



**НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ**

**20**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Харчова**  
**ПРОМИСЛОВІСТЬ**

Заснований у 1965 р.

Київ НУХТ 2016

- Українець А.І., Харітон Т.Я. Розроблення способу отримання мафінін оздоровчого призначення 100 *Ukrainets A., Khariton T. Method of health improvement maffin obtaining development*
- Сімахіна Г.О., Стетсенко Н.О., Науменко Н.В. Особливості створення спеціалізованих харчових продуктів геродієтичного спрямування 107 *Simakhina G., Stetsenko N., Naumenko N. The specifications of designing the special food-stuffs with gerodietetic destination*

## РОЗДІЛ 2. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

### Процеси харчових виробництв

- Павелко В.І., Грыбков С.В., Заславський А.І., Дмитренко Д.С. Математичне моделювання процесу термічної обробки м'ясних виробів 115 *Pavelko V., Hrybkov S., Zaslavskiy A., Dmytrenko D. Mathematical modeling of thermal processing of meat products*
- Пащенко Б.С., Литвиненко О.А., Штефан С.В. Перспективні матеріали для фільтраційних мембран харчової промисловості 123 *Pashchenko B., Lytvynenko O., Shtefan E. The promising materials for the filtration membranes of the food industry*
- Дубковецький І.В., Юрчак В.Г., Рожно О.В., Казмірчишин В.О. Дослідження процесу сушіння, тепло- і масообмінних характеристик безглютенових макаронних виробів 130 *Dubkovetskiy I., Yurchak V., Rozhno O., Kazmiryshen V. Study of the drying process, heat- and mass-transfer characteristics of gluten-free pasta*

### Обладнання та устаткування

- Соколенко А.І., Васильківський К.В., Степанець О.І. Рекуперація кінетичної енергії в технологічних машинах 138 *Sokolenko A., Vasilkovskiy K., Stepanets O. Recovery of kinetic energy in industrial machines*
- Бабанов І.Г., Михайлов В.М., Бабкіна І.В., Шевченко А.О., Михайлова С.В. Способи і апарати для електроконтактної обробки харчової сировини 146 *Babanov I., Mikhaylov V., Babkina I., Shevchenko A., Mikhaylova S. Methods and apparatus for the electrocontact treatment of raw materials*

### Пакування: розробка, дослідження, переробка

- Горчакова О.М., Якимчук М.В., Іванова Л.І., Якимчук В.М. Дослідження ефективності роботи пневмоприводу з функцією рекуперації енергії в пристроях пакувального обладнання 153 *Gorchakova O., Yakymchuk M., Ivanova L., Yakymchuk V. Research of the work efficiency of the pneumatic drive with the function of energy recovery in the devices of the packing equipment*

### Керування виробничими процесами

- Кишенко В.Д., Гончаренко Б.М., Лобок О.П. Реалізація сценаріїв керування технологічними процесами хлібопекарського виробництва 161 *Kyshenko V., Goncharenko B., Lobok O. The scenario process control bakery*
- Савчук О.В., Ладанюк А.П., Власенко Л.О. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для багатосортного виробництва 167 *Savchuk O., Ladanyuk A., Vlasenko L. Intelligent decision support system for multiproduct production*

### Енергетика та виробничі процеси

- Гаронюк І.І. Техніко-економічні аспекти рекуперації теплоти відпрацьованих газів 175 *Garonyuk I. Intensification of heating of grain is in dryer by gases with enhanceable maintenance of moisture*

## SECTION 2. PROCESSES AND EQUIPMENT

### Processes of Food Industries

- 115 *Pavelko V., Hrybkov S., Zaslavskiy A., Dmytrenko D. Mathematical modeling of thermal processing of meat products*
- 123 *Pashchenko B., Lytvynenko O., Shtefan E. The promising materials for the filtration membranes of the food industry*
- 130 *Dubkovetskiy I., Yurchak V., Rozhno O., Kazmiryshen V. Study of the drying process, heat- and mass-transfer characteristics of gluten-free pasta*

