

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КАЗЕМІР СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 614

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЛАВИТЕЛЯ СИРУ МАРКИ ПС-40 З ДОСЛІДЖЕННЯМ
ВПЛИВУ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧИХ ОРГАНІВ РОТОРА
ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ НА ПРОЦЕС ОБРОБЛЕННЯ
СИРНОЇ МАСИ.**

133 "Галузеве машинобудування"

Автореферат
дипломної роботи магістра

Тернопіль
2019

Роботу виконано на кафедрі обладнання харчових технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри обладнання харчових технологій
Вітенько Тетяна Миколаївна,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: Завідувач кафедри харчової біотехнології і хімії, доктор біологічних наук, професор,
Покотило Олег Степанович
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 24 грудня 2019 р. о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №1 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Гоголя, 6, навчальний корпус №6, ауд. 15

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Виробництво продуктів на основі сирів є однією із виживих задач молочної промисловості, яка є спрямованою на максимально глибоку переробку сировини.

Впливати на якість і собівартість готового продукту можна шляхом скорочення тривалості його обробки, що можна досягнути за рахунок сумісної термомеханічної обробки. Такий метод використовується в апаратах типу “Штефан” і в роторно-вихрових емульсорах (РВЕ). Перевагою РВЕ є циркуляція продукту по замкнутому контурі, що забезпечує рівномірність механічної і теплової обробки. Такі апарати знайшли широке застосування при виробництві в’язких продуктів – кетчупів, майонезів тощо. Здійснення у таких апаратах гідродинамічних процесів визначає також затрати теплової і механічної енергії на виробництво продукту і відповідно його собівартість. Таким чином, виконання даної роботи обумовлене необхідністю дослідження гідродинамічних оброблення сирних мас і отримання кінцевих інженерних рішень для апаратів такого типу.

Мета роботи: встановлення чинників, які дозволять забезпечити ефективне оброблення сирної маси у плавителі.

Об’єкт, методи та джерела дослідження. Основним об’єктом дослідження є гідродинамічні процеси обробки сирної маси у плавителі сиру марки ПС-40. Методи виконання роботи: порівняльний, теоретико-емпіричний, графічний, математичного моделювання, економіко-статистичний.

Отримані результати:

проведено аналіз конструкцій обладнання для термомеханічної обробки сирної маси;

проведено технологічні та кінематичні розрахунки, розрахунок робочого органу та приводу плавителя сиру марки ПС-40;

проведено дослідження впливу конструкції пазів ротора та частоти його обертання на процес оброблення сирної маси;

запропоновано ефективні технічні рішення за результатами досліджень.

Практичне значення отриманих результатів.

запропоновано технічні рішення з модернізації плавителя сиру марки ПС-40; запропоновано конструкцію ротора та частоту його обертання.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 27-28 листопада 2019 року.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи:

розрахунково-пояснювальна записка – 112 арк. формату А4, графічна частина –10 аркушів формату А1.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі проведено огляд аналіз тенденцій розвитку переробної промисловості взагалі і молокопереробної зокреми.

В першому розділі проведено аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, здійснено вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження, виконано постановку завдань дипломної роботи.

В другому розділі розроблено заходи з модернізації плавителя сиру марки ПС-40, виконано відповідні технологічні розрахунки.

В третьому розділі виконано необхідні кінематичні, конструктивні і міцнісні розрахунки і запропоновано заходи з технічного обслуговування плавителя сиру ПС-40.

В четвертому розділі виконано за допомогою SolidWorks FlowSimulation виконано моделювання оброблення сирної маси вузлом ротора різної геометрії та при рівних робочих частотах. Отримано і проаналізовано результати теоретичних досліджень.

В п'ятому розділі виконано обґрунтування використання комп'ютерних програм для вирішення задач дипломної роботи, а також представлено основні особливості його застосування.

В шостому розділі проведено розрахунки техніко-економічної ефективності прийнятих рішень з модернізації плавителя сиру ПС-40.

В сьомому розділі розглянуто питання системи охорони праці та запропоновані заходи із безпеки у надзвичайних ситуаціях.

У восьмому розділі розглянуто питання забруднення довкілля, що виникає внаслідок діяльності заводу на навколишнє середовище, а також запропоновано заходи зі зменшення цього впливу.

У загальних висновках щодо дипломної роботи обґрунтовано прийняті технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання; обґрунтовано практичне значення запропонованих конструктивних рішень, узагальнено результати моделювання, які можуть бути впроваджені у виробництво; наведено техніко-економічні показники запропонованої розробки.

В додатках до пояснювальної записки приведено відомості специфікацій та копії тез доповідей на студентських науково-дослідних конференціях.

