

Аннотация

ОСНОВНЫЕ ТЕОРИИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГРУЗА И ФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ГРУЗА СКРЕБКОВЫМИ КОНВЕЙЕРАМИ

Любин М.В., Токарчук О.А.

В статье даётся анализ основных теорий напряжённого состояния груза и формирование энергетических затрат при его перемещении. Намечены теоретические предпосылки и методические приёмы для упрощения решения задачи для трубчатых конвейеров.

Abstract

BASIC THEORIES OF THE TENSE STATE OF LOAD AND FORMING OF POWER CHARGES AT TRANSPORTING OF LOAD BY SCRAPER CONVEYERS

M. Lyubin, O. Tokarchuk

The analysis of basic theories of the tense state of load and forming of power expenses at its moving is given in the article. Theoretical pre-conditions and methodical receptions for simplification of decision of task for tubular conveyers are set.

УДК 66.046.8 (088.8)

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АЕРОДИНАМІЧНОГО НАГРІВУ ДЛЯ АВТОКЛАВНОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Цуркан О.В. к.т.н., доц., Міщук Т.О. асп.

Вінницький національний аграрний університет

Проведено аналіз існуючого обладнання аеродинамічного нагріву та варіанти його використання у технологічних процесах різних галузей промисловості. Розглянуто можливості використання рециркуляційного аеродинамічного нагріву для автоклавної обробки харчової сировини з метою забезпечення енергозбереження та зменшення витрат на допоміжне обладнання.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день при виготовленні консервної продукції теплова обробка є одним з найбільш енергоємних етапів, при якій споживається понад 60% від загальної кількості енерговитрат. Процес стерилізації є невід'ємною частиною технологічного процесу будь-якого консервного виробництва. Він повинен забезпечити [1]:

- повне знешкодження нетерmostійкої неспороутворюючої мікрофлори і зменшення до гранично допустимого рівня числа спороутворюючих мікроорганізмів, що забезпечує безпечність продукції для споживання при довгому зберіганні;

- максимальне збереження харчових і смакових якостей продукції, що стерилізується;

- запобігання деформації та руйнуванню посуду, в якому стерилізується харчова продукція, через надмірні критичні значення перепадів тиску ззовні та всередині посуду;

- зменшення енерговитрат та скорочення тривалості процесу.

Переважає більшість автоклавного обладнання, яке переважно базується на застосуванні різного типу парогенеруючих пристроїв для створення необхідної температури і тиску у робочій камері автоклава, має досить низьку енергетичну ефективність через значні втрати тепла з відпрацьованою паром, яка скидається в атмосферу з автоклава. Окрім того, у більшості випадків необхідне застосування окремого котельного агрегату, який забезпечує ритмічну подачу технологічної пари для підтримання процесу стерилізації.

Мета. Розробка заходів, які пов'язані із зниженням енерговитрат при тепловій обробці харчової сировини є актуальною і необхідною.

Проведений огляд та аналіз відомих теплогенеруючих пристроїв показав, що досить перспективним є обладнання з рециркуляційним аеродинамічним нагрівом [2-8], яке у поєднанні із обладнанням для створення регульованого надлишкового тиску може бути успішно використане для нового способу автоклавної обробки харчової сировини. Таким чином, було поставлено задачу детального аналізу принципу дії і конструктивного виконання відомого обладнання з рециркуляційним аеродинамічним нагрівом, з метою його подальшої адаптації і застосування, як складового агрегату для автоклавних установок нового типу.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз відомого устаткування із рециркуляційним аеродинамічним нагрівом для теплової обробки сировини. Принцип рециркуляційного аеродинамічного нагріву полягає в реалізації теплового ефекту від аеродинамічних втрат, що виникають при роботі ротора (робочого колеса) відцентрового вентилятора в замкнутому циркуляційному контурі. Ротор слугує одночасно нагнітачем та генератором теплоти, забезпечуючи інтенсивну рециркуляцію і постійний нагрів повітряного середовища у замкнутому просторі теплоізолюваної робочої камери [2].

