

ISSN 2304-974X

Ministry of Education and Science,
Youth and Sports of Ukraine

Міністерство освіти і науки,
молоді та спорту України

NATIONAL UNIVERSITY
OF FOOD TECHNOLOGIES

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

UKRAINIAN FOOD JOURNAL

Volume 2, Issue 1
2013

Kyiv

2013

Київ

Roman Matusevich, Oleksandr Tereschenko, Oleksandr Chepelyuk
Heat treatment modeling of industrial raw materials in the vacuum horizontal boiler

105

Automatization of technological processes

111

Julia Klymenko, Sergii Baluta
Application of neural network regulator in cascade systems of regulation

111

Volodymyr Shesterenko, Iryna Sydorchuk
Reactive power compensation in the combined system of sugar refinery electricity

116

O.S. Pavljuchenko, A.S. Zubrytska, Y.S. Blyzniuk
Advantages and peculiarities of installation automated systems engineering equipment in hotels

123

Economics and Management

127

Tetyana Romashko, Liana Maznyk
Development of modern methods research of complex social and economic systems

127

Abstracts

133

Роман Матусевич, Олександр Терещенко, Олександр Чепелюк
Моделювання процесу теплової обробки технічної сировини у вакуумному горизонтальному котлі

Автоматизація технологічних процесів

Юлія Клименко, Сергій Балута
Застосування нейромережного регулятора в каскадних системах регулювання

Володимир Шестеренко, Ірина Сидорчук
Компенсація реактивної потужності в комбінованих системах електропостачання цукрових заводів

Олена Павлюченко, А. Зубрицька, Ю. Близнюк
Переваги та особливості впровадження автоматизованих систем управління інженерним обладнанням в готелях

Економіка та управління

Тетяна Ромашко, Ліана Мазник
Розвиток сучасних методів дослідження складних соціально-економічних систем

Анотації

Heat treatment modeling of industrial raw materials in the vacuum horizontal boiler

Roman Matusevich, Oleksandr Tereschenko, Oleksandr Chepelyuk

National University of food technologies, Kyiv, Ukraine

Keywords:

Modeling
Heat treatment
Industrial raw materials
Mixing device

ABSTRACT

Work modes improvement of existing equipment contributes to the intensification of technological processes, shortening production cycles and reduce raw material losses. As a result, thermal processing simulation of industrial raw materials specified rational value of speed mixing device, which increases economic efficiency and improves the quality parameters of the finished product.

Article history:

Received 11.09.2012
Received in revised form
25.10.2012
Accepted 01.11.2012

Corresponding author:

Olena Chepeluk
E-mail:
lenasandul@yahoo.com

УДК 664.932.7:[004.9: 66.04]

Моделювання процесу теплової обробки технічної сировини у вакуумному горизонтальному котлі

Роман Матусевич, Олександр Терещенко, Олександр Чепелюк

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ

На м'ясопереробних підприємствах, особливо на підприємствах з малими обсягами виробництва, досить актуальним є питання утилізації відходів, до яких відносяться конфісковані ветеринарно-санітарним наглядом непридатні для виробництва харчової продукції м'ясні продукти, туші тварин, кістки, що залишилися після обвалювання та інше. Ці відходи є сировиною для виробництва борошна кормового тваринного походження.

Створення установок для утилізації цих відходів обґрунтовано не лише з санітарно-гігієнічних міркувань, але й з економічних. В світі збільшується дефіцит харчового білку і насамперед повноцінних білків тваринного походження. В тваринництві білки необхідні для забезпечення максимального росту тварин, тому для створення

повноцінної кормової бази необхідно приділяти особливу увагу нарощуванню виробництва якісних білкових кормів. Корми, вироблені з відходів тваринного походження, є більш цінним продуктом порівняно з кормами, виготовленими з відходів рослинного походження. Слід відзначити в них більш високий рівень протеїну. Так, наприклад, у м'ясо-кістковому борошні в залежності від його сорту на 1 корм. од. припадає від 337 до 572 г протеїну, в той час як в рослинних кормах – від 40 до 250 г. Лише одна тонна м'ясо-кісткового борошна дає можливість зберегти 3,0 – 3,5 т зернових культур і додатково отримати при правильному збалансуванні комбікорму до 7 центнерів м'яса свиней [8].

