

УДК 641.12:641.52

## ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ОВОЧІВ БЕЗ ВОДИ ТА ЖИРІВ

Шофул І.І., к.т.н.

*Одеська національна академія харчових технологій*

Тел. (048)712-40-35

**Анотація** – дану роботу присвячено розробці нового обладнання для теплової обробки овочів без води та жирів.

**Ключові слова** – теплова обробка, металева ємність, тепло і вологообмін, збереження вітаміну С.

Процеси теплової обробки харчових продуктів у металевих ємностях охоплюють практично весь технологічний цикл для різноманітних овочів і становлять у загальному обсязі виробництва близько 60...70 %. Для виготовлення металевих конструкцій у харчовій галузі застосовуються, в основному, матеріали: нержавіюча сталь, харчові алюмінієві сплави, сірі чавуни, що володіють високою плинністю і пластичністю для отримання тонкостінних виробів. Основні металеві конструкції ємностей для обробки овочів методом теплової обробки класифікують за такими ознаками: призначенням (з використанням рідини, жирів, обробки парою); матеріалом і обсягом ємності [1].

Ємності, виготовлені з нержавіючої сталі марки Х18Н9 (або Х18Н9Т), мають товщину стінки від 1,0 до 0,5 мм. Чим тонше стінка ємності зі сталі, тим менше строк її експлуатації і нижче надійність у роботі внаслідок схильності нержавіючої сталі до викривлення при нагріванні.

Найбільш перспективними матеріалами на період 2007 - 2010 рр., як зазначається у роботі [2], вважається нержавіюча сталь - для виготовлення металевих ємностей із шаруватим теплорозподільним дном, а також емальований сірий чавун. У даний час ємності з нержавіючої сталі від вітчизняного виробника випускають з товщиною стінки 1,0 мм, що збільшує їх довговічність і стійкість при експлуатації. Фланці кришки і ємності контактували з кільцевою площиною шириною ~ 0,5 мм, однак фланці кришки не були заглиблена всередину ємності. Ця конструкція володіє тим недоліком, що в процесі обробки продуктів у воді при 100 °С усередині металевої ємності накопичується пара, яка за відсутності щільного контакту,

випаровується у навколишню атмосферу. Наприклад, у дослідах по моделюванню роботи ємності об'ємом у 3 л тривалість кипіння м'ясоовочевої водної суміші становила 1,5...2,0 години. В результаті перетворення води в пару з подальшою його витокком з ємності теплові втрати ( $Q_{\text{п}}$ ) досягали 1698 кДж [2].

Металеві ємності для теплової обробки овочів фірми "Цептер" випускаються у декількох варіантах: 1,8 л, 2 л і 4 л, у яких теплова обробка продуктів відбувається за рахунок переходу в пару частини вологи, що виділяється з натуральних продуктів. Ці ємності забезпечені спеціальною кришкою, що дозволяє готувати їжу під тиском 1 ат, при температурі 120 °С і з доливом води в кількості 0,2...0,4 л [3]. Термоконтролер фіксує температуру кришки. Час теплової обробки залежить від виду продукту і вказаний у інструкції, що додається до металевої ємності.

При надходженні перших партій комплектів посуду "Zepter" на ринок Росії та України в період 1996 - 1997 рр. ціна комплекту складала 1319...2900 дол. США [3, 4]. Застосування металевих конструкцій фірми "Цептер" для теплової обробки продуктів під тиском 1 ат, температурі 120 °С і з доливом води є розвитком конструкції "Скороварки", освоєної у СРСР ще в 1973 р. Відмінність посуду "Zepter" (торговий бренд "Синкро - Клік") від вказаного технологічного аналога полягає у застосуванні для корпусу і кришки нержавіючої сталі, а також нової конструкції кришки, забезпеченої запірним пристроєм (замком) з німецьким патентом, опублікованим у 1991 р. [5].

Зазначений замок забезпечує фіксацію кришки на ємності з відкритого (не герметичного) у закрите (герметичне) положення. Однак у цьому випадку кришка стає досить складною. Застосування тиску 1 ат, температури 120 °С і значної кількості води дозволяє скоротити період приготування, наприклад, неочищеної картоплі з 35 хв до 10...15 хв.

Слід очікувати, що використання складної конструкції кришки додатково збільшить вартість базової конструкції ємності "Zepter" на 25...30 %.