У роторі та замкнутому циркуляційному контурі розподільчих каналів відбуваються втрати на подолання аеродинамічних опорів, оскільки у них виникає безперервний рух повітряного середовища з визначеною швидкістю. Ці втрати постійно поновлюються завдяки роботі ротора аеродинамічного нагрівача. Тобто, енергія, яку отримує повітря, використовується для його переміщення по розподільчих каналах та покриття аеродинамічних втрат в них, що пов'язані з вихроутворенням, тертям, втратами на місцевих опорах та для забезпечення заданої вихідної швидкості [9].

Особливість установок аеродинамічного нагріву полягає в тому, що

теплова потужність, що виділяється повітряним потоком всередині установки практично є близькою до потужності, яка підводиться до робочого колеса аеродинамічного нагнітача – вентилятора чи вихроутворювача. Для цього розміри, геометрія і швидкість руху лопатей робочого колеса аеродинамічного нагнітача – вентилятора розраховуються і потім більш точно регулюються для отримання заданої теплової потужності. Повітря циркулює по замкнутому контуру за допомогою аеродинамічного нагнітача – вентилятора, що має досить низький ККД (в межах 0,5...0,88). Таким чином, основна частина механічної енергії руху повітряного потоку швидко перетворюється в теплоту.

Нагрівальні установки з аеродинамічним нагрівом роторного типу не потребують рідкого або газоподібного палива та дорогих електричних нагрівачів. Металеві частини конструкції установки, а також тіла оброблюваних виробів нагріваються поступово і рівномірно по всьому об'єму робочої камери.

Процес конвективного теплообміну в аеродинамічному нагнітачі – вентиляторі проходить з високою інтенсивністю внаслідок великих швидкостей та турбулентності повітряних потоків. Чим більша турбулентність потоків, тим більший критерій Рейнольдса, а отже, і аеродинамічні втрати. Механічна енергія, що підводиться до вала аеродинамічного нагнітача – вентилятора швидко перетворюється в теплоту, яка відносно легко регулюється, зокрема, зміною числа обертів робочого колеса.

Рециркуляційні нагрівальні установки знайшли широке застосування в різних галузях промисловості, наприклад, в технологічних процесах низько- та середньотемпературної теплової і термохімічної обробки матеріалів при температурі до 500-550°C. Вони використовуються в процесах термообробки легких та кольорових металів і сплавів, теплової обробки полімерних матеріалів, для сушіння лакофарбових покриттів, термообробки спеціальних матеріалів (із синтетики, оргскла тощо), вакуумування виробів із склотканин [2]. Установки з аеродинамічним способом нагріву також використовуються у камерах для сушіння деревини [6]. До складу таких установок входить енергетичний блок, який включає нагнітальний ротор для створення і нагріву потоку газового середовища в циркуляційному тракті камери. Сушіння деревини в камерах такого типу відбувається значно інтенсивніше, чим у парових сушарках, внаслідок чого висушена деревина відповідає найвищим вимогам якості.

На рис. 1 представлена схема нагрівальної печі з аеродинамічним способом нагріву [7]. Ротор 1 при обертанні виконує рециркуляцію повітря в замкнутій теплоізольованій робочій камері 2, здійснюючи таким чином нагрів штабеля оброблюваного матеріалу 3.

Значний техніко-економічний ефект із застосуванням аеродинамічного нагріву був досягнутий у таких широковідомих процесах, як: сушіння зерна, насіння, харчових продуктів і напівфабрикатів, термохімічна обробка порошків, покриттів, термообробка спеціальних синтетичних та композиційних матеріалів [2]. Принцип аеродинамічного нагріву знайшов також застосування для розігріву цистерн з твердіючими і в'язкими матеріалами, що дозволяє зменшити металоємність устаткування та збільшити ефективність розігріву матеріалу [8].

