

• суттєва економічна доцільність використання, оскільки автоматизація установок бактерицидного знезараження і правильність використаних розрахунків для необхідної дози опромінювання забезпечують енергозберігаючий режим – кількість ультрафіолетових ламп пропорційна кількості води.

Необхідність використання методу ультрафіолетового знезараження води підтверджується Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, оскільки він рекомендований для широкого використання на об'єктах водопідготовки та водовідведення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Cabaj A. Schoenen Biodosimetry: model calculations for u.v. water disinfection devices with regard to dose distributions / Cabaj A., R. Sommer D. Schoene. – [s. l.] : [s. n.], 1996. – P. 1003–1009.
2. Мейер А. Ультрафіолетовое излучение / Мейер А., Зейтц Э. М. – [б. м.] : ИЛ, 1952. – 424 с.
3. Сарычев Г. С. Облучательные светотехнические установки / Г. С. Сарычев. – М. : Энергоатомиздат, 1992. – 241 с.
4. Применение ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздушной среды помещений организаций пищевой промышленности, общественного питания и торговли продовольственными товарами : МУ 2.3.975-00 / Информационно-издательский центр Минздрава России. – М. : [б. и.], 2000. – 28 с.
5. Источники ультрафиолетового излучения: методика проведения измерений параметров ультрафиолетового излучения : МВУ 11-038-2007 / ННЦ «Институт метрологии». – Х. : [б. и.], 2007. – 33 с.
6. Семенов А. О. Використання ультрафіолетового випромінювання для бактерицидного знезараження води, повітря та поверхонь / Семенов А. О., Кожушко Г. М., Семенова Н. В. // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2013. – № 23.02. – С. 179–186.
7. Кожушко Г. М. Установка бактерицидного знезараження питної води. Пат. 71953. Україна. МПК C02F 1/32 / Кожушко Г. М., Берлінова Л. В., Семенов А. О.; Полтав. ун-т економіки і торгівлі. – № 201203392; заявл. 21.03.2012; опубл. 25.07.2012; Бюл. № 14.
8. Семенов А. А. Источники ультрафиолетового излучения для бактерицидного обеззараживания воды и воздуха / Семенов А. А., Берлинова Л. О., Семенова Н. В. // Сборник научных трудов SWorld. – Вып. 2, т. 7. – Одесса : Купrienko, 2013. – С. 44–49.

УДК 641.538.06

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ПАРОКОНВЕКТОМАТІВ

**В. М. Кудрявцев, кандидат технічних наук;
В. А. Парамонова, кандидат технічних наук;
М. Г. Нестерцов; Д. В. Куропятник**

На сучасному етапі розвитку на підприємствах харчування широко застосовуються пароконвекційні печі (пароконвектомати). Пароконвектомат дозволяє проводити 70 % усіх можливих операцій теплової обробки, що дозволяє замінити близько 40 % теплового обладнання. Циркуляція гарячого повітря і пари окремо або у комбінації дозволяє у од-

ному пароконвектоматі застосовувати різні способи приготування продуктів: смаження, запікання, варіння, тушкування, регенерація, балансування та інші функції. У більш досконалих моделях пароконвектоматів є додаткові, специфічні режими приготування. Але слід зазначити, що дотепер робота пароконвектоматів під час обробки різних харчо-

вих продуктів мало досліджена та для опису процесів немає достатньої теоретичної бази.

В останніх публікація, присвячених цій темі, значна увага приділяється тому, що на теперішній час таке обладнання представлено на ринку переважно зарубіжними виробниками, а аналоги, які виробляються на пострадянському просторі, працюють зазвичай у ручному режимі. Для створення нових систем автоматичного контролю параметрів гріючого середовища необхідні наукові дослідження режимів термообробки продуктів в пароповітряному середовищі та впливу встановлених режимів на інтенсивність процесів тепло- і масообміну [1].

Метою статті є встановлення зміни температури всередині камери та в продукті під час обробки картоплі в пароконвектоматі на різних режимах.