У чавунних ємностях зі стінками товщиною 4,5 мм з-за більш високого теплового опору в порівнянні з вищевказаними матеріалами явище пригара і перегріву масла спостерігається рідше.

Одним з варіантів підвищення теплового опору дна ємностей з алюмінієвого сплаву, формуюмого методом пресування, є виконання стінок ємності диференційованими. У ємностях з нержавіючої сталі дно може товщати виконанням його з двох шарів сталі, наприклад, товщиною 1 мм кожен, або напрусуванням на сталеве дно шару з алюмінію завтовшки 3 мм. Більшість закордонних фірм - виробників

металевих конструкцій для теплової обробки овочів ("Бохман", "Тефаль", "Ритцер", "Прем'єр" та ін.) [6] застосовують двошарове сталеве або напресоване алюмінієве дно з метою зниження можливості пригара і підвищення жорсткості металевої ємності при експлуатації. Українські виробники посуду продовжують його виробництво з одношаровим дном і з метою зниження ціни зменшують товщину стінки ємностей до 0,5 мм, що викликає не тільки погіршення якості обробки овочів, але і знижує термін його служби [7, 8].

Крім двошарового дна і більш високого рівня дизайну, імпортовані металеві ємності, призначені для теплової обробки різноманітних продуктів, зазвичай забезпечені кришками, фланці яких заходять всередину металевої ємності, а сама кришка виконується з теплостійкого скла [9, 10, 11].

Для матеріалів металевих ємностей, що застосовуються у процесах обробки харчових продуктів, основні вимоги полягають, у першу чергу, в забезпеченні заданих технічних і санітарно-екологічних характеристик. Матеріал не повинен вступати у взаємодію з харчовими продуктами та утворювати будь-яких сполук, шкідливих для здоров'я людини. Незалежно від методу, що застосовується при виготовленні металевих ємностей, особливу увагу необхідно приділяти таким експлуатаційним властивостям, як корозійна стійкість, деформаційні характеристики при зміні температури, теплофізичні властивості, що визначають тепловий режим обробки у цих ємностях харчових продуктів [12, 13, 14, 15].

Обладнання складається з 3-х основних елементів: металевої ємності з товщиною стінки  $\delta_1$ ; донної частини, що представляє дно металевої конструкції товщиною  $\delta_2$ , до якого щільно прилягає елемент завтовшки  $\delta_3$ , створює тепловий ефект теплоакумулюючого дна. Виникає температурний перепад  $\Delta T$ , розрахунковий температурний градієнт визначається як різниця початкової і поточної температури контактуючих середовищ.

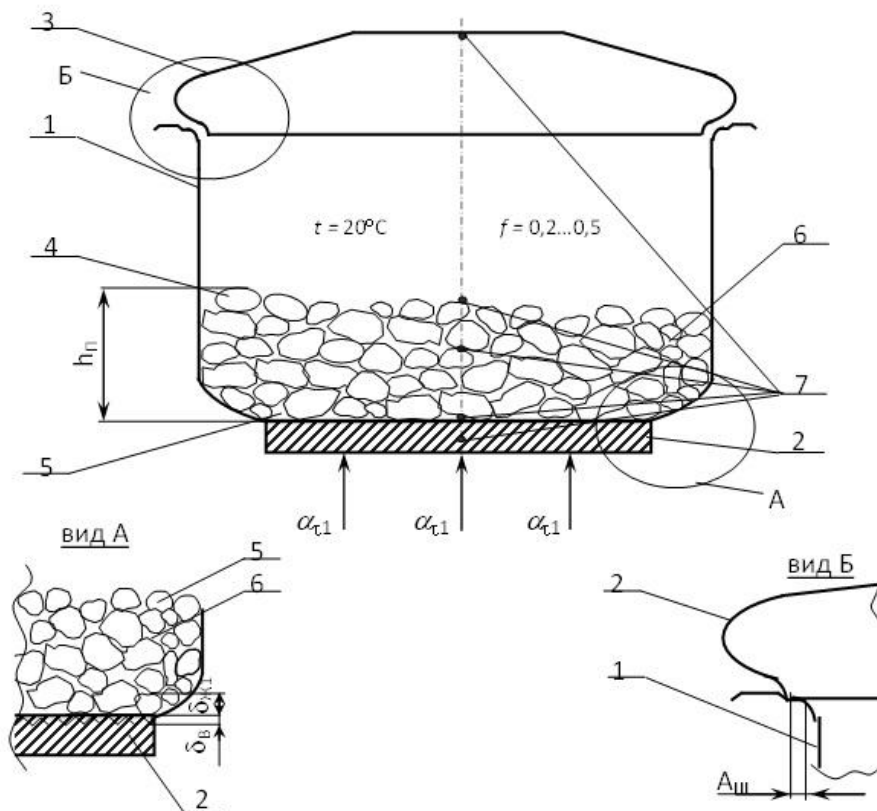
Порівняння показників –  $\alpha_1$ ; санітарно - хімічні та гігієнічні –  $\alpha_2$ ; технологічні –  $\alpha_3$ ; економічні –  $\alpha_4$  і естетичні –  $\alpha_5$ , для поширених конструкцій (емалеві, тефлонові та інші покриття металевих ємностей) та розробленого нами способу обробки овочів приймаємо  $\alpha_2 = 0,15$ . [16] Показник технологічності безпосередньо пов'язаний з показником призначення. Порівняння [2] різних конструкцій металевих ємностей для харчових продуктів вітчизняних виробників і іноземних фірм «Цептер», «Тефаль», «Бергофф» та інших дозволили вибрати і обґрунтувати значення  $\alpha_3 = 0,25$ .

