

УДК 621.798

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛООБМІНУ В ПРОЦЕСАХ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ПРОДУКЦІЇ ПРИ СТЕРИЛІЗАЦІЇ

Семенов О. М

Смольчук К. С

Подільський державний аграрно-технічний університет

Semenov O.

Smolchuk K.

Podolsky State Agrarian Technical University

Анотація: прискорений теплообмін при обробці продуктів харчування в герметизованих упаковках дозволить наблизити параметри процесів пастеризації та стерилізації до показників технологій високотемпературної короткочасної теплової обробки з суттєвим підвищенням якісних показників продукції.

Стримуючим фактором в інтенсифікації теплообміну в герметизованих упаковках є коефіцієнт тепловіддачі α_2 . Для прискорення процесу використовують переорієнтацію упаковок у потенціальному полі сил тяжіння. Крім того ефективним є обертання банок у напрямку з дінця на кришку і при цьому збільшення газового об'єму. Суттєвий вплив на інтенсифікацію теплообміну має збільшення об'єму банки, порівняно з банками менших розмірів, а оптимальна частота обертання залежить від консистенції продукту. Зі зменшенням консистенції оптимальна частота обертання банки зростає. При обертальному русі упаковок позитивний ефект можливо очікувати на шляху використання перехідних режимів, пов'язаних зі зміною напрямку обертання.

Одним із перспективних методів щодо скорочення часу теплової обробки, покращення смакових та якісних показників продукції та суттєвого енергозаощадження є удосконалення конструкцій технологічного обладнання для стерилізації і пастеризації продуктів харчування в герметично закритій тарі.

Ключові слова: інтенсифікація, процес, стерилізація, пастеризація.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Найбільш надійним методом консервування харчових продуктів продовжує залишатися збереження їх у герметичній тарі з залученням теплової обробки.

До числа напрямків інтенсифікації теплообміну в герметизованих упаковках відноситься використання потенціального поля сил тяжіння. Але за межами інтересів досліджень залишаються можливості використання сил інерції і сил внутрішнього тертя.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми

Аналіз літературних джерел і практичних досягнень промисловості приводять до однозначного висновку про те, що стримуючим фактором в інтенсифікації теплообміну щодо герметизованих упаковок є коефіцієнт тепловіддачі α_2 . У практичному використанні при цьому має місце один прийом, пов'язаний з переорієнтацією упаковок у потенціальному полі сил тяжіння. Також встановлено, що найбільш ефективним є обертання банок у напрямку з дінця на кришку і при цьому збільшення газового об'єму приводить до більш високого теплообміну. Помічено, що зі збільшенням об'єму ефективність інтенсифікації теплообміну

зростає, порівняно з банками менших розмірів, а оптимальна частота обертання залежить від в'язкості продукту. Зі зменшенням в'язкості оптимальна частота обертання банки зростає. Інтенсивність теплообміну зростає зі збільшенням радіуса обертання [3].

Досягнення позитивних ефектів за випадків обертального руху упаковок можливо очікувати на шляху використання перехідних режимів, пов'язаних зі зміною напрямку обертання. В таких перехідних процесах різко зростають швидкості відносного руху, відбувається перебудова форми продукту до повного зникнення параболоїдної поверхні і синтезу нової.

На рис. 1 зображено графіки кутових швидкостей упаковки $\omega_{уп}$ і продукту $\omega_{пр}$ у функції часу.

