

Рисунок 3 – Подбор параметров программного регулятора

Таким образом, нормальное протекание процесса созревания зерна в сырной ванне требует сложного алгоритма управления клапаном на паропроводе, который может быть обеспечен современным логическим контроллером с возможностью формирования аналогового выходного сигнала. Моделирование процесса поддержания температурных режимов в ванне обеспечивает возможность подбора оптимальных параметров настройки регулятора. Функциональной полнотой для решения такой задачи обладает микропроцессорное устройство управления, например, контроллер Siemens S7–1200 с подключаемой панелью оператора. Последняя обеспечит визуальный контроль параметров процесса созревания зерна в сырной ванне.

Список использованной литературы

1. Карпеня, М.М. Технология производства молока и молочных продуктов: учеб. пособие / М.М. Карпеня, В.И. Шляхтунов, В.Н. Подрез. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА–М, 2014. – 410 с.

УДК 664.002.5

Смагин Д.А., кандидат технических наук, доцент, Смагина М.Н.

Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь

НАГРЕВАТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

В мировой науке постоянно ведутся работы по созданию новых и совершенствованию существующих конструкций конфорок электрических плит и напольных мармитов. Одной из задач, решаемых в процессе проектирования новых конструкций, является создание равномерного температурного поля по всей площади рабочей поверхности конфорки. Научные разработки в данном направлении ведутся с середины 20 века и являются актуальными по настоящее время.

В данной статье предлагается конструкция электроконфорки, обеспечивающая равномерное температурное поле по площади рабочей поверхности.

Поставленная задача решается тем, что в нагревательном устройстве, имеющем круглую рабочую поверхность и включающем нагревательные элементы, установленные со сплошным воздушным зазором по отношению к рабочей поверхности согласно изобретению, нагревательные элементы размещены в фокусе параболического зеркала, образованного на внутренней поверхности параболической колбы, верхняя часть которой закрыта линзой из термостойкого материала плоско-выпуклой формы, причем расстояние от линзы до рабочей поверхности определяется по формуле:

$$b = \frac{R}{n-1} \left(1 + \frac{d_2}{d_1}\right), \quad (1)$$

где b – расстояние между линзой и рабочей поверхностью, мм;
 R – радиус кривизны сферической поверхности линзы, мм;
 n – показатель преломления материала линзы;
 d_2 – диаметр рабочей поверхности, мм;
 d_1 – диаметр линзы, мм.

Размещение нагревательных элементов в фокусе параболического зеркала, образованного на внутренней поверхности параболической колбы, позволяет собрать инфракрасное излучение, генерируемое инфракрасными нагревательными элементами, в сосредоточенный параллельный пучок и направить его на плоскую часть плоско-выпуклой линзы, что обеспечивает высокий коэффициент полезного действия устройства и равномерность интенсивности теплового потока по его сечению.

Наличие линзы из термостойкого материала обеспечивает равномерное расширение сосредоточенного параллельного пучка инфракрасного излучения до размеров рабочей поверхности при сохранении высокого коэффициента полезного действия устройства и равномерности интенсивности теплового потока по его сечению.

Выполнение условия $b = \frac{R}{n-1} \left(1 + \frac{d_2}{d_1}\right)$ позволяет с высокой степенью точности определить расстояние

между плоско-выпуклой линзой и рабочей поверхностью, при котором пучок инфракрасного излучения расширяется до размеров, соответствующих диаметру рабочей поверхности, что обеспечивает высокий коэффициент полезного действия устройства, равномерность температурного поля и отсутствие температурной деформации по площади рабочей поверхности.

Формула определения расстояния от фокусирующей плоско-выпуклой линзы до рабочей поверхности заданных геометрических размеров была получена из схемы, приведенной на рис. 1.