Економічні показники розробленої конструкції визначаються витратами теплової енергії на процес обробки овочів і терміну

служби, протягом якого гарантується експлуатація без руйнування й утворення наскрізного пригара, втрати естетичності і технологічних властивостей.

Тепло-і вологообмін у ємності в період  $\tau_1$  всередині ємності відповідно до рис. 1 регулюється у певній послідовності.

У період  $\tau_1$  починає прогріватися і металева ємність за рахунок теплопередачі через систему "теплоакумулююче дно - шар повітря між ТАД і дном металевої ємності - дно металевої ємності". Товщина шару повітря приблизно дорівнює висоті мікронерівностей ( $Rz$ ) на контактуючих поверхнях.



1 - металева ємність; 2 - теплоакумулююче дно; 3 - кришка; 4 - порізаний продукт (картопля); 5 - волога, що виділилася з продукту при його подрібненні; 6 - канали між частинками порізаних продуктів; 7 - кінці (спай) термопар;  $\delta_{в1}$  - повітряний прошарок між знімним ТАД і зовнішньою частиною дна металевої ємності;  $\delta_{ж1}$  - товщина рідини, що зібралася на внутрішній частині дна металевої ємності за період  $\tau_1$ ;  $A_{ш1}$  - ширина стрічки контакту по кільцевій поверхні змикання між фланцями металевої ємності і кришки;  $\alpha_{\tau_1}$  - коефіцієнт теплопередачі від джерела нагрівання до ТАД у період середньої інтенсивності нагріву ( $\tau_1$ ).

Рис. 1. Схема теплопередачі і вологообміну в ємності при тепловій обробці овочів без води в період  $\tau_1$ .

Низькі втрати тепла із-за витоку пари між фланцями металевої ємності і кришки відповідно до рис. 2 забезпечуються не стільки шириною ( $A_{ш}$ ) стрічки змикання, а виникненням водної плівки між контактуючими поверхнями по всьому периметру кільця стрічки. Плівка виникає від конденсату вологи, джерелом якої є пара, проникаюча по западинах шорсткості на поверхнях змикання фланців.

Причому, чим вище обробка контактуючих поверхонь і тонше водяна плівка, тим вище не тільки герметичність змикання, але та сила, що утримує кришку на поверхні металевої ємності.

