

Определение оптических характеристик пищевых продуктов.

Проф. Вороненко Б.А., проф. Пеленко В.В., доц. Иваненко В.П.,
аспирант Стариков В.В.

Санкт-Петербургский государственный университет
низкотемпературных и пищевых технологий

При определении интегральных оптических характеристик применялись источники излучения: лампа ЗС-150; кварцевая лампа КГ-1000-220 и нихромовая спираль, радиометр, обладающий достаточно высокой и ровной чувствительностью в широком диапазоне спектра ИК-излучения. В качестве приемников лучистого интегрального потока, установки, для определения интегральной пропускательной способности и для определения коэффициента отражения материала (отражательной способности).

Ключевые слова: источник излучения, пропускательная способность, отражательная способность, спектр.

Для измерения спектральных оптических характеристик, необходимых для исследования процессов нагрева и сушки мясных и рыбных продуктов инфракрасными лучами, используется автоматический двухлучевой инфракрасный спектрофотометр ИКС-14А. Выбор указанного спектрофотометра обусловлен следующими его преимуществами по сравнению со спектрометрами и спектрофотометрами, используемых во многих работах [1-6]: возможно непосредственно получить спектральную кривую пропускания при высокой точности измерений и небольшой длительности эксперимента.

Также используются специальные разборные герметичные кюветы из фтористого кальция [7], в которые помещаются образцы, обеспечивающие постоянство влажности исследуемого образца в течение всей записи спектра пропускания; замораживающий микротом, с помощью которого нарезаются образцы необходимой толщины (от 0,01 до 5,0 мм); оптическая приставка, рекомендованная [8] для измерения спектров отражения материалов, диффузно отражающих или рассеивающих излучение; алюминиевая пластинка марки АВ-1000, подвергнутая специальной обработке, в качестве эталона, диффузно отражающего излучение.

При определении интегральных оптических характеристик применяются также источники излучения (лампа ЗС-150, кварцевая лампа КГ-1000-220, нихромовая спираль), радиометр, обладающий достаточно высокой и ровной чувствительностью в широком диапазоне спектра ИК-излучения, в качестве приемника интегрального лучистого потока, установка, для определения интегральной пропускательной способности (рис. 1), состоящая из штатива, на котором закреплены ИК-источник, экранированная пластина с водяным затвором, подставка для радиометра. Для избежания нагрева независимо друг от друга стенки

радиометра и затвор охлаждаются проточной водой. Вместе с исследуемым образцом внутрь радиометра помещается вкладыш, способствующий уменьшению расстояния между образцом и чувствительной поверхностью радиометра, а также снижения величины лучистого потока диффузно рассеянного образцом [8], и установка для определения интегральной отражательной способности (рис. 2), состоящая из систем, излучающей лучистый поток и воспринимающей отраженное от образца излучение. Система излучения включает в себя сменный ИК-источник, отражатель, коллимационную трубку (внутренняя часть которой для устранения многократного отражения покрывается сажей с добавлением клея) с установленными в ней диафрагмами и отрегулированную таким образом, что дает возможность получать практически параллельный пучок ИК-излучения.