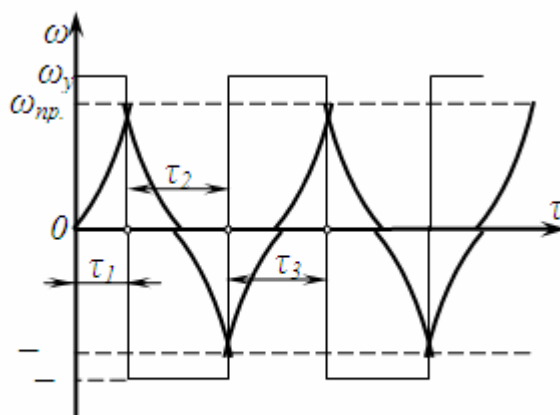


Рис. 1. Графік до визначення кінематичних параметрів

Від початку процесу за час τ_1 відбувається набір кутової швидкості $\omega_{пр}$ від нуля до максимального значення, а після зміни напрямку $\omega_{уп}$ має місце падіння $\omega_{пр.макс}$ до нуля з наступним закручуванням до $\omega_{пр.мін}$ за час τ_2 . На діаграмі також маємо $\tau_2 = \tau_3$ і їх значення слід обирати такими, за яких досягаються $\omega_{пр.макс}$ та $\omega_{пр.мін}$. Зменшення вказаних часових інтервалів і не досягнення екстремумів $\omega_{пр} = \omega_{пр}(\tau)$ означає зниження ефективності перемішування.

Проміжним випадком може бути варіант, за якого чергуються обертання і зупинка упаковки (рис. 2).

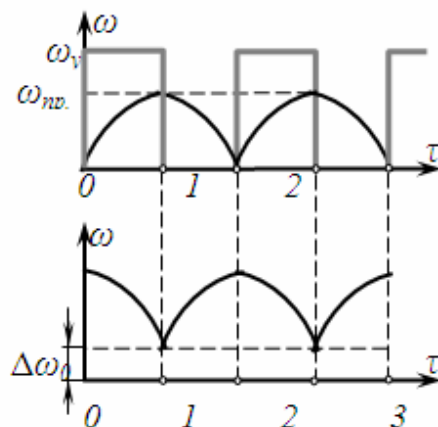


Рис. 2. Графіки кутових швидкостей упаковки і продукту для випадку пульсуючого циклу в русі упаковки

В обох розглянутих випадках має місце використання таких двох силових факторів, як сила тертя і сила інерції, трансформовані у відповідні моменти сил тертя та моменти сил інерції. При цьому сила тертя має два прояви у вигляді сил тертя з упаковкою і сил внутрішнього тертя у середовищі. Сила тертя між продуктом і упаковкою залежить від кутової швидкості обертання продукту.

При цьому має місце радіальний градієнт тиску, тобто зростання тиску від центру до периферії.

Перехід до плоско паралельного руху (рис. 3) створює інші умови відносного руху з генерацією біжучої хвилі. Розміщення циліндричної упаковки між двома напрямними, одна з яких рухома, а інша нерухома реалізує такий складний рух. Рухома напрямна контактує з упаковкою в точці В, а центром обертання останньої є точка А. Пік параболоїдної поверхні відповідає точці В, у яку послідовно переміщуються точки B_1 , B_2 , B_3 тощо.

Оскільки складний рух є сумою обертального і поступального, то це означає, що під дією відцентрових сил і сил тертя рідиноподібний продукт також має обертальний рух. Зворотно - поступальний рух бічної напрямної забезпечить в періоди перехідних процесів зростання відносної швидкості між продуктом і оболонкою упаковки.

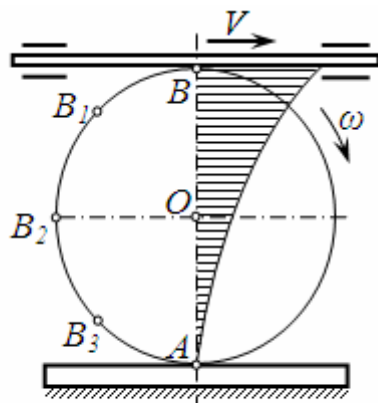


Рис. 3. Ілюстрація до випадку складного руху упаковки з епюрою форми поверхні

В поступальному русі взаємодія між оболонкою і продуктом приводить до того, що нестискувана продукція підлягає дії сил інерції, що визначаються прискореннями упаковки. Тому за зворотно - поступального руху напрямної поверхня продукту буде мати іншу більш складну форму з підвищенням ефектів перемішування [1, 2, 4].

Формулювання цілей статті

Пошуки заходів по інтенсифікації процесів стерилізації і пастеризації з одночасним обмеженням температурних впливів і їх перепадів при забезпеченні необхідних термінів зберігання продукції є важливим і актуальним напрямком розвитку консервної промисловості.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

При термічній обробці продуктів важливими є такі два фактори, як температура і час обробки. По температурі існує нижній для різних культур поріг, до якого летальні ефекти місця не мають за скільки завгодно подовженого часу обробки.