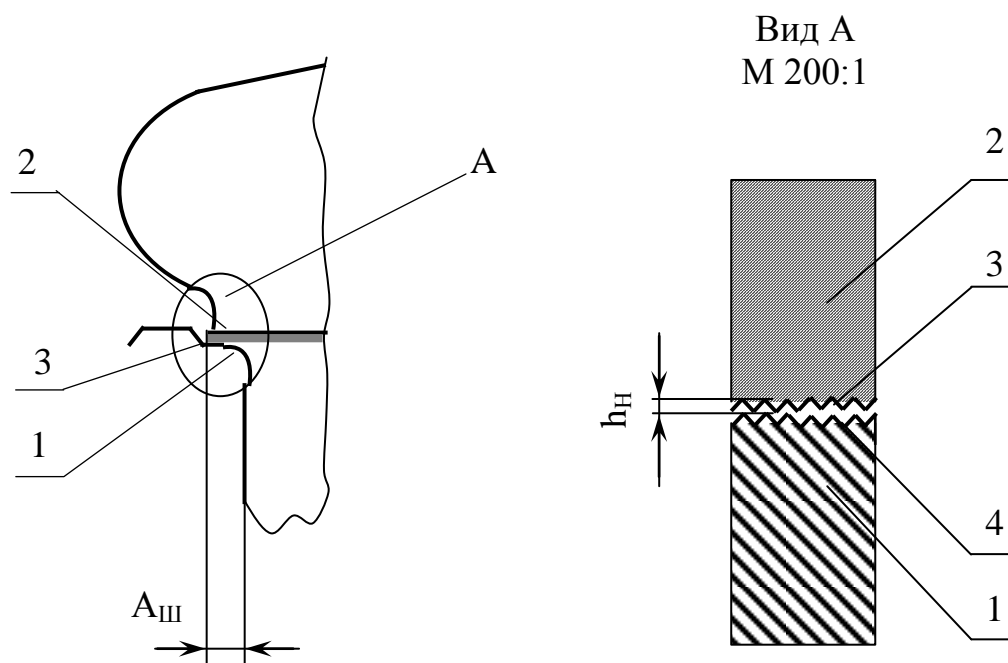


Рис. 2. Схема контакту шорстких поверхонь кришки і ємності через водяну плівку: 1 - фланець металевої ємності; 2 - фланець кришки; 3 - водяна плівка; 4 - шорстка поверхня з висотою нерівностей  $h_n$ .

Таблиця 1 - Схеми теплоакумуючих елементів

Число шарів	Матеріал шару	Метод формоутворення
Одношаровий	Алюмінієво-кремнієвий сплав АК - 12	Штампування, лиття, механічна обробка
Двошаровий	Металокераміка	Шлікерна технологія з гідрофільним оснащенням
Тришаровий	Пориста кераміка з просоченням алюмінієвим сплавом	Лиття

Конструкція обладнання для теплової обробки овочів без води і жирів включає металеву ємність з легованої нержавіючої сталі (X18H9) з товщиною стінки 0,8...1,0 мм і кришку.

Встановлено, що для теплової обробки овочів без води і жирів, виготовили металеві ємності з легованої сталі X18H9 з товщиною стінки 0,8...1,0 мм і застосували знімний теплоакумуючий елемент, товщина елемента 12...15 мм.



Рис. 3. Дослідний зразок з нержавіючої сталі X18H9 ємністю 2,0 л з товщиною стінки 1,0 мм і знімним ТАЕ з алюмінієвого ливарного сплаву АК12.

Для отримання теплоакумуючого селективного елемента застосовували ливарний метод формоутворення на основі багаторазово використовуваної металевої форми - кокіля.

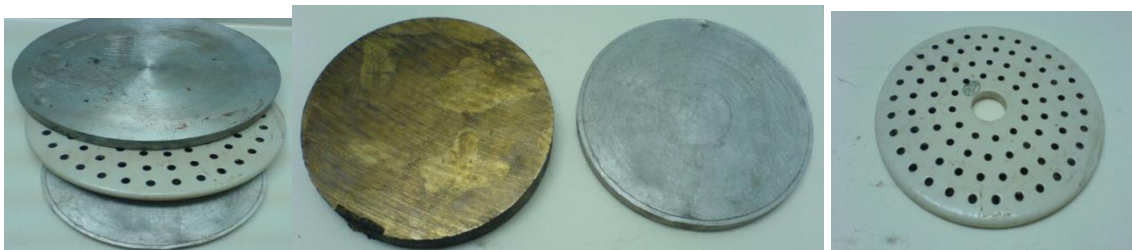
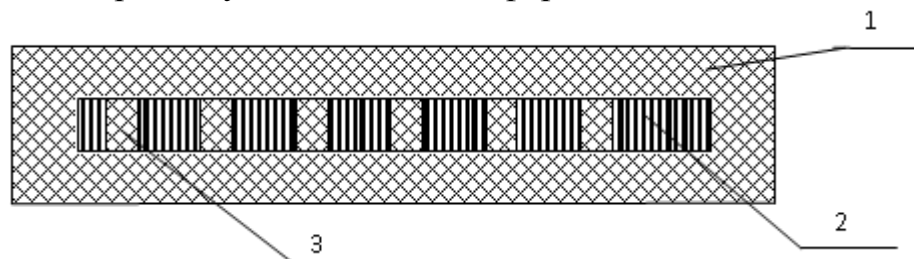


