600мм. Источник лучистого потока- лампа накаливания мощностью 500Вт (на 220В). Форма отражателя- моноэллипсоидная. Источник питания дает следующие параметры сети: напряжение $U=125.5В$, сила тока $I=1.42А$. Схема печи представлена на рис.2.

Бипараболидная система имеет следующие параметры: диаметр отражателя 650мм, расстояние между отражателями 520мм, фокусное расстояние 360мм. В качестве источника лучистого потока используется лампа накаливания мощностью 170Вт (на 12В) Источник питания дает следующие параметры сети: напряжение $U=6.3В$, сила тока $I=8А$. Оптическая схема печи представлена на рис.3.

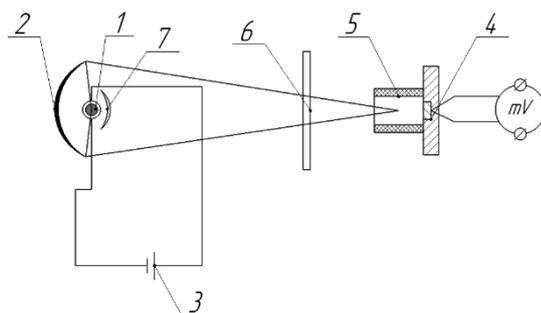


Рис. 1. Осветитель ОК-1. 1 - лампа, 2 - отражатель, 3 –и сточник питания, 4 - датчик, 5 - зеркальный ящик, 6 - задвижка, 7 - контротражатель

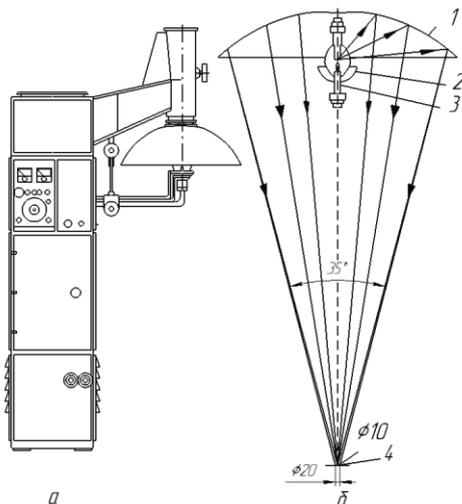


Рис. 2. Оптическая печь типа УРАН-1: а — конструктивное выполнение; б — оптический излучатель: 1 — отражатель; 2 — контротражатель; 3 — лампа; 4 — рабочее пятно

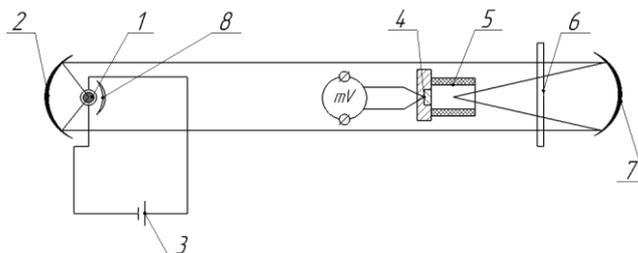


Рис. 3. Бипараболоидная система. 1 - лампа; 2 - первый отражатель; 3 - источник; 4 - датчик; 5 - зеркальный ящик; 6 - задвижка; 7 - второй отражатель; 8 - контротражатель

В качестве измерителя лучистого потока используется экспоненциальный датчик [2]. Методика измерений датчиком этого типа основана на регулярном тепловом режиме второго рода, устанавливаемом в нагреваемой постоянным тепловым потоком пластине, согласно которому температурное поле в пластине толщиной h с постоянными теплофизическими свойствами при значениях числа Фурье $Fo > 0,3$ описывается выражением

$$T(x, t) = \frac{q_{рез} t}{\rho c_p h} + \frac{q_{рез} h}{\Lambda} \frac{3x^2 - h^2}{6h^2} \quad (1),$$

Дифференцирование этого выражения приводит к соотношению

$$q_{рез} = \rho c_p h \frac{dT}{dt} \quad (2),$$

из которого следует, что при const темп изменения температуры $b = \frac{dT}{dt} =$

const для любой точки пластины и его регистрация позволяют определить тепловой поток. Схема датчика представлена на рис. 4