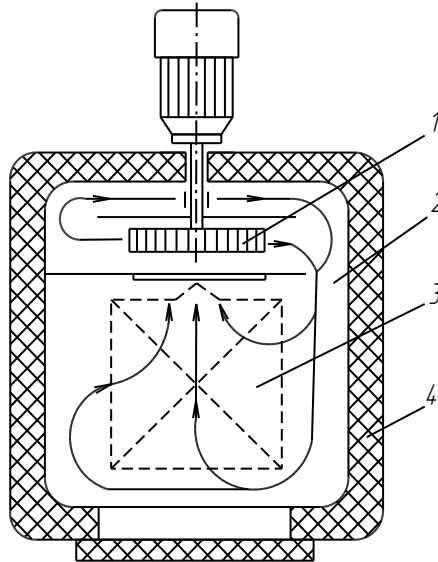


Рис. 1 – Нагрівальна піч з аеродинамічним способом нагріву:

1 – ротор; 2 – замкнута теплоізолювана робоча камера; 3 – штабель оброблюваного матеріалу; 4 – корпус робочої камери

Результати досліджень. Проведений аналіз процесів генерації теплової енергії аеродинамічним способом і відповідного цим процесам обладнання свідчить, що вони можуть бути успішно використані і в процесах теплової обробки харчової сировини, зокрема, автоклавної.

На рис. 2 представлена розроблена схема автоклава для теплової обробки харчової сировини з використанням аеродинамічного нагріву. Він складається із теплоізолюваної герметичної робочої камери 1, в якій встановлений стелаж 2 для розташування оброблюваної сировини, у конструкції якого розміщені повітророзподільні отвори 3, 4 та 5 у горизонтальних та вертикальних площинах. На стелажі розміщується харчова сировина для автоклавної обробки 6. Між теплоізолюваною герметичною робочою камерою та стелажем утворені вертикальні напрямні повітропроводи 7 і 8 та нижня повітрозбірна порожнина 9. У верхній частині установки для баротермічної обробки харчової сировини встановлений ротор аеродинамічного рециркуляційного нагрівача 10, що приводиться в дію зовнішнім механічним приводом обертальної дії – приводним електродвигуном 11. Поряд із ротором влаштовані дросельні регулювальні заслінки 12 і 13 та поворотні регулювальні жалюзі 14.

Принцип його роботи полягає у тому, що від лінії подачі стисненого повітря у внутрішню порожнину теплоізолюваної герметичної робочої камери 1 надходить повітря, яке нагнітається через регулювальний редуційний клапан від зовнішнього компресора із ресивером.

Після пуску приводного електродвигуна 11, що приводить в обертальний рух ротор 10 аеродинамічного рециркуляційного нагрівача, внаслідок аеродинамічних втрат в робочому колесі та циркуляційному повітророзподільному тракті в замкненому просторі теплоізолюваної герметичної робочої камери 1 нагрівається повітря, а отже, і металоконструкція

корпусу робочої камери, а також оброблювана харчова сировина 6. В замкненому просторі теплоізолюваної герметичної робочої камери 1 створюється необхідна для виконання умов заданого технологічного процесу температура. В лінії подачі стисненого повітря для реалізації процесу автоклавної обробки створюється необхідний тиск, величина якого може змінюватися за допомогою регулювань редуційного клапана.