Метою проведення експериментальних досліджень є визначення оптимальних значень вологості та температури в камері й висоти розміщення гастроємностей для забезпечення раціональних (мінімальний час обробки та кращі органолептичні показники продукту) режимів обробки картоплі.

Експериментальні дослідження проводилися на базі пароконвектомату Unox XB 403g, який випускається серійно. Пароконвектомат був встановлений на робочому столі відповідно до керівництва з експлуатації (рис. 1).



Рис. 1. Експериментальний стенд для дослідження роботи пароконвектомату:
1 – пароконвектомат, 2 – ваги, 3 – оптичний термометр

Під час експерименту кожні 2 хв за допомогою оптичного термометра контролювали температуру продукту. Робочі параметри вологості та температури в камері знімали постійно протягом експерименту із сенсорної панелі за допомогою відео зйомки. Час контролювали секундоміром. Для проведення експерименту, продукт попередньо розрізався на кубики з розміром $10 \times 10 \times 10$ мм. Водночас з цим пароконвектомат виводили на робочий режим згідно з матрицею планування.

За результатами попереднього розрахунку відносна вологість в камері була обмежена діапазоном від 10 до 30 %. Попередні експериментальні дослідження підтвердили неможливість отримання скоринки на поверхні картоплі під час обробки в пароконвектоматі на

режимах, у яких вологість перевищувала 30 %. Одночасно виміряли зміну маси продукту та його температури, та загальний час обробки.

Відповідно до цього був поставлений трифакторний експеримент з обробки картоплі у пароконвектоматі (X_1 – температура всередині камери, X_2 – відносна вологість в камері, X_3 – висота розміщення продукту в камері).

Рівні варіювання факторів експерименту приведені в табл. 1. Кількість повторних дослідів становить 2. За функцію відгуку використовували час готування картоплі – Y_1 (τ , с).

На рис. 2–4 наведено графічні дані про зміни температури на поверхні продукту протягом його обробки при різних рівнях вологості в камері.

Таблиця 1

Досліджувані фактори та рівні варіювання

Досліджувані фактори	t, °C	φ, %	h, м
Основний рівень	160	20	0,195
Одиниця варіювання	20	10	0,135
Верхній рівень	180	30	0,33
Нижній рівень	140	10	0,06
Кодові значення перемінних	X1	X2	X3

Слід зазначити, що у перші 2 хв температура продукту досягає свого основного рівня, на якому у подальшому підтримується її значення протягом усього циклу обробки. Незначні коливання можливо пояснити постійною циркуляцією повітря в камері.

Зміну температури продукту можливо описати такими поліноміальними рівняннями:

Вологість 10 %:

1: 180 °C, 10 %, 0,33 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0037 \cdot \tau^5 - 0,1657 \cdot \tau^4 + 2,7393 \cdot \tau^3 - 21,297 \cdot \tau^2 + 78,78 \cdot \tau + 18,434; \quad (1)$$

2: 180 °C, 10 %, 0,06 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0047 \cdot \tau^5 - 0,2069 \cdot \tau^4 + 3,3532 \cdot \tau^3 - 24,748 \cdot \tau^2 + 83,257 \cdot \tau + 18,543; \quad (2)$$

3: 140 °C, 10 %, 0,33 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0009 \cdot \tau^5 - 0,0517 \cdot \tau^4 + 1,1246 \cdot \tau^3 - 11,351 \cdot \tau^2 + 53,073 \cdot \tau + 18,948; \quad (3)$$

4: 140 °C, 10 %, 0,06 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0007 \cdot \tau^5 - 0,0405 \cdot \tau^4 + 0,9434 \cdot \tau^3 - 10,216 \cdot \tau^2 + 50,577 \cdot \tau + 19,236. \quad (4)$$