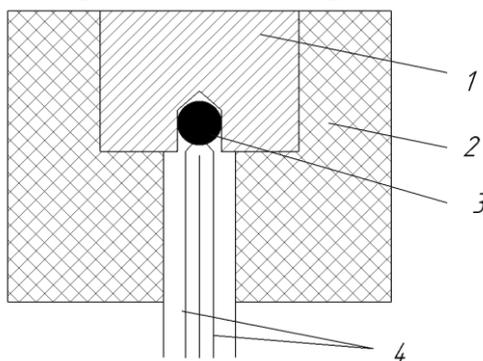


Рис. 4. Схема экспоненциального датчика теплового потока: 1 - калориметрический элемент; 2 — теплоизолирующая втулка; 3 — спай термопары; 4 — электроды

В качестве калориметрического элемента используется медный цилиндр с параметрами: $h = 0,003 м$, $c_p = 0,384 \frac{кДж}{кг \cdot K}$, $\rho = 8,96 \cdot 10^3 \frac{кг}{м^3}$; материал теплоизолирующей втулки- вспененный кварц, термопара- хромель-алюмелиевая.

Метод

Включался источник лучистого потока, в течении 30сек происходил его нагрев, затем в течение минуты, каждые 10сек измерялась термоЭДС термопары из которого находилась температура калориметрического элемента. На основе этих измерений строилась зависимость температуры от времени из которой находилось значение $\frac{dT}{dt}$, затем рассчитывалась плотность теплового потока по формуле (2).

КПД оптической печи определялся как отношение электрической мощности, сообщаемой лампе к тепловой мощности, передаваемой поверхности согласно

$$\eta = \frac{Q_{менл}}{Q} = \frac{0,25\pi d^2 \overline{q_{рез}}}{UI} \quad (3),$$

где d - диаметр светового пятна, $\overline{q_{рез}}$ - средняя плотность теплового потока, U - напряжения, I - сила тока.

Результаты

В ходе измерений были получены следующие результаты.

КПД печей: УРАН-1 2.67%, бипараболоидной системы 4.3%, осветителя ОК-1 1.2%

На рис. 5 представлено распределение плотности теплового потока с зеркальным ящиком (меньшие значения плотности теплового потока) и без него (большие значения плотности теплового потока) для каждой из оптических печей.

Значение плотности теплового потока в фокусе (в скобках максимальное значение плотности теплового потока при использовании зеркального ящика): для Осветителя ОК-1 14839 (5592) Вт/м², для бипараболоидной системы 12329 (366) Вт/м², для УРАН-1 16618 (4923) Вт/м²