### Machinery and Equipment

- 138 *Sokolenko A., Vasilkovskiy K., Stepanets O. Recovery of kinetic energy in industrial machines*
- 146 *Babanov I., Mikhaylov V., Babkina I., Shevchenko A., Mikhaylova S. Methods and apparatus for the electrocontact treatment of raw materials*

### Packing: Development, Researches, Processing

- 153 *Gorchakova O., Yakymchuk M., Ivanova L., Yakymchuk V. Research of the work efficiency of the pneumatic drive with the function of energy recovery in the devices of the packing equipment*

### Control of Production Processes

- 161 *Kyshenko V., Goncharenko B., Lobok O. The scenario process control bakery*
- 167 *Savchuk O., Ladanyuk A., Vlasenko L. Intelligent decision support system for multiproduct production*

### Power engineering and productions

- 175 *Garonyuk I. Intensification of heating of grain is in dryer by gases with enhanceable maintenance of moisture*

## METHODS AND APPARATUS FOR THE ELECTROCONTACT TREATMENT OF RAW MATERIALS

I. Babanov, V. Mikhaylov, I. Babkina, A. Shevchenko, S. Mikhaylova  
National University of Food Technologies

Key words:	ABSTRACT
electro-contact heating, electricity, heat treatment, cake mix, stuffing	The article contains analysis of existing methods and devices for construction electro-contact heating of food. To implement electro-contact heating using the apparatus and methods are different methods of processing and structural diversity. The vast majority of devices designed to handle stuffing masses and for mass production of sausages. Testing method electro-contact heating has shown that purely electric current heating in most cases is not enough. For toasted crust must use parallel heating from another source, such as from the heated surface. This also enables thermal processing speed. Given the effectiveness of electro-contact heating undoubtedly a need to implement it in the restaurant business, namely fast food chains, various cafeterias and cafes. This method might be to produce burgers and other culinary products. This problem is solved in the proposed device.
<b>Article history:</b> Received 25.10.2016 Received in revised form 29.10.2016 Accepted 18.11.2016	
<b>Corresponding author:</b> igbabanov@mail.ru	

## СПОСОБИ І АПАРАТИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

**І.Г. Бабанов, канд. техн. наук**  
Національний університет харчових технологій  
**В.М. Михайлов, д-р. техн. наук,**  
**І.В. Бабкіна, канд. техн. наук,**  
**А.О. Шевченко, канд. техн. наук,**  
**С.В. Михайлова, канд. техн. наук**  
Харківський державний університет харчування та торгівлі

У статті проаналізовано існуючі способи і конструкції апаратів для електроконтактної обробки харчових продуктів. Розглянуто сфери їх застосування. Поставлено завдання з розробки нового способу та апарата, визначено напрямки його вирішення. Запропоновано конструкцію нового апарата з електроконтактним нагріванням.

**Ключові слова:** електроконтактне нагрівання, електричний струм, теплова обробка, напівфабрикат, фарш.

**Постановка проблеми.** Зниження витрат енергетичних і матеріальних ресурсів під час виробництва кулінарної продукції є актуальним проблемним пита-

нням у галузі харчової промисловості і ресторанного господарства. З широкого асортименту кулінарної продукції близько 75...85 % на окремих етапах виробництва проходить стадію теплової обробки. За умов підтримування високотемпературних режимів тривалість термообробки, що визначається часом досягнення температури готовності подекуди досягає 90...120 хв. Традиційне обладнання характеризується низьким коефіцієнтом корисної дії (ККД) на рівні 0,6...0,7, значною тепловою напругою нагрівальних поверхонь, великою металосмістю тощо. Внаслідок цього способи й апарати для теплової обробки харчової сировини є малоефективними і потребують удосконалення. Вирішення такого завдання можливе шляхом застосування комбінованих процесів, розроблених із застосуванням високоефективних методів обробки, наприклад, електроконтактного нагрівання (ЕКН).

**Метою статті** є аналіз існуючих способів і конструкцій апаратів для електроконтактної обробки харчової сировини, визначення сфери їх застосування.

