

УДК 641.546.44

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛОГО-ТЕМПЕРАТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ СУШАРКИ З ПЛІВКОВИМ ЕЛЕКТРОНАГРІВАЧЕМ

Приходько П. А., Павленко В. М.

Київський національний університет технологій та дизайну

Стаття присвячена підвищенню енергоефективності радіаційно-конвективних побутових сушарок за рахунок використання в якості інфрачервоного випромінювача плівкового електронагрівача.

Ключові слова: побутова сушарка, радіаційно-конвективна сушарка, енергоефективність, інфрачервоне випромінювання

Використання інфрачервоних (ІЧ) випромінювачів в сушінні харчових продуктів є перспективним напрямком. Сутність інфрачервоного випромінювання полягає в порушенні атомів і молекул, яке відбувається при їх тепловому русі. Такі характеристики процесу сушіння продуктів із застосуванням інфрачервоного випромінювання дозволяють говорити про те, що цей напрямок в даний час є одним з найперспективніших серед інших методів сушіння харчових продуктів. Даний метод сушіння зберігає в продукті до 90% вітамінів та інших корисних речовин. Внаслідок цього перспективним питанням є покращення даного типу сушарок, а саме зниження енергоспоживання, що забезпечить підвищення їх конкурентоспроможності [2].

Постановка завдання

Метою даної роботи є розроблення нового технічного рішення, яке спрямоване на покращення енергоефективності побутових радіаційно-конвективних сушарок за рахунок заміни нагрівного елемента на основі ІЧ-випромінювання, що дає можливість використання їх в побуті без суттєвих змін конструкцій при зменшенні затрат енергії на висушування продуктів.

Поставлені у роботі задачі вирішуються за допомогою теоретичних та експериментальних методів досліджень.

Об'єктом дослідження є процес випаровування вологи з продуктів під дією інфрачервоного випромінювання.

Предметом дослідження є побутові сушарки з плівковим інфрачервоним випромінювачем.

Результати досліджень

Проведення досліджень в області підвищення ефективності побутових радіаційно-конвективних сушарок може бути досягнуто, в першу чергу, підвищенням ефективності нагрівних елементів в сушильній камері.

Під аббревіатурою ПЛЕН, яка розшифровується як плівковий електронагрівач або плівковий інфрачервоний електронагрівач, слід розуміти ламіновану дво- або тришарову плівку сумарною товщиною 0,3-0,6 мм. Система працює від мережі 220V і витримує коливання напруги в мережі від 160V до 300V. Робота енергозберігаючої системи інфрачервоного випромінювання ПЛЕН заснована на використанні плівкового променистого електронагрівача, виготовленого відповідно до ТУ 3468-001-0047 2006-99 [1].

Робота ПЛЕН нешкідлива для людей і живих організмів.

Система ПЛЕН окупається за 2 роки і значно економить витрати.

Саме тому в порівнянні з аналогами, сушильна шафа на основі плівкового електронагрівача має високу енергоефективність, в даній сушарці використано один квадратний метр ПЛЕНу тому його енергоспоживання складає 200 Вт·г [3].

Об'єктом сушіння було обрано яблука, тому виходячи з норм часу затраченого на сушіння яблук в побутових радіаційно-конвективних сушарках, було розраховано кількість споживаної енергії на сушку одного кілограма яблук за формулою:

$$P_c = P_r + t$$

де P_r – споживання ПЛЕНом енергії за годину, Вт; t – час за який висушуються яблука сорту антонівка, хв.; $t = 540 \text{ хв} = 9 \text{ год}$.

Виходячи з рис. 1 видно, що розраховані данні не відповідають експериментальним дослідженням, оскільки не було враховано затрат енергії на роботу системи вентиляції в сушильній камері. Але розроблена нами установка є енергоефективнішою ніж побутові сушарки, представлені на ринку України.

