

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ДЛИНЕ ПЕРВИЧНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ ПРОТЯЖЕННОГО ИНФРАКРАСНОГО МОДУЛЯ

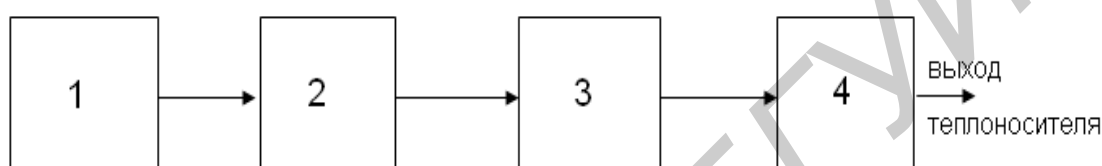
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Новачук С.А.

Костюкевич А.А.

Применение инфракрасного излучения значительно интенсифицируют многие технологические процессы: сушку, выпечку, обжарку, полимеризацию и др., вследствие значительного увеличения плотности теплового потока на поверхности облучаемого материала (объекта нагрева) и проникновения инфракрасных лучей внутрь материала. При этом на качество обработки в значительной степени оказывает влияние равномерность потока ИК-излучения [1,2]

Исследование распределения температуры по поверхности первичного излучателя экспериментально-го ИК модуля проводили в соответствии со структурной схемой, изображенной на рис. 1.



1 – источник теплоносителя; 2 – узел транспортирования теплоносителя;

3 – первичный излучатель ИК модуля; 4 – узел регулирования расхода теплоносителя

Рис. 1 – Структурная схема измерения распределения температуры по длине первичного излучателя ИК модуля

Источник теплоносителя предназначен для формирования потока теплоносителя, который поступает в первичный излучатель ИК модуля. В качестве источника теплоносителя в данном случае использовался электрический нагреватель воздуха, а в качестве теплоносителя, соответственно, нагретый воздух. Электрические нагреватели воздуха обеспечивают необходимые характеристики потока теплоносителя, а также имеют малую тепловую инерционность, т.е. начинают давать тепло мгновенно после включения. Они обладают достаточной прочностью и долговечностью, повышенным уровнем безопасности, что является несомненным достоинством их в эксплуатации. Потребляемая электрическая мощность нагревателя воздуха при проведении экспериментов составляла 2 и 4 кВт.

Узел транспортирования теплоносителя предназначен для транспортировки потока теплоносителя от выходного отверстия источника теплоносителя к входу первичного излучателя ИК модуля. Он представляет собой отрезок прямого трубопровода. Размеры входного и выходного отверстий трубопровода определяются размерами выходного отверстия источника теплоносителя и входного отверстия первичного излучателя ИК модуля. Для уменьшения тепловых потерь трубопровод имеет эффективную теплоизоляцию из теплоизоляционного материала URSA GLASSWOOL M-11.

При проведении экспериментов первичный излучатель представлял собой отрезок тонкостенной гофрированной трубы круглого сечения. Для увеличения степени черноты наружная поверхность трубы покрывалась термостойкой краской марки КО-811 черного цвета. В части экспериментов на поверхности первичного излучателя на начальном участке располагался слой теплоизоляции длиной 0,5 м и толщиной 10 мм.

Узел регулирования расхода теплоносителя предназначен для изменения объема прокачиваемого через первичный излучатель ИК модуля потока теплоносителя с целью регулирования интегрального количества тепла, передаваемого первичному излучателю. Регулирование величины объема потока прокачиваемого теплоносителя осуществлялось с помощью центробежного вентилятора с регулируемой скоростью вращения ротора.

Расход потока теплоносителя оценивался косвенным методом путем измерения скорости потока воздуха на выходе вентилятора. Измерение скорости потока воздуха осуществлялось с помощью анемометра МС-13, обеспечивающего точность измерений на уровне $\pm 0,3$ м/с. С учетом площади поперечного сечения выходного отверстия вентилятора расход теплоносителя составлял $3 \pm 0,5$ л/с.

Измерение температуры на поверхности первичного излучателя ИК модуля осуществлялось бесконтактным методом с помощью инфракрасного термометра FLUKE 561. Данный прибор для бесконтактного измерения температуры обеспечивает измерение температуры в диапазоне $-40 \dots +550^\circ\text{C}$ с точностью 1,0 % от измеренного значения.

На рисунке 2 представлены результаты проведенных экспериментальных исследований распределения температуры по длине первичного излучателя при мощности нагревателя 2 кВт.