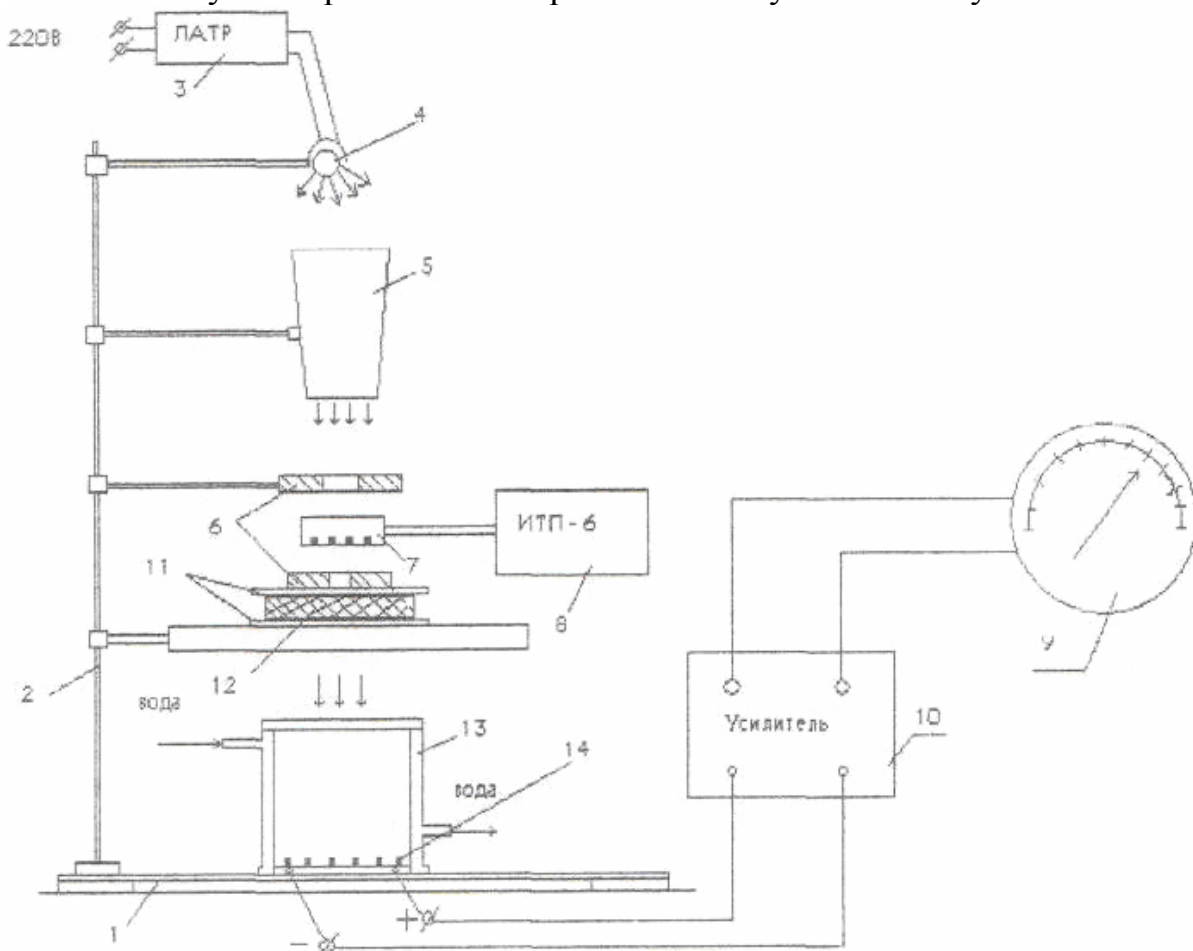


Рис. 1 Установка для определения оптической проницаемости пищевых материалов (коэффициент пропускания).

1 – основание; 2 – стойка; 3 – регулятор напряжения; 4 – источник излучения (лампа ЗС - 150); 5 – конфузор; 6 – диафрагмы; 7 – датчик; 8 – измеритель плотности теплового потока (ИТП - 6); 9 – показывающий прибор (микроамперметр 14136); 10 – усилитель аналогового сигнала; 11 – стеклянные пластины; 12 – образец; 13 – радиометр (фотометр); 14 – термостолбик (батарея термопар).

Система, воспринимающая отраженный лучистый поток, состоит из радиометра, подключенного к милливольтмикроамперметру типа МІ 98/3. Для защиты радиометра от воздействия прямого излучения, последний в процессе исследования отгораживается от излучающей системы металлическим экраном -

пластиной из матированного алюминия, диффузно отражающей 96% падающего на неё потока ИК-излучения с $\lambda \geq 1$ мкм [8, 9]. В области длин волн, меньших 1,0 мкм, коэффициент отражения матированного алюминия несколько меньше. Эталон выбирается с учетом соответствия индикаторов отражения образца и эталона [8].