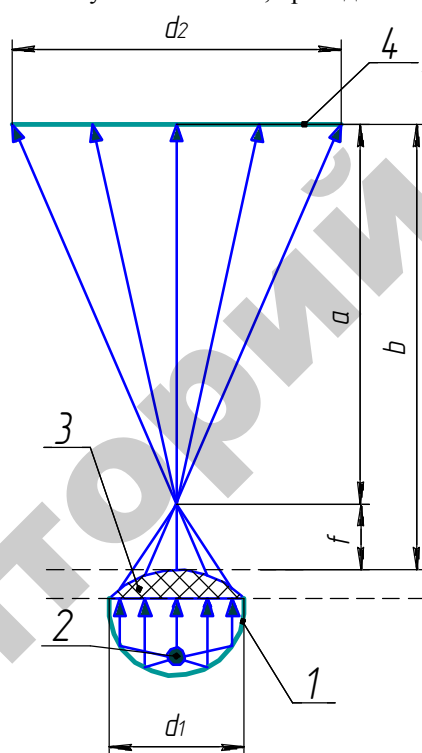


Рисунок 1 – Схема предлагаемого устройства

Конфорка состоит из нагревательных элементов 1, расположенных в фокусе параболического зеркала, образованного на внутренней поверхности параболической колбы 2, закрытой сверху термостойкой линзой 3, которая расположена с воздушным зазором по отношению к рабочей поверхности 4. При нагревании инфракрасных электрических нагревательных элементов 1, расположенных в фокусе параболического зеркала, образованного на внутренней поверхности параболической колбы 2, происходит излучение инфракрасных лучей (обозначены на схеме стрелками). Инфракрасные лучи отражаются от параболического зеркала, образованного на внутренней поверхности параболической колбы 2, и собираются в параллельный сосредоточенный пучок, который попадает на плоскую часть линзы 3. После преломления инфракрасных лучей в линзе 3 параллельный сосредоточенный пучок инфракрасных лучей расширяется до заданного диаметра рабочей поверхности 4.

В системе используется плоско-выпуклая линза с известным радиусом кривизны R_2 . Со стороны плоской поверхности на линзу диаметром d_1 падает сосредоточенный параллельный пучок инфракрасного излучения аналогичного диаметра d_1 с равномерным распределением интенсивности по сечению. Фокусное расстояние линзы – f , расстояние от фокальной поверхности до плоскости рабочей поверхности – a . Соответственно, расстояние между верхней частью выпуклой поверхности линзы и плоскостью рабочей поверхности равно $b = f + a$. Диаметр рабочей поверхности обозначен как d_2 . Находим соотношение между d_1 , d_2 , b , R_2 .

Оптическая сила линзы равна:

$$c = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) + \frac{(n-1)^2}{nR_1R_2}l \quad (3)$$

где R_1 и R_2 – радиусы кривизны сферических поверхностей линзы, мм;

n – показатель преломления материала линзы;

l – толщина линзы, мм.

В данном случае R_1 стремится к бесконечности и положение фокуса в пространстве не зависит от толщины линзы, а фокусное расстояние совпадает с фокусным расстоянием тонкой линзы, обладающей равной кривизной поверхности.

Из формулы 3 имеем

$$c = (n-1)\left(\frac{1}{R_2}\right) \quad (4)$$

Из схемы (рисунок 1) получаем

$$\frac{d_1}{2f} = \frac{d_2}{2a} \quad (5)$$

Подставив $a = b - f$, получим

$$b = f\left(1 + \frac{d_2}{d_1}\right) \quad (6)$$

или

$$b = \frac{R}{n-1}\left(1 + \frac{d_2}{d_1}\right)$$

При размещении нагревательных элементов не в фокусе параболического зеркала, образованного на внутренней поверхности параболической колбы, инфракрасное излучение, генерируемое нагревательными элементами, не собирается в сосредоточенный параллельный пучок, что приводит к снижению коэффициента полезного действия устройства и неравномерной интенсивности теплового потока по его сечению.

При отсутствии линзы из термостойкого материала не обеспечивается равномерного расширения сосредоточенного параллельного пучка инфракрасного излучения до размеров рабочей поверхности, что приводит к перегреву центральной части и недогреву периферийных частей рабочей поверхности и, как результат, к снижению коэффициента полезного действия устройства, неравномерному температурному полю и повышению температурной деформации по площади рабочей поверхности.

Если при использовании плоско-выгнутой линзы $b < \frac{R}{n-1}\left(1 + \frac{d_2}{d_1}\right)$ при соблюдении всех остальных

отличительных признаков, то диаметр пучка инфракрасного излучения при достижении рабочей поверхности будет меньше диаметра рабочей поверхности, что приведет к перегреву центральной части и недогреву периферийных частей рабочей поверхности, и, как следствие, обусловит снижение коэффициента полезного действия устройства, неравномерное температурное поле и повышение температурной деформации по площади рабочей поверхности.

Если при использовании плоско-выгнутой линзы $b > \frac{R}{n-1}\left(1 + \frac{d_2}{d_1}\right)$ при соблюдении всех остальных

отличительных признаков, то диаметр пучка инфракрасного излучения при достижении рабочей поверхности будет больше диаметра рабочей поверхности, что приведет к уменьшению количества теплоты, подаваемой к рабочей поверхности, нагреванию боковых стенок аппарата, и, как следствие, обусловит снижение коэффициента полезного действия устройства.

Приведем пример конструктивного расчета нагревательного устройства по предлагаемой методике.

Начальные условия:

- радиус кривизны сферической поверхности линзы $R=9\text{см}$;
- показатель преломления материала линзы $n = 1,57$;
- диаметр рабочей поверхности $d_2 = 40 \text{ см}$;
- диаметр линзы $d_1 = 18 \text{ см}$.

Решение.

Из формулы (1) имеем:

$$b = \frac{R}{n-1}\left(1 + \frac{d_2}{d_1}\right) = \frac{9}{1,57-1}\left(1 + \frac{40}{18}\right) = 50,8\text{см}$$