

УДК 637.5

## УДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ АПАРАТУ ДЛЯ СМАЖЕННЯ М'ЯСНИХ СІЧЕНИХ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ

**Загорулько А.М., канд. техн. наук, доц.**

**Ляшенко Б.В., канд. техн. наук, доц.**

**Титаренко Н.В., студ. 2-го курсу ФМІ**

**Загорулько В.М., маг. 1-го курсу ФМІ**

*Державний біотехнологічний університет*

*Вдосконалено модель апарату для смаження м'ясних січених кулінарних виробів, яка відрізняється способом теплоідведення шляхом заміни металоємних та інерційних нагрівачів на без інерційні з рівномірним розподілом температурного поля ПРЕНВт. Для конденсації соковмісних парів у функціонально замкнутих середовищах використовуються пластинчасті змієвикові рідинні охолоджувачі з елементами Пельтьє. При температурі нагрівальних поверхонь (180 °С) холодна сторона елемента Пельтьє забезпечує температуру охолоджуючої рідини до 10 °С. Запропоноване рішення призведе до конкурентоспроможності апарата, що пояснюється отриманими техніко-експлуатаційними показниками.*

М'ясні вироби в багатьох країнах світу займають значну частку щоденного раціону повноцінного харчування, що споживаються у вигляді різноманітних продуктів, у тому числі напівфабрикатів, доведених до стадії кулінарної готовності [1]. Наявний асортимент м'ясних виробів, у тому числі: котлети, тюфтелькі, різноманітні рулети, тощо виготовляються відповідно до відомих рецептур з дотриманням технологічних операцій та отримуваних на різноманітному тепломасообмінному обладнанні [2, 3]. При цьому, рецептурне співвідношення різноманітних м'ясних виробів змінюється лише складовою вмісту компонентів, а вже тепломасообмінне обладнання доводить рецептурну суміш до кулінарної готовності, тому воно повинно відповідати сучасним ресурсоефективним вимогам експлуатації [4].

Забезпечення обладнання сучасними експлуатаційними вимогами потребує використання інноваційних інженерних тенденцій, які дозволять забезпечити універсальність, портативність, ресурсоефективність та головне конкурентоспроможність обладнання, у тому числі й за різноманітністю виготовляємої продукції. Необхідним також є врахування комплексу технологічно-апаратурної складової при розробці сучасного ресурсоефективного обладнання, що забезпечить якісну реалізацію технологічних потреб на кожній стадії апаратурного виробництва на тепломасообмінних апаратах. Зокрема, досягнення ресурсоефективності при виробництві м'ясних кулінарних виробів, можливе за умов використання сучасних теплоносіїв, що мають низьку інерційність, відсутність металоємності, чітку динаміку роботи та рівномірність теплового потоку. А також важливою складовою є апаратурна можливість використання вторинної теплової енергії на

потреби власного або суміжного апаратурно-технологічного комплексу. Врахування перелічених факторів є актуальним під час розробки ресурсоефективного низькотемпературної обладнання для виробництва м'ясних кулінарних виробів. А саме впровадження сучасних нагрівальних елементів і використання вторинної теплоти забезпечить функціональність і конкурентоспроможність апарата при набутті оригінальних органолептичних властивостей м'ясних кулінарних виробів.

На базі Державного біотехнологічного університету (Україна) визначалися шляхи вдосконалення апарату для смаження січених кулінарних виробів під час обігріву робочих поверхонь плівкоподібним резистивним електронагрівачем випромінювального типу (ПРЕНВт [20]) та охолоджуючої платформи з елементами Пельтьє. Запропоновані інженерно-технологічні рішення у вдосконаленому апараті забезпечують конденсацією паровмісної складової у виріб при охолодженні, за рахунок утворення з формуючих осередків функціональних замкнутих середовищ. А використання плівкоподібного резистивного електронагрівача випромінювального типу, забезпечить зменшення металоємності нагрівальних платформ та забезпечить рівномірність смаження за рахунок кондуктивно-інфрачервоного теплопідведення, в умовах максимального контакту між поверхнею виробів та нагрівальною площиною. Це в свою чергу, забезпечить можливість виробництва широкого асортименту м'ясних виробів в умовах використання змінних нагрівальних платформ, що мають різноманітні формувальні осередки виробів.

Вдосконалена модель апарата для смаження м'ясних січених кулінарних виробів має дві платформи з протипригарним фторопластовим покриттям, що з'єднується односторонньо шарнірами. Конструкція платформи являє собою робочу поверхню, що має формуючі осередки, призначені для технологічного розміщення кулінарних м'ясних виробів у процесі смаження. Обігрів платформ (з технічної зони – протилежної робочої) здійснюється плівкоподібним резистивним електронагрівачем випромінювального типу (ПРЕНВТ), що повторює геометрію платформ.

Відповідно до конструкторського рішення платформи з технологічної (робочої) зони мають по периметру термостійкі гумові ущільнювачі, а з технічної зони, нижче ПРЕНВт – пластинчасті змієвикові рідинні охолоджувачі. Охолоджувачі в свою чергу забезпечують більш швидке рідинне (вода) охолодження робочої поверхні плит після кулінарної готовності виробу. Для інтенсифікації охолодження з 180 °С, між ПРЕНВт та охолоджувачем розміщені елементи Пельтьє, забезпечуючи перетворення теплової енергії в охолоджуючу шляхом зниження температури вхідної рідини.