**Матеріали і методи.** Під час вивчення питань, пов'язаних з ЕКН, способами, апаратами та сферою його застосування, авторами здійснено поглиблений літературний огляд методу з патентним пошуком та апробацією нової розробки. Розглядалися матеріали дисертації, публікації у мережі Інтернет, статей у періодичних виданнях провідних вчених за напрямком ЕКН і теплової обробки харчової сировини, зокрема І.А. Рогова, Г.К. Бабанова, М.І. Беляєва, П.Л. Пахомова, В.І. Волчкова, І.С. Павлова, О.І. Черевка, А.М. Поперечного, В.І. Волчкова, І.С. Павлова та ін.

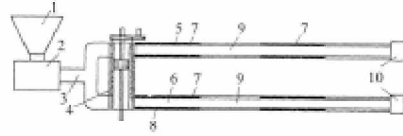
**Результати досліджень.** Як засвідчує проведений огляд різноманітних літературних джерел, на теперішній час розвиток ЕКН як методу обробки продукції знаходиться на низькому рівні. Про це свідчить досить мала кількість праць, присвячених даній проблемі. Більшість публікацій на цю тему датуються 70—90 рр. минулого століття.

Про перспективність методу ЕКН свідчить зарубіжний досвід його застосування. У більшості праць [1—4] пропонується застосування омичного нагрівання для знищення бактеріальних спор і створення асептичних умов у харчових системах. Цікавим є дослідження [5], присвячене застосуванню ЕКН для обробки м'ясних продуктів, зокрема болонської шинки, де автори акцентують увагу на швидкості такого нагрівання.

Проведений аналіз процесів ЕКН дозволив встановити сфери їх застосування [6; 7]. Так, ЕКН використовують під час виробництва хлібобулочних виробів. Використання ЕКН є можливим також для отримання різноманітної кулінарної продукції, в тому числі жареної, що паралельно потребує застосування поверхневого нагрівання від інших джерел для отримання підсмаженої скоринки. ЕКН застосовують для розморожування харчових продуктів, наприклад рибних блоків. На тютюновому виробництві в процесі сушіння ЕКН впливають на вологий матеріал (листя тютюну) і тютюнові блоки. Також застосовують електронагрівання для сушіння м'яса, що дозволяє скоротити тривалість процесу більш ніж на половину. ЕКН використовують для термообробки фаршів у ковбасному виробництві.

Розглянемо пристрої з ЕКН. Загалом реалізація таких процесів можлива двома основними методами: при переміщенні продукту вздовж електродів і при його нерухомому положенні.

За першим методом діє пристрій для електроконтактної термообробки рибного фаршу [8] (рис. 1а). Для здійснення процесу обробки підготовлений фарш завантажують у лійку. Включивши насос, фарш через фаршопровід подають у дозатор, в якому його розділяють на порції та подають по каналах. Переміщення фаршу в каналах здійснюють поперемінно, а процес пропускання електричного перемінного струму через кожну порцію — при зупинці переміщення фаршу з одночасним його стисненням на безконтактній ділянці за рахунок теплового розширення оброблюваних порцій, що знаходяться між електродами.

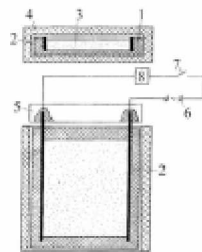


**Рис. 1. Пристрій для електроконтактної термообробки рибного фаршу:** 1 — лійка; 2 — насос; 3 — фаршопровід; 4 — дозатор; 5, 6 — канали; 7, 8 — електроди; 9 — безконтактна ділянка; 10 — відсік; б) для безперервного ЕКН харчових продуктів: 1 — корпус; 2, 3 — електроди; 4 — вузол подачі; 5, 6 — патрубки

До цієї групи також слід віднести пристрій для електроконтактного варіння харчових продуктів, спосіб і пристрій для виготовлення варених ковбас, шнековий пристрій для ЕК теплової обробки харчових продуктів, спосіб безперервної теплової обробки фаршу електричним струмом, пристрій для ЕКН фаршевих виробів, а також багатосекційний нагрівач для термообробки м'ясного фаршу в потоці тощо [7].