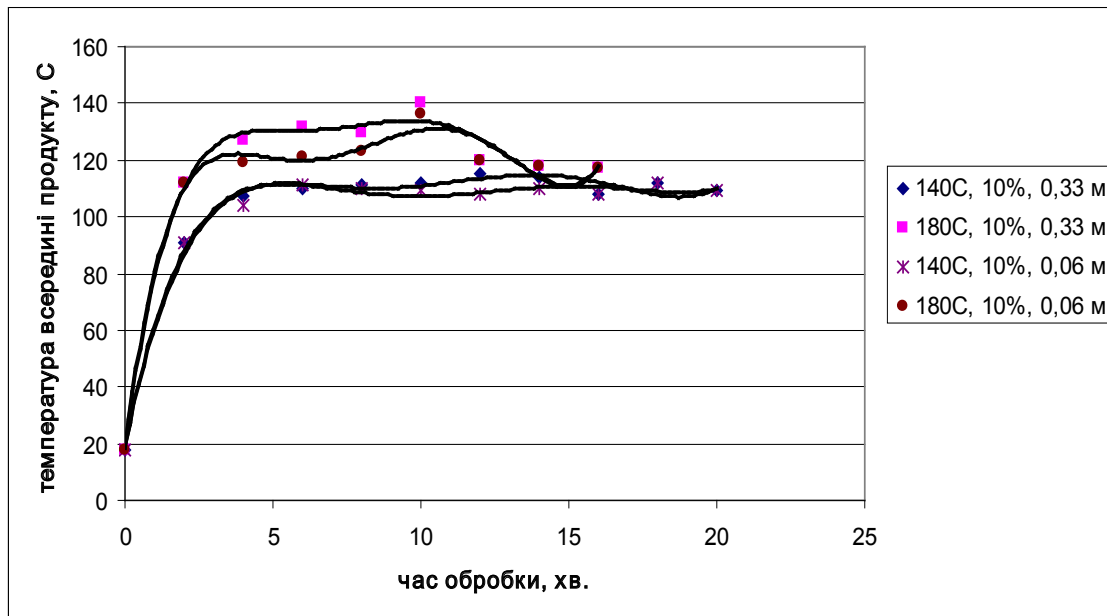


Рис. 2. Зміна температури поверхні продукту протягом його обробки на різних режимах при вологості в камері 10 %

Вологість 20 %:

1: 180 °C, 20 %, 0,33 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0041 \cdot \tau^5 - 0,1804 \cdot \tau^4 + 2,949 \cdot \tau^3 - 22,557 \cdot \tau^2 + 81,606 \cdot \tau + 18,634; \quad (5)$$

2: 180 °C, 20 %, 0,195 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0035 \cdot \tau^5 - 0,1618 \cdot \tau^4 + 2,8027 \cdot \tau^3 - 22,325 \cdot \tau^2 + 81,012 \cdot \tau + 18,613; \quad (6)$$

3: 160 °C, 20 %, 0,195 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0018 \cdot \tau^5 - 0,0939 \cdot \tau^4 + 1,8154 \cdot \tau^3 - 16,155 \cdot \tau^2 + 65,953 \cdot \tau + 19,076; \quad (7)$$

4: 160 °C, 20 %, 0,33 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0016 \cdot \tau^5 - 0,0832 \cdot \tau^4 + 1,6297 \cdot \tau^3 - 14,807 \cdot \tau^2 + 62,462 \cdot \tau + 19,041. \quad (8)$$

Вологість 30 %:

1: 180 °C, 30 %, 0,06 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0027 \cdot \tau^5 - 0,1269 \cdot \tau^4 + 2,2054 \cdot \tau^3 - 17,861 \cdot \tau^2 + 68,626 \cdot \tau + 19,205; \quad (9)$$

2: 160 °C, 30 %, 0,195 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0029 \cdot \tau^5 - 0,1478 \cdot \tau^4 + 2,8011 \cdot \tau^3 - 23,582 \cdot \tau^2 + 84,015 \cdot \tau + 19,822; \quad (10)$$