Зовнішні технічні зони платформ облицьовані сталлюю поверхнею з теплоізолюючим матеріалом, а на лицьовій поверхні змонтовано пульт керування для якісного контролю технологічного процесу смаження. Вдосконалений апарат змонтований на стійках, при цьому задня стійка має регулятори її висоти. Зміна висоти задньої стійки дозволяє створювати кут нахилу задньої поверхні апарату на 3° для забезпечення повноцінного зливання охолоджуючої рідини з охолоджувача б

При закриванні двох платформ з формуючими осередками та терmostійкими гумовими ущільнювачами, формується функціональне замкнуте середовище. Це дозволяє мінімізувати інтенсивне паровідведення при смаженні та насичення паровмісним м'ясним соком шкоринку виробу, підвищуючи органолептичні показники та конкурентоспроможність. Фіксування платформ при смаженні здійснюється за рахунок механічних фіксаторів, а відкриття верхньої плити для розвантаження апарата забезпечується за рахунок ручки.

Робота вдосконаленого апарата для смаження м'ясних кулінарних виробів пристрою полягає в наступному.

На пульті керування терморегулятором оператор встановлює технологічну необхідну температуру, потім здійснює підключення апарата до мережі живлення, тим самим вмикаючи плівкоподібний резистивний електронагрівач випромінювального типу. При досягненні встановленої температури попередньо підготовлені м'ясні вироби завантажуються до основної (нижньої) платформи, що має антипригарне фторопластове покриття та формуючі осередки. Після чого, опускається друга плита, що з'єднана шарнірами з першою, створюючи функціонально замкнуте середовище у площині формуючих осередків за допомогою механічних фіксаторів.

Смаження реалізовується за рахунок кондуктивно-інфрачервоного теплопідведення, що забезпечується ПРЕНВт до робочої (технологічної) поверхні платформ в умовах максимального контакту між поверхнею виробів та нагрівальною площиною. Під час смаження здійснюється випарювання соковмісної складової м'ясного виробу, формуючи надмірний тиск у замкнутому функціональному середовищі, тим самим, інтенсифікуючи процес. А наявність фторопластового антипригарного покриття робочих поверхонь платформ запобігає адгезії м'ясних виробів, дозволяючи реалізовувати технологічний процес з використанням жиру не в якості проміжного теплоносія, а як збагачувача рецептурного складу виробу.

По завершенню операції смаження м'ясних виробів здійснюється вимикання ПРЕНВт та подача охолоджуючої (вода) рідини крізь пластинчасті змієвикові рідинні охолоджувачі, забезпечуючи охолодження платформ та конденсацію пари у середині виробу. Для інтенсифікації охолодження між ПРЕНВт та охолоджувачами розташовані елементи Пельтьє, так зокрема при температурі нагрівальної поверхні платформ – 180 °С, температура на холодній стороні елемента становить мінус 5 °С. Тим самим, знижуючи температуру охолоджуючої рідини з 15 °С до 10 °С без витрати електроенергії на інтенсифікацію охолодження. Слід відзначити, що конденсація соковмісного парового середовища у функціонально замкнутих ємностях дозволяє без будь-яких витрат уникати втрат мас виробів при смаженні, як це спостерігається при традиційному способі. А також покращити умови праці технологічних операторів та вплив на навколишнє середовище при запобіганні паровідведення до нього. Процес охолодження здійснюється до рекомендованої температури, що відповідає подачі виробів споживачеві.

Для зливання охолоджуючої рідини з охолоджувачів зменшують кут нахилу задніх стійок апарата на 3°, після 5 хв, висоту стійок повертають в

попереднє значення та повторюють технологічний процес смаження. При цьому після зливання рідини з охолоджувачів, в середині них формується повітряне середовище, що виступає додатковим теплоізолятором та додатково запобігає тепловідведенню у навколишнє середовище.

Розвантаження апарата здійснюється шляхом відкриття механічних фіксаторів та підняттям верхньої платформи за допомогою ручки, за умов фіксування у вертикальному положенні.

Експериментально-розрахунковим шляхом визначено техніко-експлуатаційні показники апарату для смаження м'ясних січених кулінарних виробів у порівнянні зі сковородою СЕСМ-0,2. Отримані данні свідчать про значно зменшення габаритних розмірів та маси вдосконаленого апарату, що забезпечує зниження металоємності на 96,4 % та суттєво впливає на зниження тривалості розігрівання до робочої температури – на 80,0 %. Підвищено площа поверхні нагріву кулінарних виробів, оптимальне використання енергії водяної пари, яка видаляється з середини виробів, веде до зниження питомої витрати теплоти – на 43,0 % і підвищення коефіцієнта корисної дії – на 49,2 %. Зменшення продуктивності на 14,8 % пояснюється тим, що під час смаження на СЕСМ-0,2 їх доводять лише до напівготовності, а в удосконаленому апараті – до повної кулінарної готовності.

### **Список літератури:**

1. Виробництво вітчизни: п'ять основних етапів. [Електронний4ресурс] : [сайт]. – Режим доступа : <https://foodbay.com/wiki/masnaja-industrija/2016/06/10/proizvodstvo-vetchiny-pyat-osnovnyh-etapov/>
2. Kadirvel Govindasamy, Bandita Bagchi Banerjee, Arockiasamy Arun Prince Milton, Rahul Katiyar, Suranjit Meitei. Meat-based ethnic delicacies of Meghalaya state in Eastern Himalaya: preparation methods and significance. *Journal of Ethnic Foods*, Vol. 5, Iss. 4, 2018, pp. 267-271, <https://doi.org/10.1016/j.jef.2018.11.004>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352618118300817>)
3. Filippo Sgroi, Food traditions and consumer preferences for cured meats: Role of information in geographical indications. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, Vol. 25, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100386>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878450X21000858>)
4. David McBey, David Watts, Alexandra M. Johnstone. Nudging, formulating new products, and the lifecourse: A qualitative assessment of the viability of three methods for reducing Scottish meat consumption for health, ethical, and environmental reasons, *Appetite*, Volume 142, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104349>.