Спосіб термічної обробки м'ясних формованих виробів, спосіб і пристрій для обробки харчових продуктів електричним струмом, контейнер для їжі з пазами для електродів, спосіб варіння фаршевих продуктів, спосіб приготування харчових продуктів тощо [7] відносяться до методу, за якого продукт протягом часу обробки залишається нерухомим.

Як приклад такого способу ЕКН розглянемо пристрій (рис. 2) [9], що містить виготовлену з діелектричного матеріалу камеру, на протилежних сторонах якої закріплено два електроди.



**Рис. 2. Пристрій для електроконтактного способу приготування харчових продуктів:** 1 — камера; 2 — електроди; 3 — продукт; 4 — обойма; 5 — роз'єм; 6 — джерело живлення; 7 — вимикач; б) каструля: 1 — корпус; 2 — перфорована вставка; 3, 4 — елементи фіксації

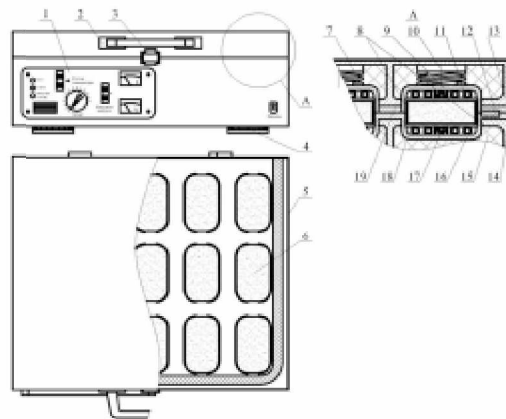
Наведений пристрій працює таким чином: після установки камери з продуктом в обойму включається струм і відбувається нагрів харчової маси за рахунок протікання по ній струму. При нагріванні маса розширюється і займає весь об'єм камери. У процесі нагріву відбувається випаровання з продукту води, утворення пари, що виводиться через зазори між камерою й обоймою, тому що камера виконана негерметично. У мірі нагрівання маси й випаровання води з неї величина спожитого струму постійно зростає, а після досягнення кулінарної готовності продукту — починає знижуватися. При зниженні струму до 0,7...0,8 максимального значення датчик струму подає команду на розрив ланцюга. Межа для вимикання струму обрана практично з урахуванням можливих коливань ланцюга та діапазону у параметрах складової харчової маси. Весь процес приготування продукту забирає час від 45 с до 1 хв.

З метою усунення недоліків технологічного й апаратного оформлення процесів жарення, отримування кулінарних виробів високої якості з властивостями смаженої продукції, зменшення тривалості теплової обробки та енерговитрат розроблено комбінований спосіб жарення з ЕКН та пристрій для його реалізації [10].

Комбінований спосіб жарення з ЕКН реалізовано у новому апараті ПКС-0,18 (рис. 3), що призначений для жарення з використанням комбінації поверхневого нагрівання та ЕКН і може використовуватися на підприємствах ресторанного господарства та харчових підприємствах малої потужності для смаження кулінарної продукції на основі січеної сировини. Апарат складається з двох шарнірно з'єднаних нижнього 14 та верхнього 19 каркасів з теплоізоляцією 15. До нижнього каркасу 14 прикріплено цільну штамповану основу 16, а до верхнього каркасу 19 — плиту 13 з отворами, в які входять рухомі утримувачі 9, що закріплені в фіксаторах 10 на пружинах 7. У штампованій основі 16 виконано канавку для розміщення прокладки з термостійкої гуми 12, що запобігає виходу пари з передньої частини пристрою і таким чином захищає обслуговуючий персонал від опіків. З внутрішнього боку рухомих утримувачів 9 і загинах штампованої основи 16 у пазах розміщено гріючі плитки 18, які фіксуються закріпленими різнополярними електродами 8.

Електричний струм для ЕКН отримується з промислової мережі, за допомогою випрямляча перетворюється на постійний струм, автотрансформатором змінюється його напруга до заданого значення та подається до комутатора. У комутуючому пристрої постійний електричний струм перетворюється на змінний прямокутної форми з частотою 50 Гц та подається до різнополярних електродів 8.