Рис. 4. Зразки теплоакумуючих елементів:  
1 - шар харчового алюмінію АК 12; 2 - шлікерний керамічний елемент; 3-шар харчового алюмінію АК 12.

Для забезпечення змикання фланців кришки і металевої ємності без зазору ширина кільцевого елемента зімкнення фланцем повинна бути не менше 2 мм. Теплоакумуючий елемент виконується змінним із селективною конструкцією відповідно до табл. 1.

Розроблені дві нові економічні конструкції металевих ємностей для теплової обробки овочів при максимальному збереженні вітаміну С на основі запропонованого селективного теплоакумуючого елемента зі сплаву АК 12 і шлікерної кераміки.

Забезпечити змикання фланців кришки і металевої ємності без зазору, ширина кільцевої поверхні змикання фланців повинна бути не менше 2 мм, краї фланців кришки повинні бути загнуті і входити у внутрішню частину ємності не менше, ніж на 5...8 мм для забезпечення умов режиму теплової обробки без втрат.

#### Література:

1. Справочник по товарам и услугам в Украине. «Резерв - сервис», Днепропетровск, 1995. С. 12.
2. *Малых С.В.* Рыночная оценка инноваций в машиностроении. Друк, Одесса, 2004. – 258 с.
3. «Zepter» - Посуда. Медицинские аспекты. Новости цептера. Киев., 1997. - №2. – С. 5.
4. *Сандлер В.* Новое русское слово. Нью-Йорк., 2002. – С. 11.
5. Патент №P4017.0675, Германия. 1991.
6. *Heinrich Kuhn Metallwarenfabrik Aktiengesellschaft* (ФРГ). Патент на изобретение под названием «Варочный сосуд» ЕП №0222699 по заявке №86810482.9 от 87.05.13.
7. *Heinrich Kuhn Metallwarenfabrik Aktiengesellschaft* (ФРГ). Патент на изобретение под названием «Варочный сосуд» ЕР №0221848 по заявке №86810479.5 от 86.10.27.
8. *Heinrich Kuhn Metallwarenfabrik Aktiengesellschaft* (ФРГ). Патент на изобретение под названием «Варочный сосуд» ЕР №0321745 по заявке №4015442 от 91.11.21.
9. *Hasui Morigano.* Япония. «Устройство для варки пищи» Патент №61 – 98222 опубл. 91.03.15.
10. *Hasui Morigano.* Япония. «Устройство для варки пищи под давлением» Патент №60 – 153822 опубл. 91.03.15.
11. *Hasui Morigano.* Япония. «Устройство для варки пищи» Патент №61 – 8017 опубл. 91.03.27.
12. *Томашов Н.Д., Чернова Г.П.* Теория коррозии и коррозионной стойкости.// Металлургия//М. 1993. – 180 с.
13. *Бражников А.М.* Теория термической обработки мясопродуктов. – М.:Агропромиздат, 1987. – 680 с.

14. Новые материалы в литейном производстве. Giesserii, №1, С. 31 – 36.

15. *Krohn B.* SPC raises Level of Confidence in casting quality. // Modern casting, 1986. - №9. С. 25 – 29.

16. Инструкция по санитарно – химическому исследованию новых видов пищевой посуды, тары и других изделий, изготовленных с применением синтетических лаков, эмалей, клея, резины, шпатлёвки и пластмассы. Госсанинспекция. М.: Медицина. 1964. – С. 32 – 36.

## **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ ОВОЩЕЙ И ЖИРОВ**

Шофул И.И.

***Аннотация*** – данная работа посвящена разработке нового оборудования для тепловой обработки овощей без воды и жиров.

## **EQUIPMENT FOR HEAT TREATMENT OF VEGETABLES AND FATS**

I. Shoful

### **Summary**

**This work deals with the development of new equipment for heat treatment of vegetables without water and fat.**