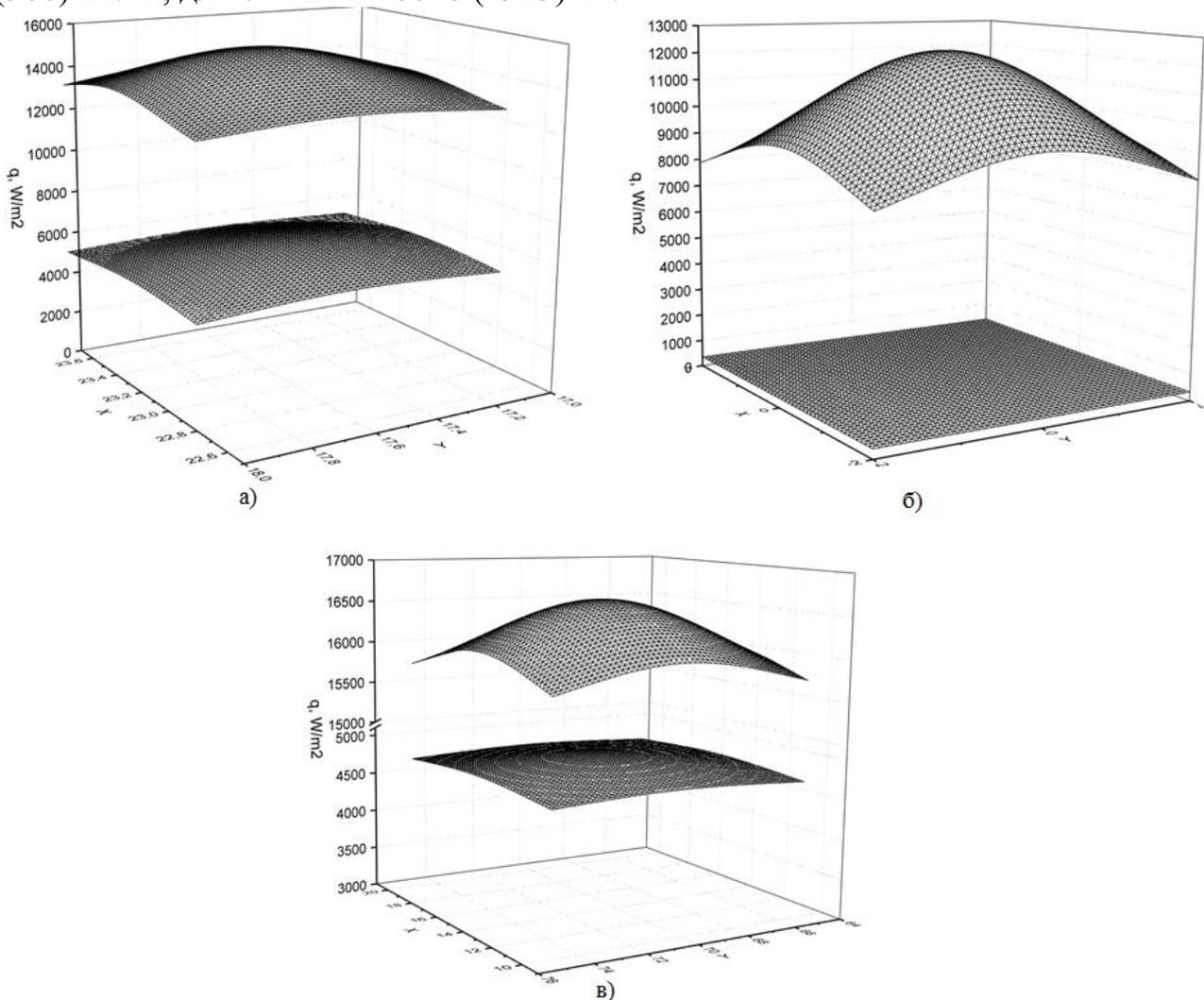


Рис. 5. Распределение плотности теплового потока. а) Осветитель ОК-1, б) Бипараболоидная оптическая система, в) УРАН-1

Анализ результатов

Как видно из сопоставления полученных результатов для опыта с зеркальным ящиком и без- зеркальный ящик выравнивает тепловой поток по площади, но при этом сам тепловой поток уменьшается, ввиду поглощения части лучей стенками ящика внутри (из- за не идеальности отражательной поверхности)

ЛИТЕРАТУРА:

1. Оптические печи // Г.Г. Лопатина, В.П. Сасоров, Б.В. Спицын, Д.В. Федосеев. - М.: Металлургия, 1969.- 215 с
2. Елисеев В.Н., Товстоног В.А. Теплообмен и тепловые испытания материалов и конструкций аэрокосмической техники при радиационном нагреве. - М.: МГТУ, 2014- 396с.

Научный руководитель: Ю.Я. Раков, к.т.н., доцент, каф. АТЭС ЭНИН ТПУ.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СООРУЖЕНИЙ В СУРОВЫХ УСЛОВИЯХ

А.А. Бычкова

Томский политехнический университет
ЭНИН, АТП, группа 5БМ6Д

В настоящее время вопросам энергосбережения и повышения энерго- и ресурсоэффективности зданий и сооружений административного и производственного назначения уделяют особое значение. Эффективным решением, как показывает практика, становится комплексный подход, включающий проведение энергетического моделирования с целью разработки стратегий энергосбережения и внедрения автоматизированных систем управления зданием [1].

При этом стоит задача разработки комплексной модели, которая позволит проводить широкий спектр исследований процессов теплообмена, характеристик энергопотребления и устойчивости тепловых режимов помещений. Анализ известных периодических изданий позволяет сделать вывод о том [2], что наиболее перспективным подходом при создании комплексных моделей сложных динамических систем является использование метода «акаузального» моделирования. В этом случае появляется возможность [3] интеграции на одной программной платформе моделей систем, функционирующих на различных физических принципах. Такая комплексная модель, включающая термодинамические системы здания, до сих пор не разработана для сооружений, эксплуатирующихся в суровых климатических условиях Арктики.

Целью данной работы было разработать одну из таких термодинамических систем – модель пластинчатого теплообменного аппарата (ПТА). С точки зрения оптимального энергопотребления управление теплоснабжением здания с учетом характеристик потребления энергии реализуется с помощью индивидуальных тепловых пунктов [4], которые предусматривают наличие ПТА.

Пластинчатый теплообменный аппарат представляет собой набор пластин из нержавеющей стали, скомпонованных таким образом, что две среды, участвующие в процессе теплообмена, движутся по разные стороны одной пластины. Теплопередача в теплообменном аппарате происходит посредством конвекции