В об'ємах, що утворюються гріючими плитками 18 та різнополярними електродами 8, розміщуються напівфабрикати 6. Нагрівання гріючих плиток 18 здійснюється електронагрівачами 11, розміщеними з їх внутрішнього боку. Для визначення температури та її регулювання на поверхні гріючих плиток встановлено термодатчики 17. Зовні пристрій облицьовано сталевими листами 5, на передній панелі змонтовано пульт керування 1. Пристрій встановлюється на чотири опорні ніжки 4 і закривається ручкою 2 за допомогою механічного затискувача 3.



**Рис. 3. Пристрій ПКС-0,18:** 1 — пульт керування; 2 — ручка; 3 — механічний затискувач; 4 — опорні ніжки; 5 — облицювальні сталеві листи; 6 — напівфабрикати; 7 — пружини; 8 — різнополярні електроди; 9 — рухомі утримувачі; 10 — фіксатори; 11 — електронагрівачі; 12 — прокладка з термостійкої гуми; 13 — плита з отворами; 14, 19 — нижній і верхній каркас; 15 — теплоізоляція; 16 — штампована основа; 17 — термодатчики; 18 — грибочі плитки

Спосіб смаження з ЕКН у пристрої реалізується таким чином: після вмикання за допомогою вимикача «Мережа» до пристрою подається електричний струм. Для розігріву робочих плиток 18 на пульті керування 1 регулятором задають значення температури, в момент досягнення якої спрацьовують термодатчики 17, що дозволяє автоматичним вмиканням і вимканням електронагрівачів 11 підтримувати заданий температурний режим. За допомогою регулятора напруги електричного струму ЕКН встановлюють її необхідне значення залежно від виду напівфабрикатів. За допомогою ручки 2 піднімають верхній каркас 19, на грибочі плитки 18 між парами різнополярних електродів 8 кладуть сформовані січені напівфабрикати 6 і закривають пристрій за допомогою ручки 2 на механічний затискувач 3. Щільний контакт напівфабрикату 6 з грибочими плитками 18 і електродами 8 забезпечується рухомими утримувачами 9, що притискуються пружинами 7, якими створюється тиск  $10^4$  кПа на напівфабрикат 6. На пульті керування 1 задають тривалість процесу смаження за допомогою таймера, а також контролюють величину напруги і сили електричного струму за показаннями вмонтованих амперметра й вольтметра.

Після закінчення заданого часу процес нагрівання припиняється, про що повідомляється спеціальною індикацією та звуковим сигналом. Для вивантаження виробів механічний затискувач 3 розмикають, за ручку 2 піднімають верхній каркас 19 і фіксують його у вертикальній позиції. Вироби виймають за допомогою дерев'яної лопатки, після чого робочі поверхні очищують спеціальними скребками, промивають і насухо витирають.

**Висновки.** Проведений аналіз існуючих способів і конструкцій апаратів для ЕКН харчових продуктів підтвердив, що для реалізації ЕКН використовують апарати й способи, які відрізняються методами обробки та конструктивною різноманітністю. Майже всі апарати використовують перемінний струм 50 Гц та вище. Переважна більшість апаратів призначена для обробки фаршоподібних мас і для масового виробництва ковбасних виробів.

Апробація методу ЕКН показала, що лише нагріву електричним струмом у більшості випадків недостатньо. Для отримання підсмаженої скоринки необхідне застосування паралельного нагріву від іншого джерела, наприклад, від нагрітої поверхні. Це також надасть змогу пришвидшити теплову обробку.