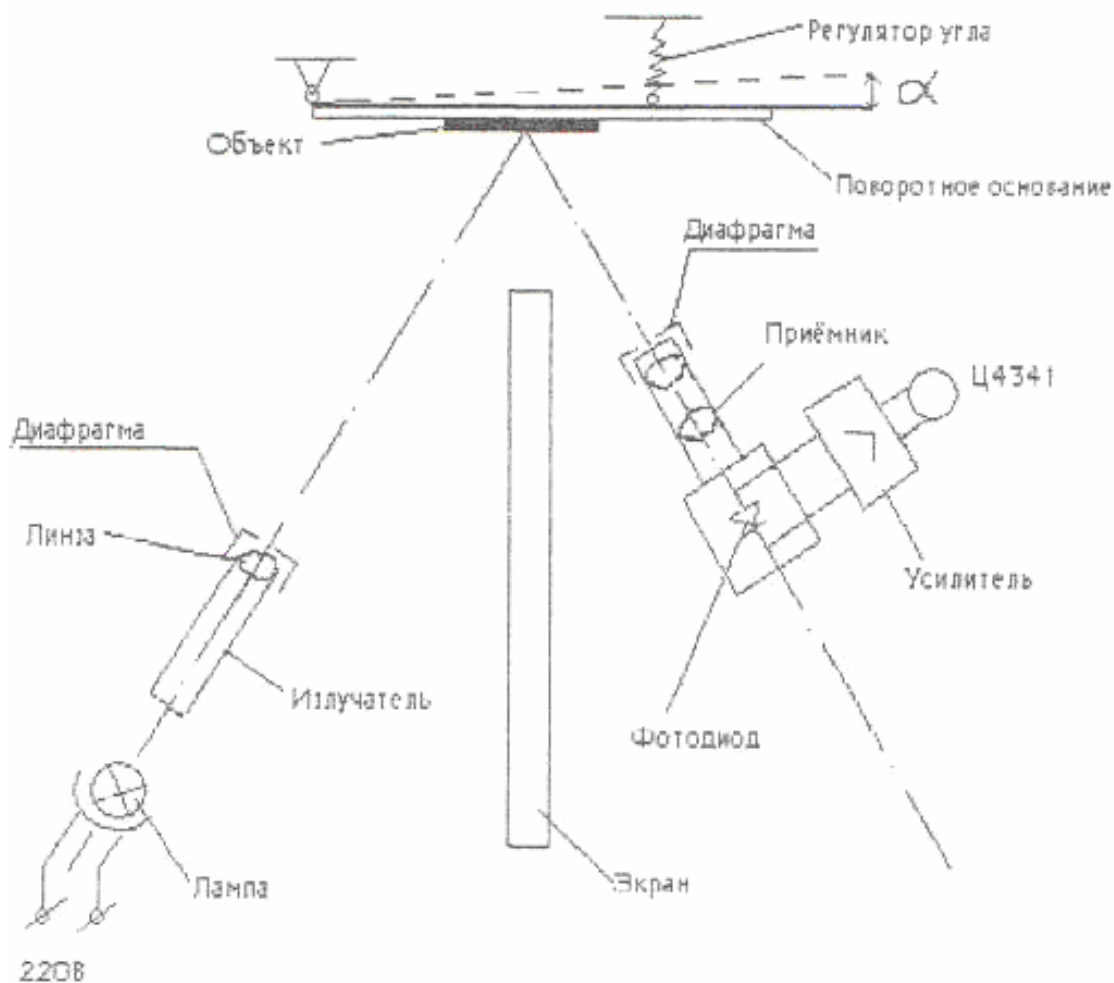


Рис. 2 Установка для определения коэффициента отражения материала (отражательной способности).

Для определения плотности лучистого потока и разработки ИК-режимов термообработки рыб используются:

- установка, состоящая из сменных панелей: первой – с лампой ЗС-150 (1 штуки); второй – с лампами КГ-1000-220 (3 штуки); третьей – с нихромовой спиралью (5 рядов);
- подставка для противня, позволяющая устанавливать его на определенном расстоянии от панели с излучателями;
- измеритель тепловых потоков ИТП-4, обладающий довольно ровно чувствительностью в достаточно широком диапазоне длин волн ИК-спектра;
- милливольтметр типа МІ 98/3;
- эксикатор для сохранения постоянной влажности образцов.

Чувствительный элемент ИТП-4 для повышения коэффициента поглощения покрыт платиновой чернью. Учитывая особенности ИК-излучения, датчик ИТП-4 располагается строго перпендикулярно по отношению к панели с излучателями.

Применяются потенциометр типа ПП-63, класса точности 0,05 и игольчатые ХК термопары ($\alpha = 0,1$ мм) для измерения температуры в образцах рыбы. Для определения термоэдс все термопары соединяются через пакетный переключатель с потенциометром с поправкой температуры на холодный спай. Холодные спаи термопар помещаются в пробирку с минеральным маслом и термостатируются тающим льдом в сосуде Дьюара; применяют для взвешивания полуфабрикатов и готовых изделий электрические весы типа «Лабор 500», класса точности $\pm 0,1$ г., применяемые для взвешивания полуфабрикатов и готовых изделий.

