

## ВЫБОР ИК-ГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ ЖАРЕНЬЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Ю. Ф. ЛИТУС, А. В. ЮЛИН, А. Г. МАЗУРЕНКО, В. Г. ФЕДОРОВ

Киевский торгово-экономический институт  
Киевский ордена Трудового Красного Знамени технологический институт  
пищевой промышленности

Эффективность использования термической обработки мясных кулинарных изделий инфракрасным ИК-излучением зависит от правильного выбора типа ИК-генератора.

Мы исследовали влияние типа ИК-генератора на интенсивность прогрева отдельных слоев мясных кулинарных изделий и определяли количество энергии, поглощаемой этими слоями. Была создана экспериментальная установка, на которой располагались следующие ИК-генераторы: КГ-1000-220 (длина волн  $\lambda_{max}=1,2$  мкм), трубчатый кварцевый генератор с хромоникелевой спиралью (температура нагрева  $t=1100^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_{max}=2,5$  мкм) и тэн ( $t=720^\circ\text{C}$ ,  $\lambda_{max}=2,9-3,2$  мкм).

Исследуемым образцом был бифштекс рубленый [1], изготовляемый во всех опытах толщиной 20 мм и диаметром 80 мм.

Плотность лучистого потока, падающего на поверхность изделия при облучении различными ИК-генераторами, изменяли путем перемещения проволочной сетчатой платформы с уложенным образцом по высоте установки.

Для определения величины тепловых потоков, воспринимаемых изделием, применяли теплотметрические датчики плотности тепловых потоков [2]. Регистрируя общее количество теплоты, идущее на прогрев изделия, испарение влаги и эндотермические процессы за период термической обработки, теплотметрические датчики дают возможность не только получить полную характеристику распределения тепловых потоков, но и количественно рассчитать их. Схема закладки датчиков приведена на рис. 1 (а). Датчик 1 уложен непосредственно на поверхность изделия, датчики 2 и 3 заложены на глубину 5 и 10 мм соответственно. Закладка датчиков производилась таким образом, чтобы исключить взаимное влияние их друг на друга, то есть они были смещены по объему изделия и в то же время располагались на одной линии относительно оси генератора, что значительно уменьшало погрешность измерения. Сигналы, генерируемые термодатчиками, регистрировались с помощью самопишущего потенциометра ЭПП-09.

На рис. 1 приведены результаты исследования. Величина плотности теплового потока  $q$ , воспринимаемая поверхностью образца (кривая 1), во всех опытах была одинакова, независимо от типа применяемого ИК-генератора (КГ-1000-220 — кривые 2, 2'; хромоникелевая спираль 3, 3'; тэн — 4, 4'), что добивались за счет изменения расстояния между изделием и излучателем.

Характер изменения кривых теплового потока центра изделий (2', 3', 4') показывает, что наиболее интенсивен прогрев при облучении излучателем КГ-1000-220 и наименее — при использовании тэна.

Количество энергии, поглощенной центральным слоем за период облучения образца ИК-генератором, можно определить путем пла-

ниметрирования площади под соответствующими линиями тепловых потоков, исходя из формулы:

$$Q = F \int_0^{\tau} q(\tau) d\tau, \quad (1)$$

где  $q$  — плотность теплового потока, воспринимаемого геометрическим центром изделия (кривые 2', 3' и 4', рис. 1),  $Вт/м^2$ ;

$\tau$  — время облучения, с;

$F$  — площадь верхней поверхности изделия,  $м^2$ .

Так, при  $\tau=600$  с количество энергии  $Q$ , поглощенное центральным слоем при облучении КГ-1000-220, ИК-излучателем с хромоникелевой спиралью и тэном, соответственно равно 3,74, 3,33 и 2,75 кДж. Таким образом, за одинаковое время облучения при использовании КГ-1000-220 количество энергии, поглощенное центральными слоями, в 1,4 раза больше по сравнению с тэном.