Ефективність ЕКН доводить необхідність його впровадженні в ресторанно-му господарстві, а саме: в мережі швидкого харчування, різноманітних їдальнях і кафе. Запропонований метод дасть змогу виробляти котлети, биточки та інші січені кулінарні вироби. Таке завдання вирішується у запропонованому пристрої ПКС-0,18.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ohmic heating as an alternative food processing technology: a report / D. R. Anderson [Д.Р. Андерсон]. — Manhattan : Kansas State University, 2008. — 45 p.
2. Effects of ohmic heating on microbial counts and denaturation of proteins in milk / H. Sun [Х. Сун], S. Kawamura [С. Кавамура], J.-I. Himoto [Джей-І. Хімото], K. Itoh [К. Іто], T. Wada [Т. Вада], T. Kimura [Т. Кімура] // Food Science and Technology Research, 2008. — V. 14 (2). — P. 117—123.
3. Ohmic heating [Електронний ресурс] / R. Ruan [Р. Руан], X. Ye [Х. Їє], P. Chen [П. Чен], C. J. Doona [С. Джей. Дуна] : Vysoká škola Chemicko-Technologická v Praze. — Режим доступу: [http://www.vscht.cz/ktk/www\\_324/studium/KP/pdf/odpor\\_ohrev.pdf](http://www.vscht.cz/ktk/www_324/studium/KP/pdf/odpor_ohrev.pdf).
4. Ohmic heating [Електронний ресурс]: FoodWrite. — Режим доступу: <http://foodwrite.co.uk/tag/ohmic-heating>.
5. Ohmic cooking of processed meats: energy evaluation and food safety considerations / D. de Halleux [Ди. де Халлеукс], G. Piette [Ж. П'єттє], M.-L. Buteau [М.-Л. Бутуаї], M. Dostie [М. Дос'єт'є] // Canadian bio-systems engineering, 2005. — V. 47. — P. 3.41—3.47.
6. Обладнання харчових виробництв із застосуванням електро-контактного нагрівання / Т.В. Кваско, С.В. Таймурина, В.М. Михайлов [та ін.] // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: всеукр. наук. конф. студентів, 15 квітня 2009 р.: [тези у 2-х ч.]. — Х.: ХДУХТ, 2009. — Ч. 1. — С. 214.
7. Михайлов, В.М. Аналіз способів та обладнання електроконтактної обробки у галузі харчових виробництв / В.М. Михайлов, І.В. Бабкіна, А.О. Шевченко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць. — Х.: ХДУХТ, 2007. — Вып. 1 (5). — С. 318—324.
8. А.с. 1736391 СССР, МКИ А 23 L 1/025. Способ электроконтактной термообработки рыбного фарша / Л.Я. Дембо, В.И. Варцаба (СССР). — № 4824680/13; заявл. 14.05.90; опубл. 30.05.92, Бюл. № 20.
9. Пат. 2058084 Российская Федерация, МКИ А 23 L 1/025. Электро-контактный способ приготовления пищевых продуктов / Дологовский Л.В. (Россий-ская Федерация); заявитель и патентообладатель товарищество с ограниченной ответственностью «Легран». — № 94007050/13; заявл. 22.02.94; опубл. 20.04.96, Бюл. №11.
10. Нові технічні рішення в проектуванні обладнання для теплової обробки харчової сировини: монографія в 3 ч. Ч. 2 Використання електроконтактного нагрівання в процесах жарення кулінарної продукції / О.І. Черевко [та ін.]; за заг. ред. О.І. Черевка, В.М. Михайлова. — Х.: ХДУХТ, 2012. — 151 с.

#### ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

#### Обладнання та устаткування

11. Іванов, С.В. Ефективність білокмісних наповнювачів у технологіях м'ясних та м'ясо-кислих продуктів / С.В. Іванов, В.М. Пасічний // Наукові праці НУХТ: зб. наук. праць. — 2012. — № 42. — С. 107—111.

## СПОСОБЫ И АППАРАТЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ

И.Г. Бабанов

Национальный университет пищевых технологий

В.М. Михайлов, И.В. Бабкина, А.А. Шевченко, С.В. Михайлова

Харьковский государственный университет питания и торговли

*Статья содержит анализ существующих способов и конструкций аппаратов для электроконтактной обработки пищевых продуктов. Рассмотрены сферы их применения. Поставлена задача по разработке нового способа и аппарата, определено направление по ее решению. Предложена конструкция нового аппарата с электроконтактным нагревом.*

**Ключевые слова:** электроконтактный нагрев, электрический ток, тепловая обработка, полуфабрикат, фарш.