

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ТЕРМОРАДИАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛОГОВОГО И ЦИФРОВОГО ПРИБОРОВ

Ключевые слова: корнеплоды моркови, ИК-облучение, терморadiационные характеристики, аналоговый прибор, цифровой прибор, коэффициент пропускания.

Многими исследователями отмечено, что различные коллоидные капиллярно-пористые тела, к которым относятся и корнеплоды моркови, обладают четко выраженной селективностью к поглощению ИК-излучения в диапазоне длин волн ИК-спектра. Поэтому источники излучения следует подбирать исходя из конкретных терморadiационных и оптических характеристик данного материала, с учетом конструктивных особенностей и энергетической характеристики аппарата.

К терморadiационным характеристикам пищевых продуктов относятся спектральные коэффициенты отражения R_λ , поглощения A_λ и пропускания T_λ .

Для обеспечения объемного облучения продукта необходимо определить диапазон длин волн ИК-спектра, в пределах которого продукт имеет наименьшую отражательную и наибольшую поглощательную способности при значительной проникаемости облучаемого сырья. Корреляция спектральных терморadiационных характеристик материала с эмиссионными характеристиками ИК-генератора излучения позволяет выбрать рациональный тип генератора и обосновать оптимальные режимы его работы.

Терморadiационные характеристики объектов зависят от многих факторов: влажности и температуры, преобладающей формы связи влаги с материалом, его структуры, полей влагосодержания в объекте и т.д. Это свидетельствует о сложности проблемы исследования оптических свойств материалов и необходимости стабилизации указанных параметров в процессе эксперимента при большой его

продолжительности. В связи с этим возникает задача усовершенствования способа измерения спектральных терморadiационных характеристик корнеплодов моркови [1].

Для определения спектральных терморadiационных характеристик корнеплодов моркови нами были использованы аналоговый и цифровой приборы, принципиальные электрические схемы которых приведены на рисунках 1 и 2 [2].

Спектральные терморadiационные характеристики определялись по следующей методике. В основе заложена идея измерения температуры на двух различных глубинах обрабатываемого материала. В качестве чувствительного температурного элемента используется полупроводниковый микротерморезистор типа МТ-54. Постоянная времени нагрева этого микротерморезистора равна 500 мкс, поэтому измерение температуры можно производить в течение 2-3 с. Поскольку электронный усилитель имеет линейную характеристику, то показания приборов n и плотность потока проникающего излучения I_x связаны следующей зависимостью

$$I_x = n \cdot K, \quad (1)$$

где K – постоянная прибора (при использовании данной методикой можно принять $K = 1$).

Общий вид приборов приведен на рисунках 3 и 4.

Для проведения эксперимента очищенная морковь, влажностью 60-65%, нарезалась на кружки толщиной 2-3 мм, толщина слоя варьировалась от 5 до 30 мм с интервалом 5 мм. Эксперимент проводился на специальной ИК-установке, предназначенной для осуществления таких технологических операций, как сушка и карамелизация (рис. 5).

Экспериментальные данные, измеренные двумя приборами, представлены в таблицах 1 и 2.