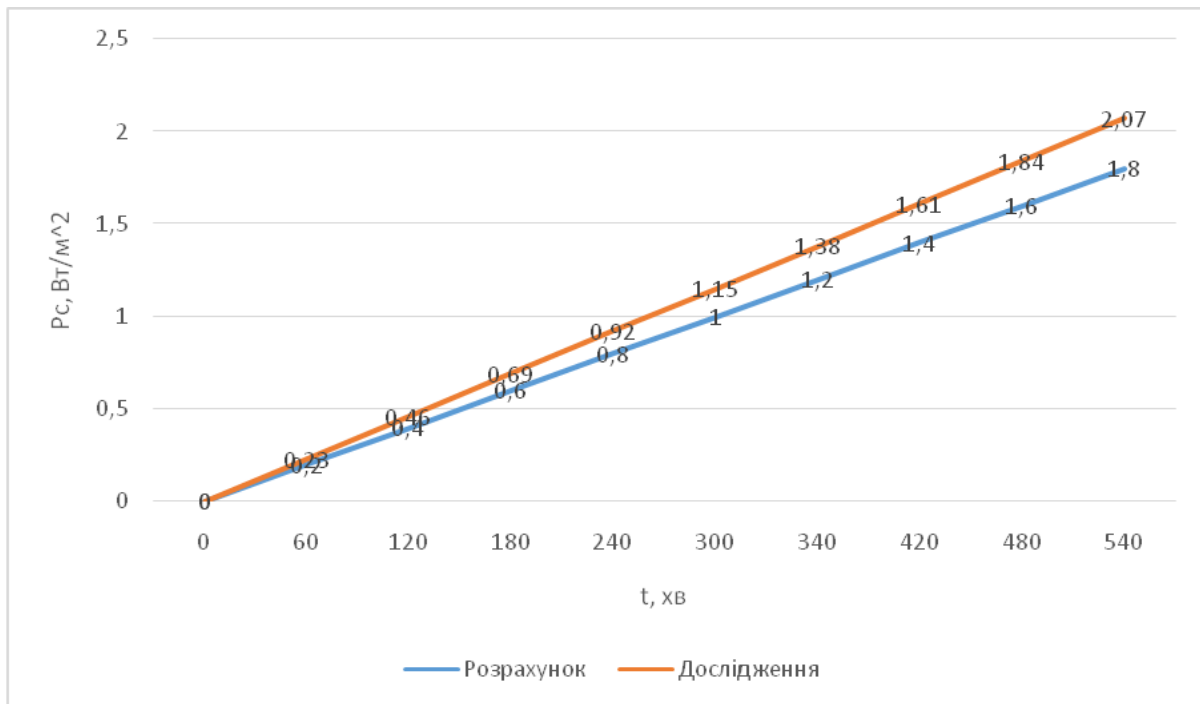


Рис. 1. Графік залежності затрат електроенергії на висушування кілограма яблук залежно від часу

Таблиця 1

Технічні характеристики побутових сушарок різних видів

Характеристика	Вид сушарки	Конвективна	Інфрачервона	Мікрохвильова	Практична модель
Температура сушіння, °С		від 35 до 70 °С	від 32 до 68 °С	до 70 °С	від 30 до 64 °С
Час неперервної роботи, хв		1170	необмежений	необмежений	необмежений
Напруга та частота мережі, В., Гц		220-240 В, 50 Гц	220-230 В, 50 Гц	220-250 В, 50 Гц	220-240 В, 50 Гц
Потужність, Вт		400	500	700	250
Габаритні розміри (В х Ш х Г), см		31,5х30	21.6 х 43.2 х 48.3	26 х 45 х 33	43 х 60 х 50
Вага, кг		3	7.3	10	7
Кількість лотків, шт		5	5	7	4