Отже, використання на кормові цілі цих високоякісних і енергетично цінних побічних видів сировини тваринного походження, дає можливість збільшити виробництво білкових кормів і підвищити рентабельність тваринницьких підприємств та дозволить звільнити для харчових цілей певну кількість продовольчого зерна, що використовується зараз з меншим ефектом на корми. Крім того, переробка біогенних відходів тваринного походження, в принципі, є природоохоронним заходом, який сприяє зменшенню антропогенного навантаження на довкілля.

Таким чином, розробка і впровадження апаратів для утилізації відходів м'ясопереробних виробництв дасть змогу покращити економічний стан, а також отримати відповідні прибутки інвесторам.

Методи досліджень

На цей час на м'ясокомбінатах нехарчова сировина переробляється сухим методом у вакуумних горизонтальних котлах. Технологія, що застосовується, та обладнання за останній час не зазнали суттєвих змін [1].

Сухі тваринні корми як у нас в країні, так і за кордоном досі, в основному, виробляють за схемою періодичної дії із використанням головним чином стаціонарних теплових апаратів, що обумовлює значну тривалість процесу (4 – 6 годин). На цих ділянках виробництва є потреба оновлювати, модернізувати обладнання та підбирати ефективні режими їх роботи для забезпечення ефективної переробки технічної сировини.

Основними апаратами для переробки технічної сировини в м'ясопереробній промисловості є вакуумні горизонтальні котли. В них переробляється м'яка і кісткова сировина, кров та інші відходи виробництва. Конструкція котлів дозволяє в періодичному режимі проводити витоплювання жиру та виготовлення сухих тваринних кормів. Всі котли, які є досить застарілим обладнанням, мають принципово подібну конструкцію – це горизонтальна циліндрична посудина з паровою оболонкою, всередині якої обертається горизонтальний вал з лопатями. Ефективність процесу переробки значною мірою залежить від площі теплопередачі та режимів роботи котла.

Метою дослідження процесу переробки технічної сировини у вакуумних горизонтальних котлах є модернізація обладнання і отримання рекомендацій щодо раціональних режимів роботи апарата.

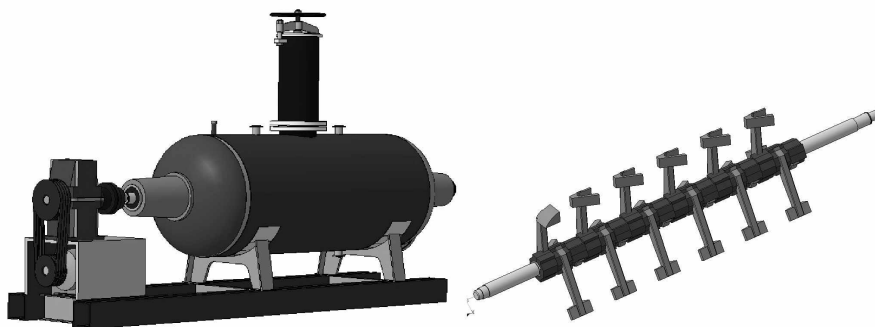
У сучасному виробництві широке поширення одержали системи автоматизованого проектування (САПР, computer aided design), які дозволяють проектувати технологічні процеси з меншими витратами часу та засобів, зі збільшенням точності спроектованих процесів.

Процеси та обладнання харчових виробництв

Проектування, при якому всі проектні рішення або їхню частину одержують шляхом взаємодії людини та ЕОМ, називають автоматизованим, на відміну від ручного (без використання ЕОМ) або автоматичного (без участі людини на проміжних етапах). САПР (або CAD) звичайно використовуються разом із системами автоматизації інженерних розрахунків і аналізу CAE (Computer Aided engineering).

Процес теплової обробки технічної сировини промодельовано в пакеті Flow Vision, в якому використано метод кінцевих об'ємів (обрана модель «ламінарна рідина»).

При моделюванні задано крайові умови: геометрична модель вакуумного горизонтального котла КВМ-4,6 і перемішуючого органу створена в програмах Компас – 3D і Solid Works (рис.1); граничні умови: поблизу твердих поверхонь передбачено гранична умова «стінка», температура стінки апарата 140 °С. Частота обертання перемішуючого пристрою є керованим параметром. При виконанні розрахунків враховані реологічні властивості технічної сировини (густина 1050 кг/м³, молекулярна в'язкість Па·с, поверхневий натяг, коефіцієнти тепло- і теплопровідності).



