

Источники инфракрасного излучения с энергоподводом для термообработки пищевых продуктов

Демидов С.Ф., Демидов А.С., Беляева С.С., Ободов Д.А., Соколова Е.А.,
Акжигитова А.А.

Санкт-Петербургский государственный университет
низкотемпературных и пищевых технологий

Определена экспериментальная зависимость температуры поверхности электрического инфракрасного кварцевого излучателя с керамической функциональной оболочкой.

Ключевые слова: инфракрасное излучение, керамическая оболочка, сушка.

Основным элементом любого ИК - оборудования является источник ИК-излучения (генератор). От генераторов инфракрасного излучения зависят эффективность работы установки, ее к.п.д. и технико-экономические показатели, поэтому при выборе генератора излучения необходимо обращать особое внимание на все его параметры, такие как максимальная температура нагрева, длина волны излучения, размеры и т.д.

В качестве источников ИК-излучения в промышленных установках используются в основном раскаленные твердые тела, которые способны выдержать высокие температуры (1000-3000°C). Тела накаливания изготавливаются из керамики или тугоплавких металлов и сплавов [1-5]. Температура тела определяет, как общий уровень энергии потока излучения, так и распределение этой энергии по длинам волн (спектру).

С понижением температуры генератора с энергонагревом общий уровень излучаемой энергии падает, а положение максимумов смещается в сторону больших длин волн. Варьируя материалом тела накала и температурой, можно создать источник ИК-излучения с максимальной энергией излучения в той или иной области спектра.

Температурные излучатели классифицируются по максимальной длине волны излучения[6]:

- коротковолновые излучатели (светлые излучатели);
- длинноволновые излучатели (темные излучатели).

Генераторы ИК-излучения с электронагревом подразделяются на излучатели с кварцевыми трубками; зеркальные инфракрасные лампы накаливания и элементы сопротивления.

Излучатели с кварцевыми трубками и зеркальные лампы накаливания относятся к светлым излучателям, элементы сопротивления относятся к темным излучателям.

Электрические источники ИК-излучения характеризуются следующими параметрами: напряжением [U], мощностью [W], рабочей температурой [T], конструкцией, формой и размерами.

ИК-лампа накаливания конструктивно представляет собой стеклянную колбу с внутренним зеркальным покрытием, в которую помещена вольфрамовая спираль, которая может быть рассчитана практически на любую температуру. Но при этом надо учитывать границу пропускания стекла, из которого изготовлена колба лампы. Температура нити не может быть ниже температуры, которой соответствует диапазону длин волн с $\lambda = 2.6$ мкм. Обычно температура нити ламп отечественного производства равна 2473 °К (2200 °С).

Внутреннее зеркальное покрытие играет важную роль, так как оно выполняет роль рефлектора, который направляет лучистый поток на облучаемый продукт.

Так как нить изготавливается из вольфрамовой проволоки с различной присадкой, то при нагреве его до высоких температур в вакууме, вольфрам начинает медленно испаряться, вследствие чего на внутренней поверхности колбы образуется налет, который уменьшает интенсивность лучистого потока и увеличивает его поглощение стеклом колбы. Поэтому для снижения скорости испарения нити, колбу заполняют смесью аргона и азота.

Линейные кварцевые ИК-излучатели - представляют собой цилиндрическую трубку из кварцевого стекла, по оси которой монтируется моноспиральное или биспиральное тело накала из вольфрамовой проволоки или нихрома.

Использование линейных кварцевых ИК ламп позволяет обеспечить высокую концентрацию лучистого потока на объекте. Спектральный состав излучения кварцевой лампы определяется температурой кварцевой трубки. К примеру: при температуре кварцевой трубки порядка 500 °С, основная часть лучистого потока тела накала, лежит в области спектра $\lambda \approx 3-4$ мкм

К преимуществам кварцевых ламп накаливания, относятся:

1. Значительная энергетическая освещенность объектов облучения при равномерном облучении, и возможность длительных перегрузок;
2. Большой срок службы и сохранение в течении всего периода работы стабильного лучистого потока;
3. Высокая термостойкость, стойкость к воздействию различных сред (вода, пыль, и т.д.);
4. Малая инерционность, что позволяет использовать их в циклических процессах;

В современных отечественных сушилках, различных печах и микронизаторах в качестве ИК-излучателя используются в основном кварцевые лампы, типа КГТ 220-1000 с максимумом излучения $\lambda = 1,1$ мкм.