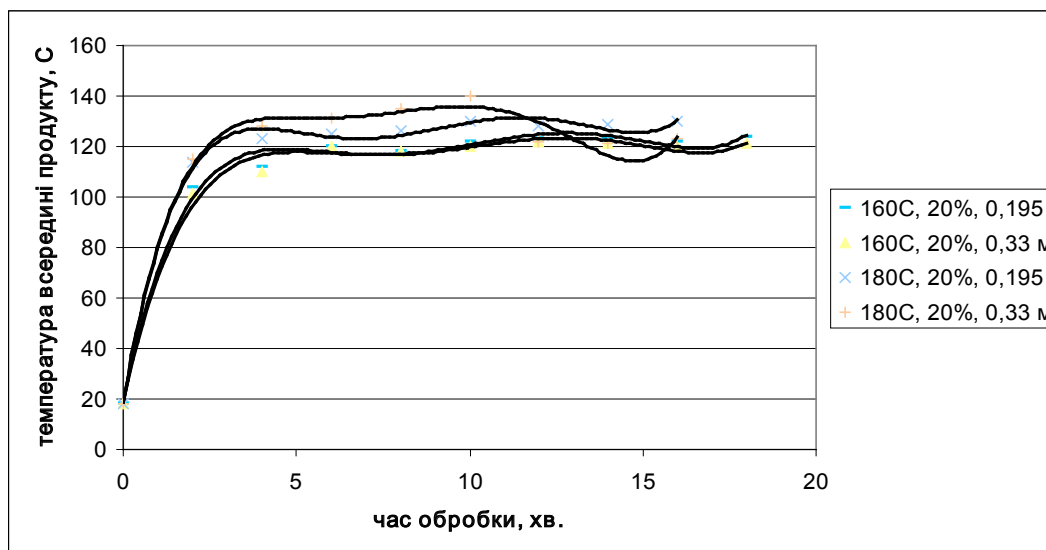


Рис. 3. Зміна температури поверхні продукту протягом його обробки на різних режимах при вологості в камері 20 %

3: 140 °C, 30 %, 0,06 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0016 \cdot \tau^5 - 0,0883 \cdot \tau^4 + 1,7843 \cdot \tau^3 - 16,21 \cdot \tau^2 + 65,283 \cdot \tau + 19,722; \quad (11)$$

4: 180 °C, 30 %, 0,33 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0028 \cdot \tau^5 - 0,1299 \cdot \tau^4 + 2,2528 \cdot \tau^3 - 18,187 \cdot \tau^2 + 69,409 \cdot \tau + 18,921; \quad (12)$$

5: 140 °C, 30 %, 0,06 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0016 \cdot \tau^5 - 0,0883 \cdot \tau^4 + 1,7843 \cdot \tau^3 - 16,21 \cdot \tau^2 + 65,283 \cdot \tau + 19,722; \quad (13)$$

6: 140 °C, 30 %, 0,33 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0015 \cdot \tau^5 - 0,0819 \cdot \tau^4 + 1,6782 \cdot \tau^3 - 15,467 \cdot \tau^2 + 63,177 \cdot \tau + 19,521; \quad (14)$$

7: 180 °C, 30 %, 0,195 м ($R^2 = 0,98$):

$$t = 0,0027 \cdot \tau^5 - 0,1269 \cdot \tau^4 + 2,2054 \cdot \tau^3 - 17,861 \cdot \tau^2 + 68,626 \cdot \tau + 19,205. \quad (15)$$

З отриманих залежностей видно, що під час обробки продукту при вологості 30 % висота розміщення продукту в камері майже не впливає на температуру продукту, тоді як при більш низькій вологості температура продукту може відрізнятись майже на 20 °C.

Органолептичний аналіз отриманого продукту показав, що за смаковими властивостями найкраща картопля може бути отрима-