**Рис. 1. Вакуумний горизонтальний котел КВМ - 4,6:
а- загальний вигляд; б – перемішуючий пристрій.**

Параметрами, які вивчалися, були енергія, розподіл швидкостей при перемішуванні та потік теплоти від стінок апарата до сировини в середині нього (вирішувались рівняння збереження енергії та рівняння Нав'є – Стокса).

Візуалізація результатів моделювання здійснювалася двома способами: заливкою та за допомогою графіків.

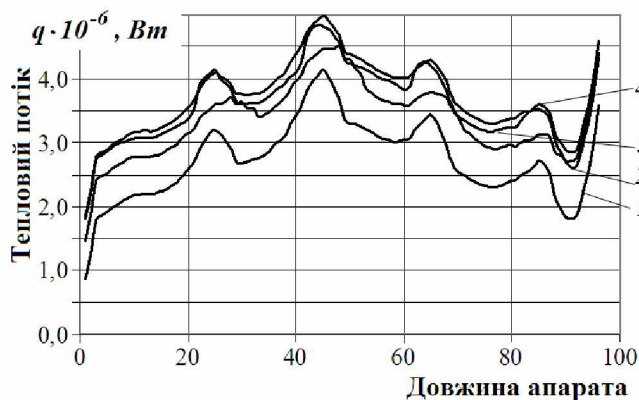
Результати та обговорення

Важливе значення для процесу теплової обробки має режим роботи перемішуючого пристрою (див. рис. 1б). Метою перемішування є уникнення перегріву продукту поблизу стінки апарату та інтенсифікація теплових процесів.

Для визначення оптимального режиму роботи перемішуючого пристрою промодельовано процес переробки технічної сировини у вакуумному горизонтальному котлі при частотах обертання від 40 до 70 об/хв.

Отримані результати представлені у вигляді графічних залежностей розподілу теплового потоку по довжині апарату при відповідних значеннях частоти обертання перемішуючого пристрою (рис.2) і у вигляді заливки (рис.3).

Як видно з рис. 2, зі збільшення частоти обертання величина теплового потоку збільшується. Збільшення ступеня турбулентності системи, яке досягається при перемішуванні, призводить до зменшення товщини пограничного шару, збільшення і неперервного оновлення поверхні фаз, які взаємодіють. Це призводить до суттєвого прискорення процесів тепло- і масообміну.



**Рис. 2. Розподіл теплового потоку від поверхні нагріву в середину апарату по довжині апарату при відповідних значеннях частоти обертання перемішуючого пристрою:
1 – 40 об/хв.; 2 – 50 об/хв.; 3 – 58 об/хв.; 4 – 70 об/хв.**

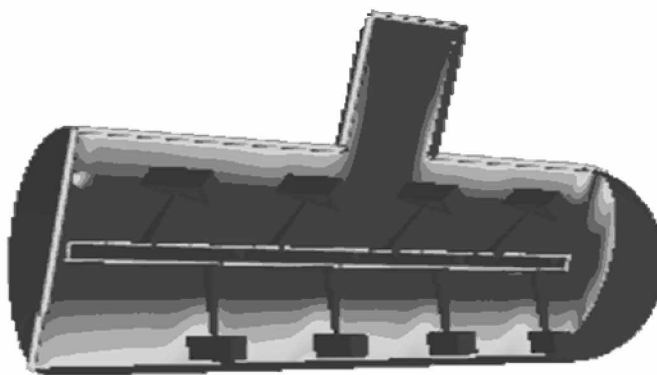


Рис. 3. Тепловий потік від поверхні нагріву в середину апарату

Для більш повного уявлення про вплив частоти обертання на величину теплового потоку на основі отриманих результатів побудовано графік залежності величини теплового потоку від частоти обертання (рис.4).

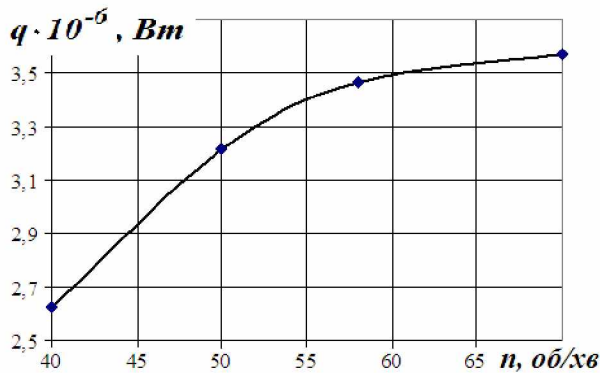


Рис. 4. Залежність величини теплового потоку від поверхні нагріву в середину апарату в залежності від частоти обертання перемішуючого пристрою.