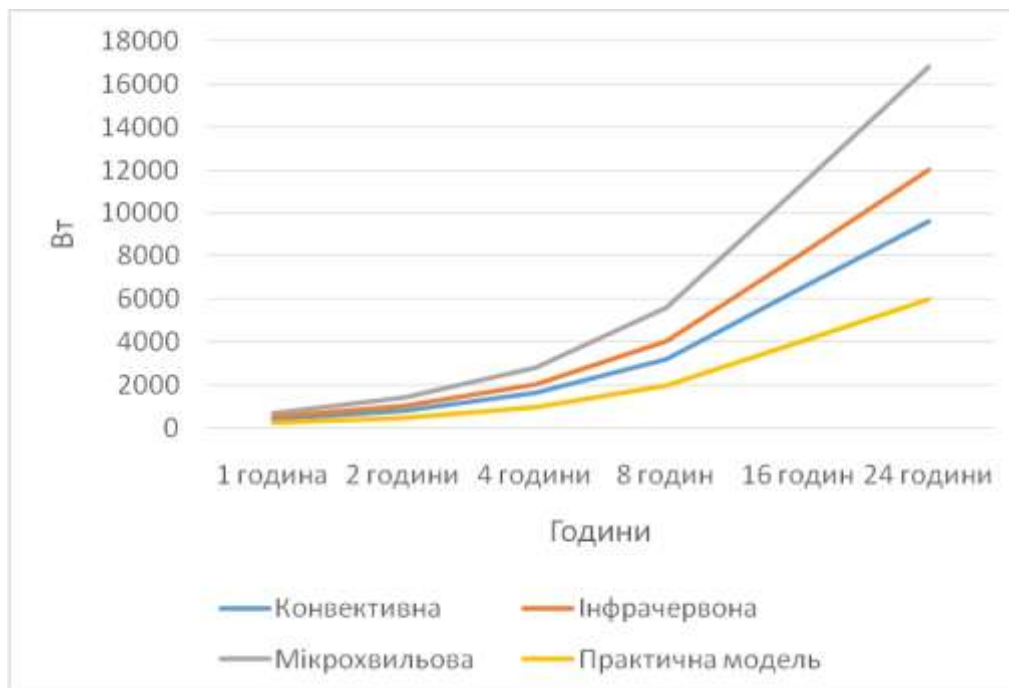


Рис. 2. Графік залежності енергоспоживання від часу сушіння

Як видно з рис. 2, побутова сушарка, де в якості нагрівальних елементів використано ПЛЕНов інфрачервоні випромінювачі, має суттєву перевагу перед іншими побутовими сушарками з огляду на енергоефективність.

Процес сушіння відбувався таким чином: перед завантаженням в сушарку яблука ретельно милися під проточною водою, хоча і на початковому етапі зайва волога подовжила процес сушіння. Наступним етапом було видалення серцевини. Після чого яблука нарізали скибочками. Товщина шматочків в нарізці повинна бути не більше 5 мм. Тому нами обрана товщина, яка дорівнює 3 мм. Після цього яблука викладалися в лотки рівномірно в 1 ряд на сітки. Інфрачервоне випромінювання діяло на продукт за всією площиною лотків. Висушування відбувалося при температурі близько 50-55°C. Наприкінці сушіння швидкість випаровування зайвої вологи уповільнюється але, це не заважало висохнути яблукам за 9 годин. Сушіння закінчується тоді, коли різниця між попереднім і наступним заміром ваги була не більше 1%. Після закінчення сушіння колір яблук повинен бути блідим, оскільки в потемнілих яблуках гинуть всі корисні вітаміни. Кожної години вмикали систему вентиляції для вилучення зайвої вологи, хоча це і знижувало температуру в сушарці але, це необхідно для уникнення запікання продукту. В подальшому планується автоматизувати систему вилучення вологого повітря для автоматичної роботи системи. В експерименті було використано 700 грам

яблук сорту Антонівка які були висушені за 8 годин 40 хвилин до 100 грамової тари при температурі 55-70 °С (табл. 2)

Таблиця 2

Залежність маси яблук від часу сушіння, маса яблук вказана разом з тарою

Маса m, гр	Час t, хв	Температура t, °С
3040	0	33
3000	15	43
2970	30	42
2940	45	42
2910	60	45
2890	75	51
2860	90	55
2825	105	55
2760	135	60
2710	165	55
2650	195	50
2615	225	58
2580	255	50
2545	285	58
2525	315	65
2520	345	59
2505	405	60
2495	465	65
2485	520	70

Розрахунок швидкості сушіння яблук розраховувався за формулою:

$$m = \frac{m_{\text{п}} - m_{\text{к}}}{t}$$

де: $m_{\text{п}}$ – початкова маса продукту, $m_{\text{п}} = 1000$ г; $m_{\text{к}}$ – кінцева маса продукту, $m_{\text{к}} = 150$ г; t – час необхідний для сушіння 1 кг яблук, $t = 540$ хв.