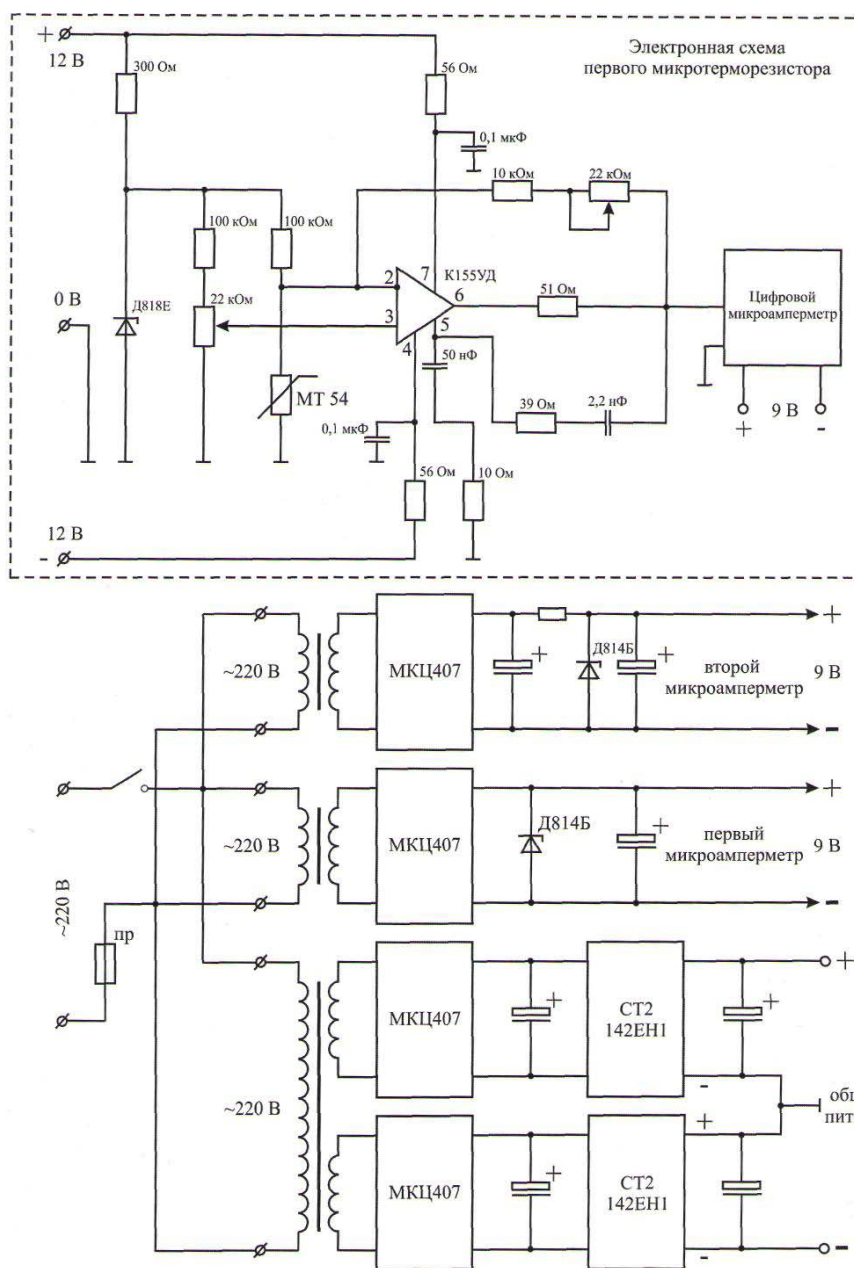


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема цифрового прибора



Рис. 3. Общий вид аналогового прибора

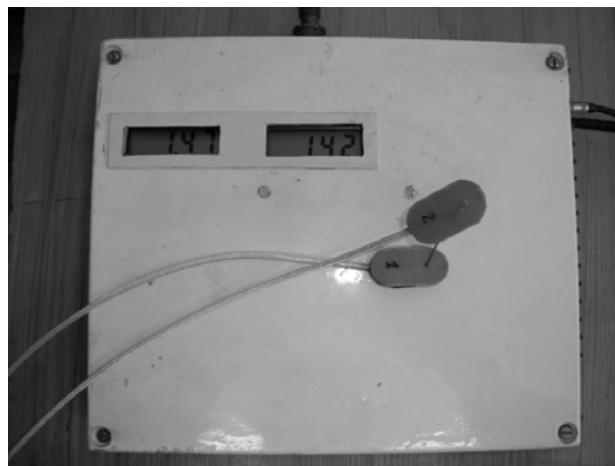


Рис. 4. Общий вид цифрового прибора

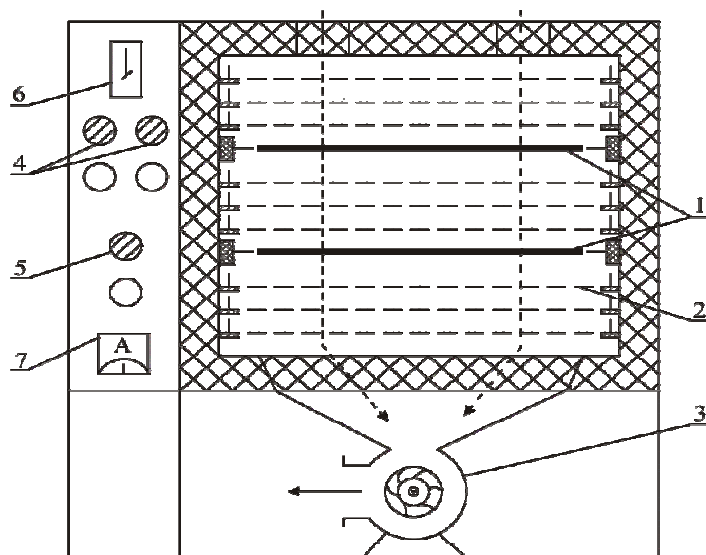


Рис. 5. Технологическая схема установки с управляемым прерывным ИК облучением:
 1 – ИК-облучатели; 2 – кассеты с сырьем; 3 – центробежный вентилятор;
 4 – пульт управления ИК-облучателями; 5 – пульт управления вентилятором;
 6 – автоматический выключатель; 7 – амперметр

Таблица 1

Экспериментальные данные, измеренные цифровым прибором

Толщина слоя моркови, мм	Показания микроамперметров μA_1 и μA_2 и спектральный коэффициент пропускания для различных источников ИК-излучения								
	коротковолновый		T, %	средне-волновый		T, %	длинноволновый		T, %
	μA_1	μA_2		μA_1	μA_2		μA_1	μA_2	
5	11000	6490	59	9700	3800	39	8500	2500	29
10	11000	5600	46	9700	2900	30	8500	2000	23
15	11000	3850	35	9700	2400	24	8500	1700	20
20	11000	3410	31	9700	1900	20	8500	1400	16
25	11000	2970	27	9700	1600	16	8500	1100	13
30	11000	2640	24	9700	1300	13	8500	850	10