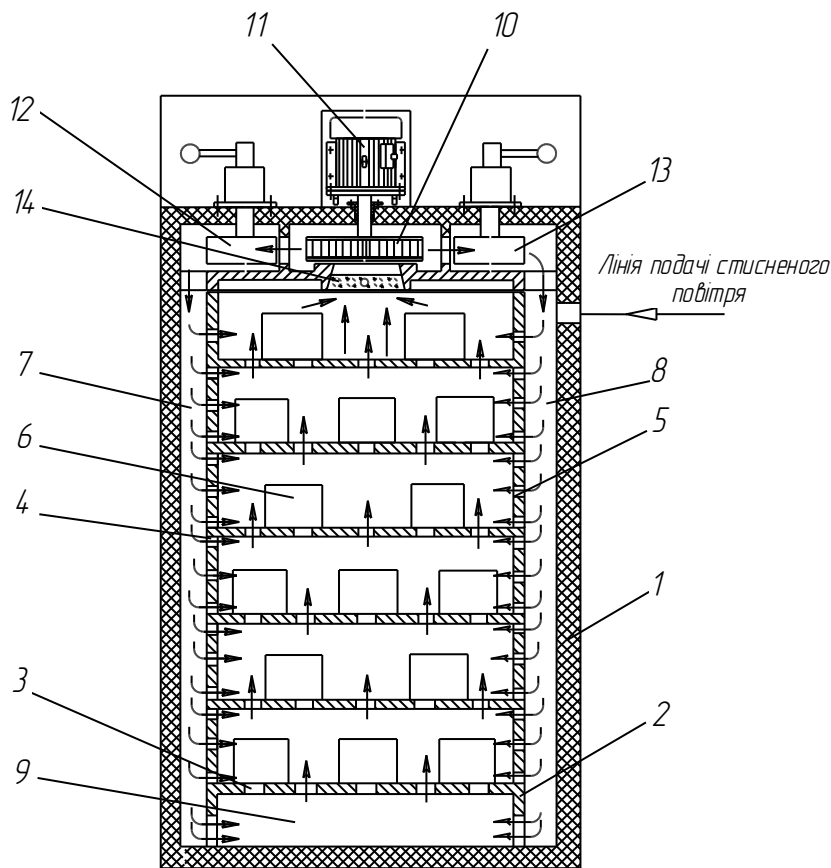


Рис. 2 – Автоклав для обробки харчової сировини:

1 – теплоізолювана герметична робоча камера; 2 – стелаж; 3, 4 і 5 – повітророзподільні отвори; 6 – харчова сировина для автоклавної обробки; 7, 8 – вертикальні напрямні повітропроводи; 9 – нижня повітрозбірна порожнина; 10 – ротор аеродинамічного рециркуляційного нагрівача; 11 – приводний електродвигун; 12, 13 – дросельні регульовальні заслінки; 14 – поворотні жалюзі

Дросельні регульовальні заслінки 12 та 13 забезпечують регулювання швидкостей руху рециркулюючого повітряного потоку повітря, яке через вертикальні напрямні повітропроводи 7, 8, нижню повітрозбірну порожнину 9 та повітророзподільні отвори 3, 4 і 5 направляється в зону контакту із харчовою сировиною для автоклавної обробки 6, здійснюючи відповідний її нагрів за рахунок неперервного руху і конвективного обтікання повітряним потоком поверхні оброблюваної сировини. Поворотні жалюзі 14 також призначені для спрямування повітряного потоку і регулювання його швидкості руху в процесі рециркуляції. За допомогою регульовальних заслінок 12 та 13 і поворотних жалюзей 14 регулюють і стабілізують температурні режими в теплоізолюваній герметичній робочій камері 1.

Відповідно до технології автоклавної обробки в теплоізольованій герметичній робочій камері 1 на протязі визначеного часу підтримується необхідний температурний режим і тиск повітряного середовища. В результаті цього відбувається автоклавна обробка, наприклад, стерилізація овочевих консервів.

Після доведення харчової сировини 6, яка підлягає автоклавній обробці, до готовності, подача стисненого повітря призупиняється, а приводний електродвигун 11 аеродинамічного рециркуляційного нагрівача 10 відключається від електромережі.

Висновки

Проведений аналіз відомих способів теплогенерації в теплових установках різного типу показав перспективність застосування рециркуляційного аеродинамічного нагріву, який може бути ефективно використаний в автоклавних установках для обробки харчової сировини у поєднанні із допоміжним компресорним обладнанням для підтримання необхідного рівня тиску повітряного середовища у замкнутому просторі робочої камери.

Запропоновано конструктивну схему виконання автоклава з аеродинамічним рециркуляційним нагрівачем роторного типу і нагнітачем стисненого повітря для обробки харчової сировини.