Виходячи з отриманих даних видно, що має місце певна похибка оскільки на початку сушіння доводилось частіше вмикати систему видалення зайвої вологи з камери для запобігання запікання продуктів тому температура сушіння на початку була менша (табл. 2).

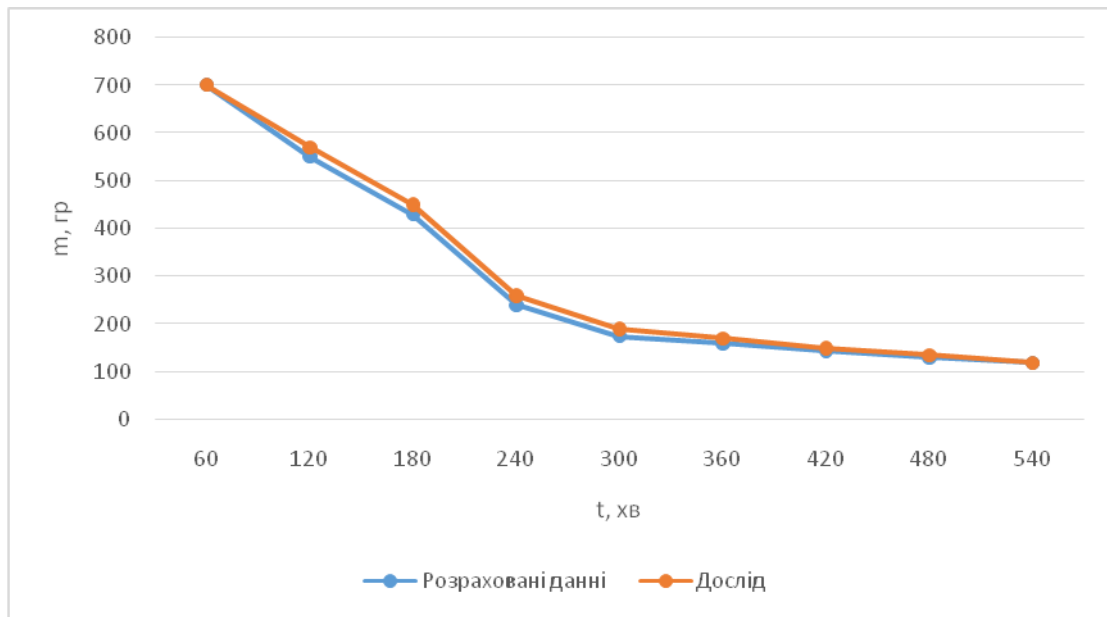


Рис. 3. Графік залежності зміни маси яблук від часу сушіння

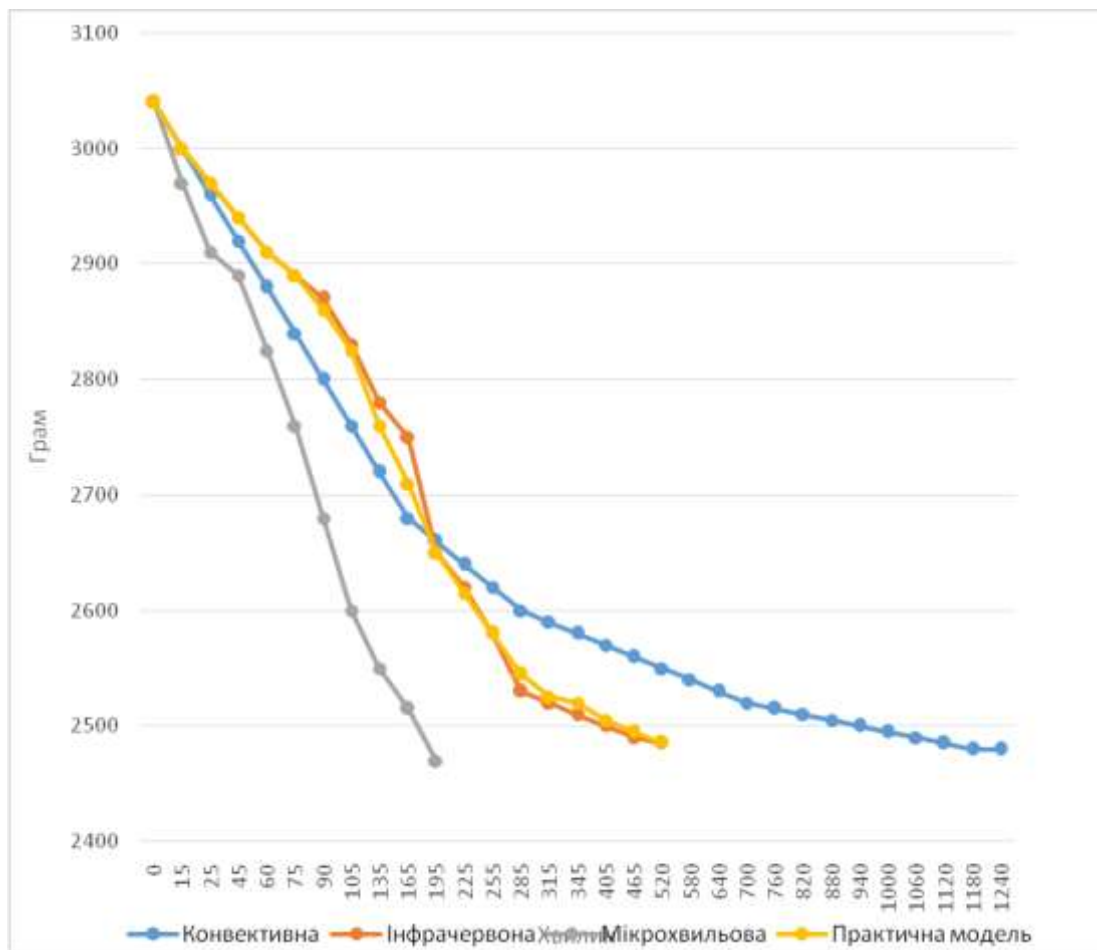


Рис. 4. Графік залежності маси яблук від часу сушіння в різних видах сушарок

Як видно з рис. 4, практична модель сушарки сушить у 2 рази швидше ніж конвективна, в свою чергу мікрохвильова сушарка сушить у 2 рази швидше ніж практична модель сушарки, при цьому електроспоживання такої сушарки 4 рази більша (табл. 2).

З рис. 2 та табл. 2 видно, що практична модель являється більш енергоефективною, що в наш час є дуже важливим фактором.

Висновки

Під час дослідження волого-температурних параметрів радіаційно-конвективної сушарки з використанням в якості нагрівального елемента ПЛЕНОВОГО ІЧ випромінювача, з'ясовано, що час, затрачений на сушіння продукту в розробленій моделі сушарки вдвічі менший порівняно з використанням конвективної, при цьому енергоспоживання такої сушарки вдвічі менше в перерахунку на 1 кг продукту, що дає можливість використання такої сушарки в побуті для виробництва напівфабрикатів з послідуочим довгостроковим їх зберіганням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Холманский А. С. Особенности термодинамических свойств воды / А. С. Холманский – К. : Доклады РАСХН, 2006. – С. 63-66.
2. Гинзбург А. С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности / А. С. Гинзбург. – М. : Агро-промиздат, 1985. – 336 с.
3. Орлов А. И. Нечисловая статистика / А. И. Орлов. – М. : «МЗ-Пресс», 2004. – 516 с.

Приходько П. А., Павленко В. Н.

Исследования влаго-температурных параметров сушилки с пленочным электронагревателем

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Статья посвящена повышению энергоэффективности радиационно-конвективных бытовых сушилок за счет использования в качестве инфракрасного излучателя пленочного электронагревателя.

Ключевые слова: бытовая сушилка, радиационно-конвективная сушилка, энергоэффективность, инфракрасное излучение

Prikhodko P. A., Pavlenko V. N.

Research moisture temperature parameters dryers membranous heaters

Kyiv National University of Technologies and Design

The article is devoted to the energy efficiency of radiation-convection dryers za house hold through the use of an infrared emitter film electric heater.

Key words: household dryer, radiation-convection dryer, energy efficiency, infrared radiation