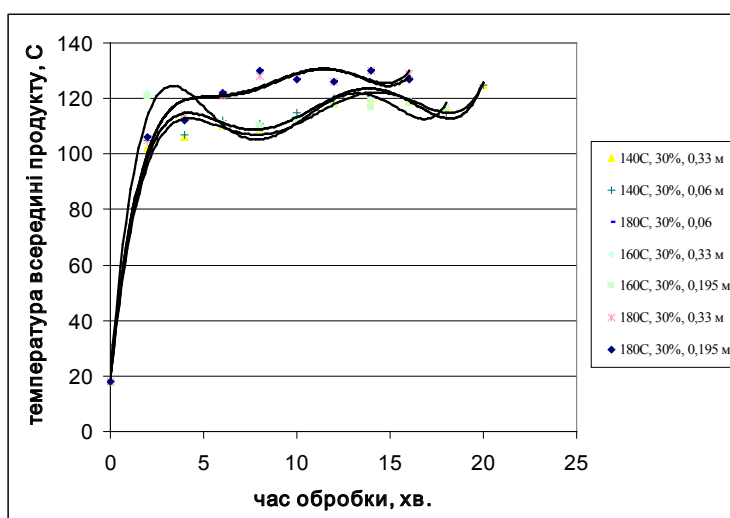


Рис. 4. Зміна температури поверхні продукту протягом його обробки на різних режимах при вологості в камері 30 %

на при встановленні вологості в камері 10 %, підвищення температури до 180 °С скорочує тривалість обробки на 2 хв і дає більш привабливу скоринку, причому майже не впливає на загальну споживану потужність.

Також важливим є той факт, що температура в камері на режимах з вологістю 30 % і більше не досягає встановлених значень температури (якщо вона вища, ніж 180 °С), а коливається близько до встановленої межі.

Експериментально встановлено максимальні значення температури всередині камери та на поверхні продукту в процесі обробки картоплі у пароконвектоматі на різних режимах обробки, отримано математичні моделі для її розрахунку. Для складання більш детальних рекомендацій щодо роботи з пароконвектоматами необхідні додаткові досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Захаров А. А. Повышение эффективности процесса обработки пищевых продуктов в пароконвектоматах : автореф. дисс. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.12 / Захаров А. А. – М., 2004. – 20 с.
2. Корнюшко Л. М. Исследование теплотехнических и эксплуатационных характеристик пароконвектоматов [Электронный ресурс] / Л. М. Корнюшко, В. П. Иваненко, В. В. Быкова // Процессы и аппараты пищевых производств : электронный научный журнал. – С.Пб., 2007. – Вып. 2. – Режим доступа: <http://processes.open-mechanics.com/articles/43.pdf>. – Назва з екрана.
3. Феदिшина Е. Ю. Разработка и обоснование технологии приготовления кулинарной продукции в пароконвектомате : автореф. дисс. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.15 / Феदिшина Е. Ю. – С.-Пб., 2007. – 20 с.

УДК 664.74.001

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА СХЕМА РОБОТИ ВІБРАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТЕРА З ДЕКОЮ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

О. Л. Фалько, кандидат технічних наук; А. В. Коваленко

Через низьку питому енергоємність, простоту пристрою й обслуговування, надійність, а також унаслідок можливості сполучення на одній машині декількох технологічних операцій вібраційні транспортуючі машини мають істотні переваги перед багатьма іншими видами транспортуючих машин [1, 3, 4]. На перелічених позитивах базуються перспективи для подальшого їх розвитку та модернізації. У відомих авторитетних працях [2, 6–8] описується механіка руху матеріалу по коливній поверхні, за якою визначаються як технологічні параметри процесу вібротранспортування, так і параметри вібротранспортуючої машини.

При існуючій формі національної економіки нашої держави можна чекати виникнення серйозної енергетичної проблеми.

Щоб запобігти енергетичній кризі та в подальшому забезпечити підвищення ефективності виробництва, варто значно підвищити технічний рівень, що сприятиме створенню нових типів прогресивного обладнання й удосконалення діючого.

Мета статті – аналітичне визначення змін необхідної потужності для роботи вібраційного транспортера зі ступінчастою декою, що здійснює коливання у горизонтальній площині (при $\gamma = 0$), порівняно з потужністю роботи традиційного транспортера з тією ж продуктивністю при різних кутах направленості коливань γ .

В існуючих конструкціях вібраційних транспортерів коливання направлені під кутом до робочого органу γ [1, 3, 4]. Розглянемо схе-