Переваги застосування рециркуляційного аеродинамічного нагрівача спільно із нагнітачами стисненого повітря – компресорними агрегатами, у порівнянні з відомими електричними чи паровими теплогенеруючими пристроями, полягають, насамперед, у високій рівномірності нагріву по всьому об'єму камери, можливості точного регулювання температури і необхідного тиску повітря. Такі установки прості у виготовленні, компактні та повністю пристосовані до автоматизації.

Список використаних джерел

1. Фрайнбурд А.Б. Имитационная модель процесса стерилизации консервов в автоклаве как основа для разработки эффективных алгоритмов управления и обучающего тренажера / А.Б. Фрайнбурд, В.А. Хобин // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 4(9). – С. 67-70.
2. Тевис П.И. Рециркуляционные установки аэродинамического нагрева / П.И. Тевис, В.А. Ананьев, Е.Г. Шадек . – М.: Машиностроение, 1986. – 208 с.
3. Сліпенька О.П. Аналітичне дослідження автоклавних установок із аеродинамічним нагрівом / О.П. Сліпенька, І.В. Коц // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – №5. – 93 с.
4. Куліков Ю.А. Дослідження закономірностей і оптимізація параметрів аеродинамічного перетворення механічної енергії в теплову в екологічно чистих пристроях обігріву / Ю.А. Куліков, С.В. Кузьменко, О.В. Кущенко // Вісник Східноукраїнського державного університету. – 1996.

- С. 171-175.
5. Пат. 2053458. МПК⁶ F 24 Н 3/02. Устройство для нагрева воздуха. / Крупенин Ю. Д.; заявитель и патентообладатель завод “Экватор”. – № 5062571/06; заявл. 17.09.1992; опубл. 27.01.1996, Бюл. № 3.
 6. Пат. 2289771. МПК F 26 В 9/06. Энергетический блок аэродинамической сушильной камеры для пиломатериала или другого продукта / Цыбин И. Н.; заявитель и патентообладатель Цыбин Иван Николаевич. – № 2005111097/06; заявл. 07.04.2005; опубл. 20.12.2006, Бюл. № 35.
 7. Пат. 2042096. МПК⁸ F 26 В 9/06, F 26 В 23/00, F 24 Н 3/02. Аэродинамический нагреватель. / Савченко В.Ф., Шадек Е.Г., Пруцков Н.В.; заявитель и патентообладатель научно-производственная фирма “ЭКАС”. – № 93025221/06; заявл. 27.04.1993; опубл. 20.08.1995.
 8. Пат. 2053177. МПК⁶ В 65 D 88/74, В 65 G 69/20. Цистерна НИЦА-3 для затвердевающих и вязких материалов. / Арютов К. И.; заявитель и патентообладатель Арютов Константин Иванович. – № 5004540/13; заявл. 01.07.1991; опубл. 27.01.1996, Бюл. № 3.
 9. Колісник О.П. Обґрунтування генерації теплової енергії в установках із аеродинамічним нагрівом / О.П. Колісник, І.В. Коц // Сучасні технології і конструкції в будівництві. – 2008. – № 5. – С. 94-99.

Аннотация

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО НАГРЕВА ДЛЯ АВТОКЛАВНОЙ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ

Цуркан О.В., Мишук Т.О.

Проведен анализ существующего оборудования аэродинамического нагрева и варианты его использования в технологических процессах разных отраслей промышленности. Рассмотрены возможности использования рециркуляционного аэродинамического нагрева для автоклавной обработки пищевого сырья с целью обеспечения энергосбережения и уменьшения расходов на вспомогательное оборудование.

Abstract

PROSPECTS OF THE USE AERODYNAMIC HEATING FOR AUTOCLAVING OF FOOD RAW MATERIAL

O. Tsurkan, T. Mischuk

The analysis of existent equipment of the aerodynamic heating and variants of his use in the technological processes of different field of industry was conducted. Possibilities of the use recirculation aerodynamic heating for autoclaving of food raw material with the purpose of providing saving of energy and diminishing of charges on an auxiliary equipment was considered.