Також слід відмітити, що багатогранність вимог, які стосуються упаковок, визначає відповідний вибір матеріалів для їх створення. Разом з тим упаковка за своєю формою також висуває ряд загальних або специфічних вимог. З одного боку слід враховувати вимогу мінімізації витрат матеріалу на її створення, а з іншого мінімізована поверхня може обмежувати показники режимів теплової обробки і у тому числі продуктивність обладнання.

На інтенсифікацію теплопередавання впливає і співвідношення геометричних параметрів упаковок, які визначають питому площу поверхні як відношення цієї площі до об'єму продукту в ній. Звідси витікає можливість інтенсифікації теплообміну за рахунок зміни форми упаковки або за рахунок зменшення її об'єму. Останнє ґрунтується на тому, що площа поверхні упаковки пропорційна квадрату геометричного параметра, а об'єм – його кубу.

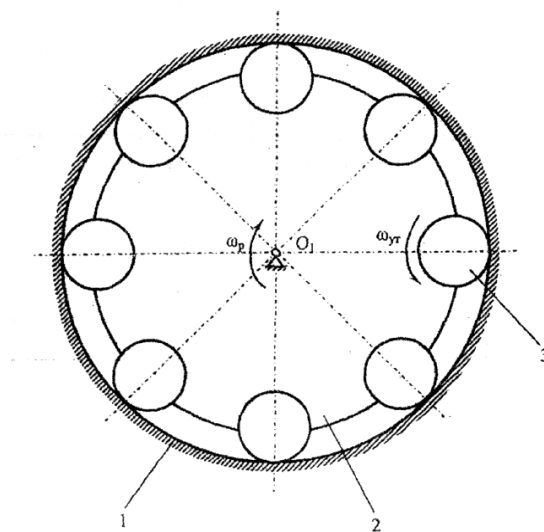


Рис. 4. Пристрій для інтенсифікації тепло- та масообміну в герметизованих упаковках

Нами розроблено модель пристрою (рис. 4) для інтенсифікації тепло- та масообміну в одно та двофазних системах, що може використовуватись в харчовій, мікробіологічній, фармацевтичній та хімічній галузях.

Відомі пристрої [5] не забезпечують інтенсивний тепло- та масообмін в герметизованих упаковках, що пов'язано з неможливістю створення інерційних полів зі змінними характеристиками, і як наслідок підвищення енерговитрат і зниження якості продукції.

Удосконалення конструкції пристрою полягало у забезпеченні примусового обертання периферійних утримувачів упаковок навколо своєї осі.

При обертанні ротора 2 відносно нерухомого каркасу 1, розміщенні на ньому периферійні утримувачі 3 з упаковками примусово обертаються навколо своєї осі, створюючи два силових поля сил інерції, наслідком яких є утворення в упаковках біжучої хвилі і активне перемішування середовища. Тому за рахунок поєднання цих двох складових відбувається інтенсифікація тепло- та масообміну в середині упаковок, що зменшує час стерилізації та покращує харчові якості продукції.

Висновки з даного дослідження

Удосконалення конструкцій різного технологічного обладнання для стерилізації і

пастеризації продуктів харчування в герметично закритій тарі являється одним із перспективних методів щодо скорочення часу теплової обробки, покращення смакових та якісних показників продукції та суттєвого енергозощадження.

Список літератури

1. Моделирование процессов пакування / [Соколенко А.И., Яровий В.Л., Піддубний В.А. та ін.]; під ред. А.И. Соколенка. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 272 с.
2. Пальчевський Б.О. Забезпечення гнучкості пакувальних комплексів / Б.О. Пальчевський // Упаковка. – 2006. – № 2. – С. 47-49.
3. Піддубний В.А. Інтенсифікація масообміну / В.А. Піддубний, А.И. Соколенко, О.Ю. Шевченко [та ін.] // Харчова і переробна промисловість. – 2007. – № 2. – С. 18-20.
4. Соколенко А.И. Справочник механика пищевой промышленности / Соколенко А.И., Українець А.И., Яровой В.Л. – К.: АртЕк, 2004. – 304 с.
5. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов / Флауменбаум Б.Л. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 272 с.