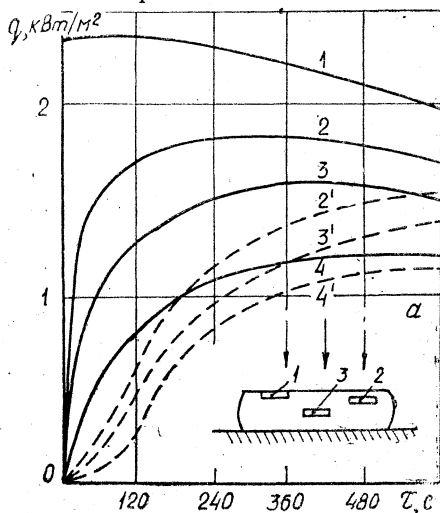


Рис. 1

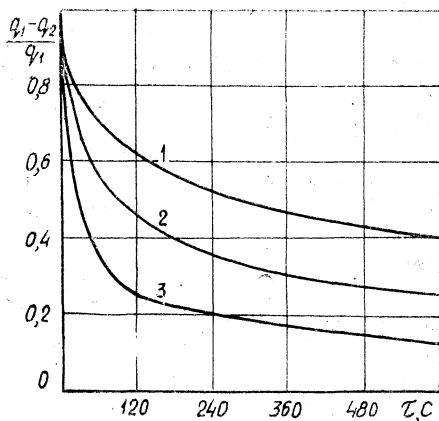


Рис. 2

Площади, заключенные между кривыми 1—2, 1—3 и 1—4 характеризуют энергию, затраченную на образование корочки при использовании различных ИК-генераторов. Численное ее значение можем определить по уравнению

$$Q = F \int_0^{\tau} q_1(\tau) d\tau - F \int_0^{\tau} q_2(\tau) d\tau, \quad (2)$$

где  $q_1$  — плотность теплового потока, воспринимаемого поверхностью образца (кривая 1),  $Вт/м^2$ ;

$q_2$  — плотность теплового потока на глубине 1,5 мм от поверхности (кривые 2, 3, 4),  $Вт/м^2$ ;

$F$  — площадь верхней поверхности изделия,  $м^2$ ;

$\tau$  — время облучения, с.

За 600 с величина  $Q$ , затраченная на образование корочки при использовании генератора типа КГ-1000-220, ИК-излучателя с хромоникелевой спиралью и тэна, соответственно равна 1,27, 2,14 и 3,24 кДж.

Как видно, при использовании тэна на образование корочки расходуется в 2,6 раза энергии больше, чем при КГ-1000-220.

Изменение отношения плотности теплового потока, пошедшего на образование корочки, к плотности теплового потока, воспринимаемого

поверхностью изделия  $\frac{q_1 - q_2}{q_1}$ , в зависимости от типа ИК-генератора за период облучения представлено на рис. 2 (тэн — кривая 1; хромоникелевая спираль — 2; КГ-1000-220 — 3).

Характер изменения  $\frac{q_1 - q_2}{q_1} = f(\tau)$  объясняется глубиной проникновения ИК-лучей в зависимости от длины волны максимального излучения.

Пропускательная способность бифштекса рубленого при толщине слоя образца 2 мм для  $\lambda_{max} = 1,04$  мкм составляет 7,55%, тогда как при  $\lambda_{max} = 2,9$  мкм — 1,33% от величины интегральных потоков ИК-облучения [3], чем и объясняется более интенсивное изменение данной зависимости для КГ-1000-220 (кривая 3) по сравнению с тэном (кривая 1).

К окончанию облучения 50% энергии, падающей на поверхность изделия от тэна, расходуется на образование корочки, тогда как для КГ-1000-220 — около 15%.

В диапазоне изменения  $\lambda_{max}$  от 1,04 до 4,5 мкм коэффициент отражения бифштекса рубленого изменяется от 8,27 до 7,04 [3]. Следовательно, при использовании исследуемых типов ИК-генераторов величина отражения, практически, остается на одном уровне.

Полученные зависимости по проникновению и поглощению тепловых потоков хорошо согласуются с данными по определению выбора типа ИК-генераторов в зависимости от терморadiационных характеристик пищевых продуктов и спектральных характеристик излучателей [3, 4, 5].

### ВЫВОДЫ

1. Теплотрический способ выбора ИК-генераторов в зависимости от характера технологического процесса сравнительно прост, нагляден, быстро воспроизводим и позволяет количественно рассчитать расход энергии на образование корочки и прогрев отдельных слоев изделия.

2. Полученные данные по распределению тепловых потоков при облучении ИК-генераторами хорошо согласуются с данными других авторов о взаимосвязи терморadiационных характеристик мясных продуктов со спектральными характеристиками излучателей. Для быстрого прогрева изделия по толщине с образованием поджаристой корочки необходимо применять среднетемпературные излучатели, а для интенсивного прогрева продуктов без предъявления особых требований к корочке — высокотемпературные ИК-генераторы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. — М.: Экономика, 1982. — 720 с.
2. Федоров В. Г. Теплотрия в пищевой промышленности. — М.: Пищ. пром-сть, 1974. — 176 с.
3. Справочник (под ред. Рогова И. А.). Электрофизические, оптические и акустические характеристики пищевых продуктов. — М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. — 288 с.
4. Гинзбург А. С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности. — М.: Пищ. пром-сть, 1966. — 407 с.
5. Островский Л. В. Инфракрасный нагрев в общественном питании. — М.: Экономика, 1978. — 104 с.

Кафедра оборудования и автоматизации  
предприятий общественного питания

Кафедра общей теплотехники

Поступила 31 VIII 1984