Экспериментально было установлено, что для трески и морского окуня кривые пропускания их кожи спинки, брюшка (толщина равна 1,0 мм) и мышечной ткани (толщина равна 1,0 мм) имеют качественно подобные спектры. Основная зона пропускания этих образцов наблюдалась в коротковолновой области спектра от 0,76 до 1,8 мкм. Максимум пропускания ИК-излучения приходился на диапазон с $\lambda = 1,2$ мкм. Кривая пропускания образцов в области спектра 1,25 – 3,0 мкм сопровождалась наличием резких полос поглощения при $\lambda = 1,45; 1,93; 2,5$ и $2,9$ мкм. На участке 1,8 – 3,0 мкм происходило некоторое снижение пропускания и, наконец, в области спектра 3,0 – 10,0 мкм их пропускательная способность практически равна нулю, а поглощение излучения тканями рыбы имело наибольшие значения.

Ярко выраженная селективность к поглощению ИК-излучения тканями рыбы определяется, как известно [9, 10], резонансным поглощением излучения молекулами сухого вещества и молекулами свободной, структурной и связанной воды. При этом основным фактором, определяющим характер кривых пропускания, является факт наличия в образцах определенного количества воды. Из литературных данных известно, что даже небольшое содержание свободной, структурной или связанной влаги в материале или наличие группы ОН в структуре молекул вещества вызывают появление полос поглощения вблизи длин волн 0,75; 0,85; 0,98; 1,45; 1,93 и 4,74 мкм; более интенсивные полосы поглощения проявляются вблизи длин волн 2,924; 6,12 и 15,8 мкм. Действительно, полученные спектры пропускания образцов качественно подобны аналогичной кривой пропускания воды, а величина их спектрального пропускания в значительной мере определяется количеством воды, содержащейся в образце.

Качественная аналогичная зависимость спектральной пропускательной способности продуктов от содержания в них влаги наблюдалась при снятии спектрограмм мясопродуктов (говядины, свинины, мясного фарша, баранины, печени, почек) [8], мясных полуфабрикатов (бифштекса, натурального, рубленного, котлеты рубленой) [5], овощей (баклажан, кабачков, моркови) [11].

Список литературы

1. Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Иваненко В.П. и др. Исследование фотометрических характеристик пищевых продуктов с целью интенсификации процессов их тепловой обработки.// Межвузовский сборник научных трудов «Теория и практика разработки ресурсосберегающего пищевого оборудования», СПб, ГОУ ВПО СПбГУНиПТ, 2006. - с. 61-65.
2. Рогов И.А., Некрутман С.В. СВЧ и ИК-нагрев пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 210с.

3. Сахаров Н.Н. Использование ИК-излучений в технологии рыбы. – М.: Пищевая промышленность, 1969. – 165с.
4. Рогов И.А., Горбатов А.В. Новые физические методы обработки мясопродуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1994. – 302с.
5. Островский Л.В. Исследование процесса тепловой обработки мясных кулинарных изделий инфракрасными лучами: Автореф. дис. на соиск. степ. к. т. н. – М., 1971. – 25с.
6. Удальцова М.Н. Термообработка океанических рыб в ИК-аппаратах предприятий общественного питания. – М.; 1983. – 253с.
7. Инфракрасный спектрофотометр ИКС-14А. – (Инструкция). – Л.; Государственный оптико-механический завод им. ОГПУ. – 20с.
8. Жуков Н.Н. Исследование термической обработки некоторых мясопродуктов инфракрасным излучением.: Автореф. дис. на соиск. степ. к. т. н. – М., 1971. – 25с.
9. Ильясов С.Г., Красников В.В. Методы определения оптических и терморadiационных характеристик пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 172с.
10. Ильясов С.Г. и др. Методы измерения спектральных терморadiационных характеристик пищевых продуктов. – Изв. вузов СССР. Сер. Пищевая технология, №5, 1980. - С. 8-9.
11. Рогов И.А., Мальский А.Н. и др. Исследование оптических характеристик овощей, подвергаемых тепловой обработке инфракрасным излучением. – М., - (Всесоюзный симпозиум. Применение инфракрасной техники в пищевых отраслях промышленности). 1973. – С. 63.