Spisok literatury

1. Modelyuvannya protsesiv pakuvannya / [Sokolenko A.I , Yarovyy V.L. , Piddubnyy V.A. ta in.] ; pod red. A.I. Sokolenka . - Vinnytsya: Nova knyha , 2004 . - 272 s
2. Pal'chevskyy B.O. Zabezpechennya hnuchkosti pakuval'nykh kompleksiv / B.O. Pal'chevskyy // Upakovka . - 2006 . - № 2. - S. 47-49 .
3. Piddubnyy V.A. Intensifikatsiya masoobminu / V.A. Piddubnyy , A.I. Sokolenko , O.YU. Shevchenka [ta in.] // Kharchova y pererobna promyslovist' . - 2007 . - № 2. - S. 18-20 .
4. Sokolenko A.I. Dovidnyk mekhanika kharchovoi promyslovosti / Sokolenko A.I. , Ukrainets' A.I. , Yarovyy V.L. - K. : ArtEk , 2004 . - 304 s.
5. Flaumenbaum B.L. Osnovy konservuvannya kharchovykh produktiv / Flaumenbaum B.L. - M. : Lehka i kharchova promyslovist, 1982 . - 272 s.

ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В ПРОЦЕССАХ ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОДУКЦИИ ПРИ СТЕРИЛИЗАЦИИ

Аннотация: ускоренный теплообмен при обработке продуктов питания в герметизированных упаковках позволит приблизить параметры процессов пастеризации и стерилизации к показателям технологий высокотемпературной кратковременной тепловой обработки с существенным повышением качественных показателей продукции.

Сдерживающим фактором в интенсификации теплообмена в герметизированных упаковках является коэффициент теплоотдачи α_2 . Для ускорения процесса используют переориентацию упаковок в потенциальном поле сил притяжения. Кроме того эффективным является вращение банок в направлении из дна на крышку и при этом увеличение газового объема. Существенное влияние на интенсификацию теплообмена имеет увеличение объем банки, в сравнении с банками меньших размеров, а оптимальная частота вращения зависит от консистенции продукта. С уменьшением консистенции оптимальная частота вращения банки растет. При вращательном движении упаковок позитивный эффект возможно ожидать на пути использования переходных режимов, связанных с изменением направления вращения.

Одним из перспективных методов относительно сокращения времени тепловой обработки, улучшения вкусовых и качественных показателей продукции и существенного энергосбережения, есть усовершенствование конструкций технологического оборудования для стерилизации и пастеризации продуктов питания в герметически закрытой таре.

Ключевые слова: интенсификация, процесс, стерилизация, пастеризация.

INTENSIFICATION OF HEAT EXCHANGE IS IN PROCESSES OF THERMAL PREPARATION OF PRODUCTS DURING STERILIZATION

Summari: *a retentive factor in intensification of heat exchange in relation to the pressurized packing is a coefficient of heat emission α_2 . Most effective is a rotation of jars in direction from dincya on a lid and here increase of gas volume results in a higher heat exchange. At an increase volume efficiency of intensification of heat exchange grows, by comparison to the jars of less sizes, and optimum frequency of rotation depends on product. With diminishing of optimum frequency of rotation of jar grows. Intensity of heat exchange also grows with the increase of radius of rotation. Achievement of positive effects at the cases of rotatory motion of packing it is possible to expect the use of transient behaviors on a way, with the change of direction of rotation. In such transients the rates of relative movement grow sharply, there is re-erecting of form of product to complete disappearance of paraboloidal surface and synthesis of new.*

The improvement of constructions of different technological equipment for sterilization and pasteurization of food stuffs in a bottletight container appears one of perspective methods in relation to reduction of time of thermal treatment, improvement of taste and high-quality indexes of products and substantial energyeconomy.

Keywords: *intensification, process, sterilization, pasteurization.*