Основные технические характеристики трубчатых кварцевых ИК излучателей представлены (см. табл. 1).

Таблица 1. Основные технические характеристики трубчатых кварцевых ИК-излучателей

Тип ламп	Номинальное значение		Средний ресурс, час	Цветовая температура	Размеры в, мм	
	Напряжение, В	Мощность, Вт			D	L
КГТ-220-1000	220	1000	10000	2227	12	300
КГТ-220-2200	220	2200	5000	2327	12	427
КГТ-380-3300	380	3300	5000	2227	12	675

Трубчатые электронагреватели (ТЭН) - представляет собой нагревательную спираль из нихромовой проволоки диаметром от 0.2-1.6 мм, которая запрессована в изоляционный материал (периклаз или кварцевый песок) с высоким коэффициентом теплопроводности и помещенную в кожух, металлическую трубку круглого или овального сечения. Кожух изготавливают из цельнотянутых трубок с диаметром примерно от 10...20мм и толщиной стенки 1...1.5 мм, при этом в зависимости от температуры поверхности, трубки изготавливают из нержавеющей стали для поверхности с температурой более 400 °С, а при низких температурах - латунь или медь.

ТЭН является герметичным нагревателем, в котором спираль защищена от контакта с окружающей средой, где может находиться нагреватель (воздух, вода, масло и т.д.).

В СПбГУНиПТ проводятся исследования по сушке маслянистых, зерновых и других культур с использованием электрического ИК-излучателя длиной волны 1,5-3,0 мкм с керамической функциональной оболочкой [7-9]

Целью данного сообщения является исследование зависимости температуры поверхности керамической функциональной оболочки, нанесенной на линейный кварцевый излучатель диаметром 12 мм и длиной 1000 мм о величины мощности нагревателя.

Измерение температуры поверхности керамической оболочки производится при помощи дистанционного неконтактного инфракрасного термометра Raytek MiniTemp МТ6. Технические характеристики неконтактного инфракрасного термометра Raytek MiniTemp МТ6 представлены в таблице 2.

Таблица 2. Технические характеристики неконтактного инфракрасного термометра Raytek MiniTemp МТ6.

Диапазон измерения температуры, °С	-30...+500
Точность (при комнатной температуре окружающей среды 23 °С)	$\pm 1^{\circ}\text{C}$, $0 \leq t \leq 30^{\circ}\text{C}$ 1.5% вне этого диапазона
Воспроизводимость	В пределах точности прибора $\pm 0.5\%$, но не менее $\pm 1^{\circ}\text{C}$
Время отклика	500 мс

Зависимость температуры керамической оболочки от мощности нагревателя представлена на рис. 1.