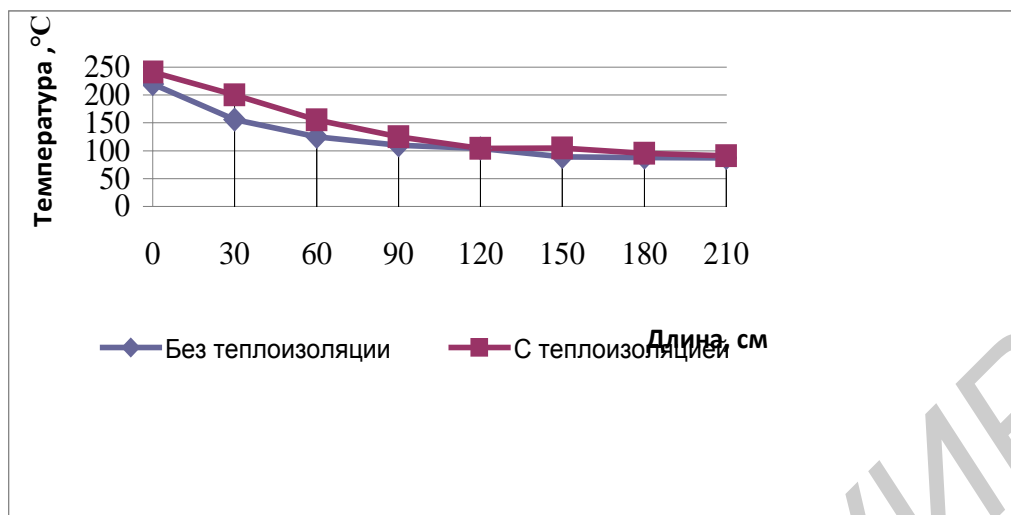


Рис. 2 – Распределение температуры по длине первичного излучателя при мощности нагревателя 2 кВт

Анализ представленных на рисунке результатов показывает, что температура поверхности первичного излучателя уменьшается от входа теплоносителя к выходу нелинейно, а перепад температуры по длине первичного излучателя составляет около 150 градусов. Наличие локального слоя теплоизоляции на начальном участке первичного излучателя приводит к подъему его абсолютной температуры примерно на 10...15 градусов.

На рисунке 3 представлены результаты проведенных экспериментальных исследований распределения температуры по длине первичного излучателя при мощности нагревателя 4 кВт.

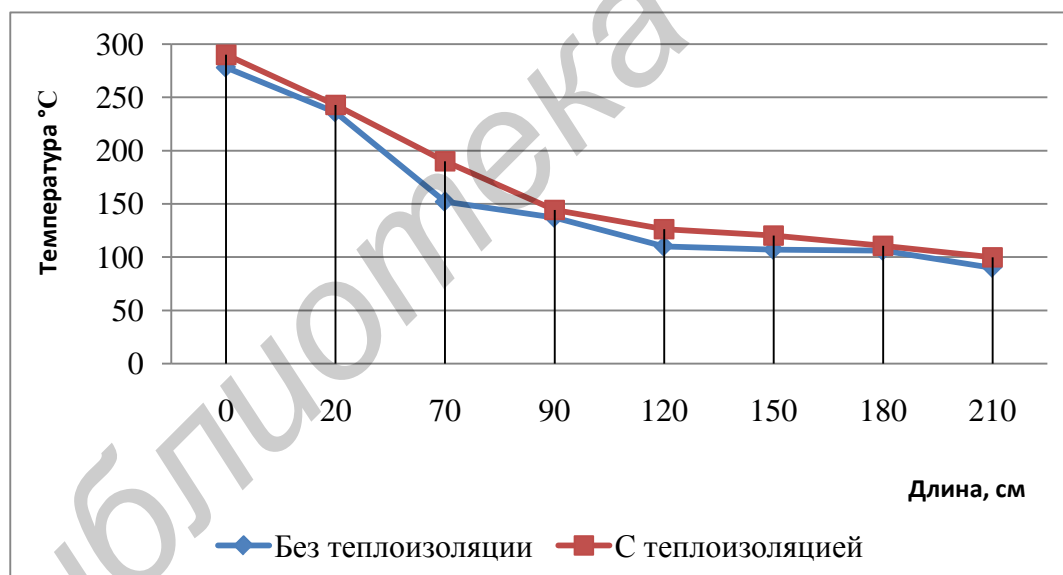


Рис. 3 – Распределение температуры по длине первичного излучателя при мощности нагревателя 4 кВт

Анализ представленных на рисунке 3 результатов показывает, что абсолютная температура поверхности первичного излучателя при увеличении потребляемой электрической мощности нагревателя до 4 кВт возрастает примерно на 50 градусов, а перепад температуры по длине первичного излучателя составляет около 190 градусов. Повышение абсолютной температуры первичного излучателя при наличии локального слоя теплоизоляции на его начальном участке составляет те же 10...15 градусов.

Таким образом полученные экспериментальные результаты показывают повышение энергетической эффективности первичного излучателя при наличии на его поверхности локального теплоизолирующего слоя.

Список использованных источников:

1. Гинзбург А.С. Технология сушки пищевых продуктов. -М.:Пищевая промышленность, 1976. -248с.
2. Зворыкин Д. Б. Отражательные печи инфракрасного нагрева / Д. Б. Зворыкин, А. Т. Александрова, Б. П. Байкальцев. – М. : Машиностроение, 1985. – 176 с.