Таблица 2

Экспериментальные данные, измеренные аналоговым прибором

Толщина слоя моркови, мм	Показания микроамперметров μA_1 и μA_2 и спектральный коэффициент пропускания для различных источников ИК-излучения								
	коротковолновый		T, %	средне-волновый		T, %	длинноволновый		T, %
	μA_1	μA_2		μA_1	μA_2		μA_1	μA_2	
5	280	168	60	240	96	40	210	63	30
10	280	126	45	240	72	30	210	50	24
15	280	95	34	240	60	25	210	42	20
20	280	84	30	240	48	20	210	35	17
25	280	75	25	240	40	14	210	29	14
30	280	64	23	240	33	13	210	21	10

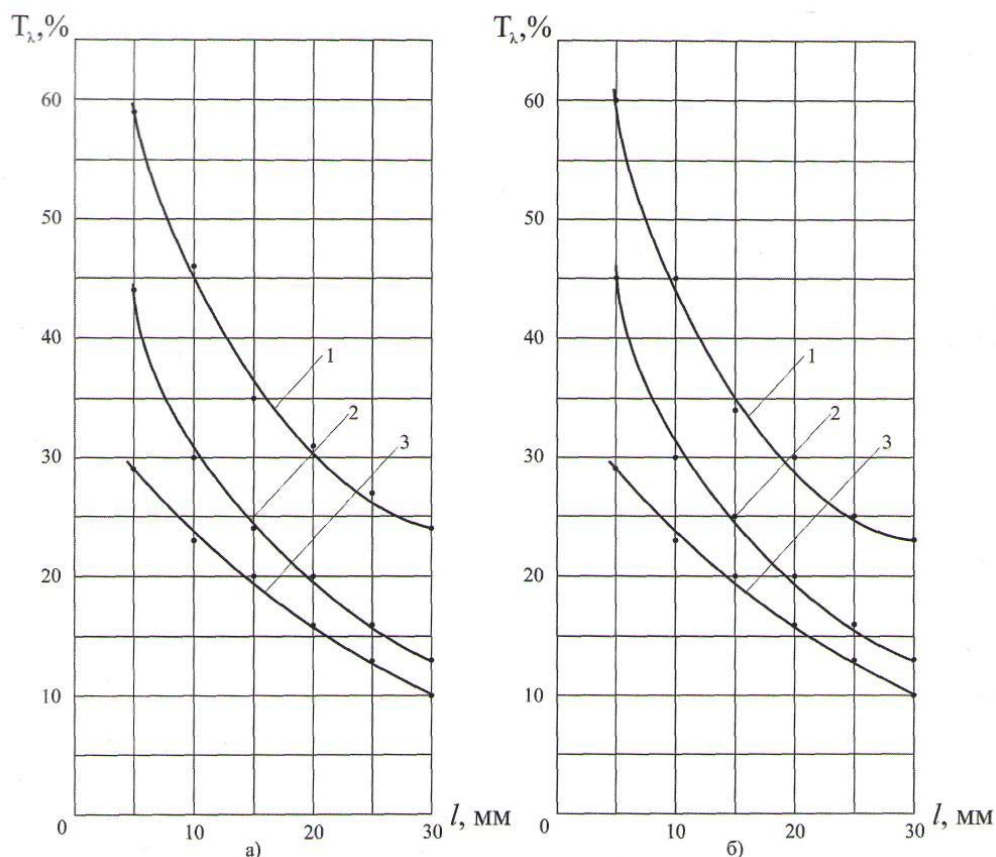


Рис. 6. Зависимость спектрального коэффициента пропускания корнеплодов моркови от толщины слоя, измеренная цифровым (а) и аналоговым (б) приборами: 1 – коротковолновый ИК излучатель ($\Delta\lambda_{\max} = 1,4-1,6$ мкм); 2 – средневолновый ИК излучатель ($\Delta\lambda_{\max} = 2,0-3,0$ мкм); 3 – длинноволновый ИК излучатель ($\Delta\lambda_{\max} = 6-8$ мкм)

Библиографический список

1. Спири́н Р.И. Разработка технологии хлеба из целого зерна пшеницы с предварительной ИК-обработкой зерна: автореф. дис. ... к.т.н. / Р.И. Спири́н. – М.: МГУПП, 2007. – 24 с.

2. Худоно́гов А.М. Технология обработки дикорастущего и сельскохозяйственного сырья высококонцентрированным инфракрасным нагревом: дис. ... д.т.н.:

05.20.01., 05.20.02. / А.М. Худоно́гов. – Новосибирск, 1989. – 428 с.

3. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Н. Корн. – М.: Наука, 1984. – 831 с.

4. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: справочник / под ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – М.: Энергоиздат, 1982. – 512 с.