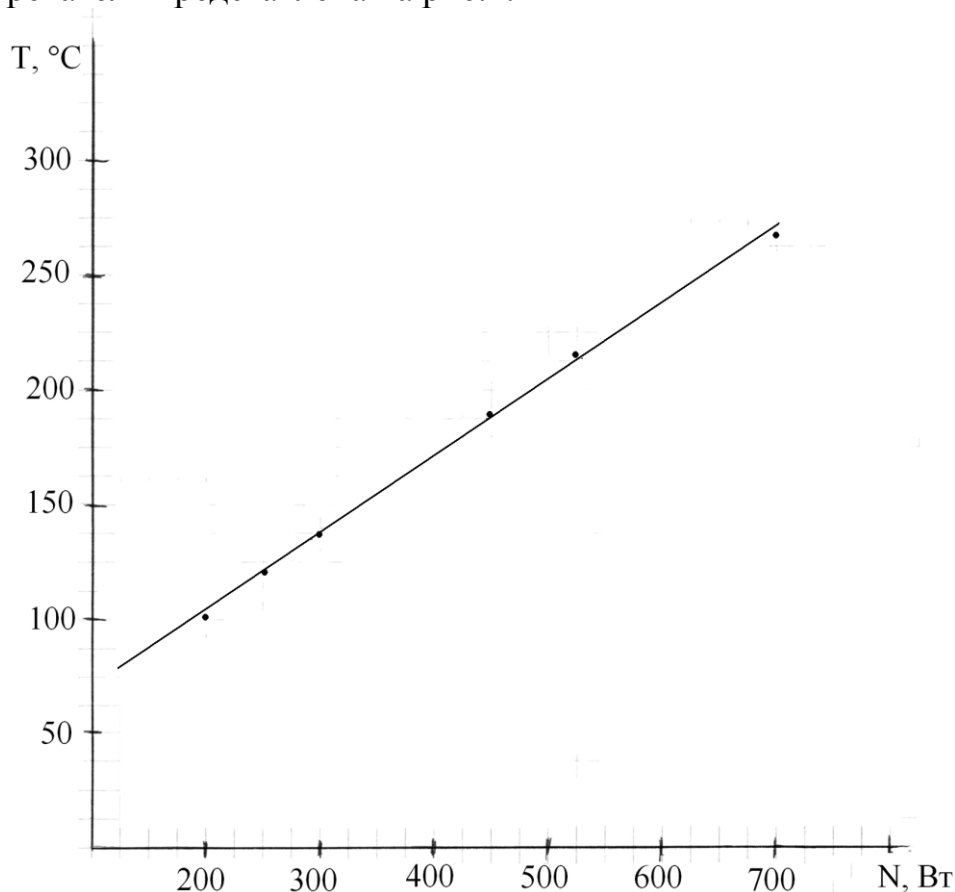


Рис 1. Зависимость температуры керамической оболочки от мощности нагревателя

За счет тепла, поглощенного керамической функциональной оболочкой, энергия первичного источника излучения преобразуется в импульсы, которые проникают в объекте обработки на глубину, примерно, пропорционально интенсивности импульса. Это позволяет увеличить толщину слоя продукта на противени или конвейерной ленте.

Сравнение величины соотношения потребляемой мощности к длине трубчатого кварцевого ИК- излучателя КГТ-220-1000 ($1000\text{Вт}/300\text{мм} = 33,3\text{ Вт/м}$) и ИК-излучателя с керамической функциональной оболочкой ($200\text{Вт}/1000\text{мм} \div 700\text{Вт}/1000\text{мм} = 0,2 \div 0,7\text{ Вт/мм}$) показывает экономию электроэнергии в разы.

Список литературы

1. Брамсон М.А., Инфракрасное излучение нагретых тел. - М.: Наука, 1996.-225 с.
2. Борхерд Р., Юбиц В. Техника инфракрасного нагрева. - М.: Гос.энерг. из - во, 1963 .-312с.
3. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности. - М.: Пищевая промышленность, 1973. - 527 с.
4. Ильясов СГ., Красников В.В. Физические основы инракрасного облучения пищевых продуктов.- М.: Пищевая промышленность, 1973, - 359с.
5. Лебедев П.Д. Сушка инфракрасными лучами. - Л.: Госэнергоиздат, 1955.-232 с.
6. Рогов И.А. Электро-физические методы обработки пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 272 с.
7. Патент РФ №2272338. Способ сушки. Демидов С.Ф., Остапенко Е.И., Демидов А.С. Опубл. 20.03.2006, Бюл. № 8.
8. Патент РФ на полезную модель №45049. Устройство для сушки. Демидов С.Ф., Остапенко Е.И., Демидов А.С. Опубл. 10.04.2005, Бюл. № 10.
9. Патент РФ №2278451. Устройство для сушки электродов. Демидов С.Ф., Остапенко Е.И., Демидов А.С. Опубл. 20.06.2006, Бюл. № 17.

Sources of infra-red radiation with a power supply for heat treatment of foodstuff

Demidov S.F., Demidov A.S., Belyaeva S.S., Obodov D.A., Sokolova E.A., Akjigitova A.A.

Saint-Petersburg state university of refrigeration and food engineering

Experimental dependence of temperature of a surface of an electric infra-red quartz radiator with a ceramic functional cover is defined.

Key words: a source of infra-red radiation, a ceramic cover, drying.