Коефіцієнт тепловіддачі α від внутрішньої стінки апарата до продукту, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$:

$$\alpha = c_w (a + b v^{0.6})$$

де c_w – питома теплоємність води, $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; a і b – сталі, що залежать від виду, температури, стану жиру і товщини його шару ($a = 150 - 200$, $b = 60 - 80$); v – швидкість руху рідини, $\text{м}/\text{с}$.

Збільшення частоти обертання перемішуючого пристрою збільшує швидкість руху v маси, яка перебуває в котлі, що відображається на коефіцієнті тепловіддачі і кількості теплоти, переданої за одиницю часу через одиницю площі.

На основі аналізу отриманих результатів можна зробити висновок, що зі збільшенням частоти обертання величина теплового потоку збільшується, проте темпи цього збільшення падають. Так, якщо при зміні швидкості від 40 до 50 об/хв величина теплового потоку збільшилась майже на 20 %, то при зміні швидкості від 58 до 70 об/хв. – лише на 3 %. Виходячи з цього можна зробити висновок, що збільшення частоти обертання вище 58 об/хв. не є доцільним, оскільки це несуттєво інтенсифікує процес тепловіддачі, проте призводить до додаткових енергетичних витрат на перемішування.

Висновки

Частоту обертання перемішуючого пристрою в котлі можна збільшити до 58 об/хв., що дозволить якісно перемішувати сировину при її тепловій обробці і забезпечити більш інтенсивне та ефективне проведення процесу. При збільшенні частоти обертання вище цих значень не спостерігається суттєвої інтенсифікації процесу тепловіддачі, проте збільшуються енергетичні витрати безпосередньо на процес перемішування. Отримані результати дозволять створити високоефективне обладнання для вирішення проблеми утилізації відходів м'ясопереробних підприємств і виробляти кормове борошно належної якості при зменшених витратах.

Література

1. Вербицкий С.Б. Оборудование для переработки вторичного мясного сырья: вчера, сегодня и завтра / С.Б. Вербицкий // Мясной бизнес. – 2012. – №4. – С.66 – 7
2. Yadi Pan, Fengqi Si, Zhigao Xu, Carlos E. Romero. An integrated theoretical fouling model for convective heating surfaces in coal-fired boilers / Powder Technology, Volume 210, Issue 2, 25 June 2011, Pages 150-156
3. Kadem, A. Lachemet, R. Younsi, D. Kocaeffe. 3d-Transient modeling of heat and mass transfer during heat treatment of wood / International Communications in Heat and Mass Transfer, Volume 38, Issue 6, July 2011, Pages 717-722 S.
4. Jinwu Kang, Yiming Rong. Modeling and simulation of load heating in heat treatment furnaces /Journal of Materials Processing Technology, Volume 174, Issues 1–3, 25 May 2006, Pages 109-114
5. Laura Otero, Pedro D. Sanz. Modelling heat transfer in high pressure food processing: a review / Innovative Food Science & Emerging Technologies, Volume 4, Issue 2, June 2003, Pages 121-134
6. Laura Otero, Pedro D. Sanz. Modelling heat transfer in high pressure food processing / Innovative Food Science & Emerging Technologies, Volume 4, Issue 2, June 2003, Pages 121-134
7. Michael C. Georgiadis, Sandro Macchietti Dynamic modelling and simulation of plate heat exchangers under milk fouling /Chemical Engineering Science, Volume 55, Issue 9, May 2000, Pages 1605-1619
8. Мдинарадзе Т.Д. Переработка побочного сырья животного происхождения / Т.Д. Мдинарадзе. – М.: Агропромиздат, 1987.– 239 с.
9. Ivan Shopov, Ventsislav Nenov. Hypotheses about the mechanisms of influence of input factors in tableting coffee on the output quality of a coffee drink / Journal of food and packaging science, technique and technologies. – 2012. – N1. – P. 48-52.