В графічній частині приведено креслення плавителя сиру ПС-40 і його вузлів; подано результати моделювання оброблення сирної маси вузлом ротора різної геометрії та при різних робочих частотах.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розроблено заходи з модернізації плавителя сиру ПС-40 та досліджено вплив частоти обертання ротора і розмірів його пазів на процес оброблення рецептурної сирної маси.

Модернізована конструкція передбачає збільшення кількості пазів ротора з 10 до 12 та їх нахил до вертикальної осі 10° . Це забезпечить інтенсифікацію гідромеханічного впливу на оброблювану сирну масу й посилення теплообміну за рахунок зростання швидкості транспортування продукту в плавителі.

В роботі було вирішено наступні задачі: виконано літературно-патентний огляд устаткування для термомеханічної обробки сирної маси; запропоновано заходи з модернізації ротора плавителя сиру ПС-40 із виконанням необхідних технологічних, кінематичних і конструктивних розрахунків; виконано дослідження впливу розмірів елементів ротора та частоти його обертання на інтенсивність оброблення сирної маси; запропоновано заходи з цивільної безпеки, охорони праці та екології.

Дослідження розмірів елементів ротора та частоти його обертання на процес оброблення сирної маси було виконано із використанням модуля FlowSimulation системи SolidWorks. При цьому було встановлено:

- абсолютна та відносна зміна тиску в робочому контурі для конструкції ротора з пазами 6x6 та 8x8 відрізняється не більше, ніж на величину точності обчислень, тоді як при 3000 об/хв вона є більшою, ніж за частоти обертання 1500 об/хв; це характерно для систем з ротором, які транспортують робочі середовища;

- зміна густини сирної маси в робочому контурі для конструкції ротора з пазами 6x6 та 8x8 практично однакова, на неї більший вплив має частота обертання ротора. Зокрема при 3000 об/хв зміна густини сирної маси більша, ніж за частоти обертання 1500 об/хв. За рахунок інтенсивнішого механічного впливу пари ротор-статор на транспортовану масу спостерігається більша глибина її збивання;

- швидкість транспортування сирної маси залежить від частоти обертання ротора, тоді як від геометрії пазів залежить несуттєво. Зокрема, при 3000 об/хв вона перевищує у 2,5 разів значення швидкості транспортування за частоти обертання ротора 1500 об/хв.

- інтенсивний механічний вплив на сирну масу у парі ротор-статор не спричиняє зростання температури, яке більш яскраво помітне за частоти обертання ротора 3000 об/хв, ніж при частоті 1500 об/хв. Зокрема, для пазів 6x6мм, температура сирної маси є на 0,37 С більшою, ніж при 1500 об/хв;

- динаміка завихреності транспортованого потоку залежить суттєвіше від частоти обертання, ніж від геометрії пазів. Згідно числових експериментів йдеться

про трикратну різницю;

- зміна швидкості сирної маси в обертовій системі координат та зміна швидкості деформації сирної маси у робочому контурі вузла ротора при перерізі пазів 6x6 мм є на 18% більшою, ніж у випадку їх перерізу 8x8мм, що відповідає різниці площ перерізу пазів ротора. При зростанні частоти вдвічі аналогічно зростають і зміна швидкості маси в обертовій системі координат та зміна швидкості деформації сирної маси у робочому контурі.

Таким чином, можна зробити висновок про доцільність застосування частоти обертання ротора 3000 об /хв, за базових розмірів пазів ротора 6x6мм.

Виготовлення і експлуатація модернізованого обладнання (зокрема, плавителя сиру марки ПС-40) дасть змогу отримати відчутний економічний ефект в порівнянні з аналогами. Так, наприклад, за рахунок реалізації запропонованих в дипломній роботі технічних рішень досягається зниження собівартості готової продукції на 2,56 грн.

Термін окупності запропонованих у проекті технічних рішень складає 1 рік. Розрахунки плавителя сиру марки ПС-40 показали життєздатність запропонованого технічного рішення і можливість його використання для забезпечення виробництва плавеного сиру на молокозаводах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Каземир С.В. Роторно-вихрові апарати для одержання емульсій // Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 27-28 листопада 2019року. — Т. : ТНТУ, 2019. — Том 3.– С. 95.

АНОТАЦІЯ

Каземир С.В. Модернізація плавителя сиру марки ПС-40 з дослідженням впливу особливостей конструкції робочих органів ротора та технологічних режимів роботи на процес оброблення сирної маси.

133 "Галузеве машинобудування". – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2019.

В дипломній роботі після аналізу конструкцій технологічного обладнання для оброблення сирних мас розроблено заходи з модернізації плавителя сиру марки ПС-40. Запропоновано конструкцію ротора плавителя. Вдосконалений ротор має 12 пазів, тоді як базовий мав 10. Виконано дослідження гідромеханічного оброблення сирної маси у плавителі сиру. Встановлено, що оптимальними розмірами канавок ротора є 6x6мм. Рекомендована частота обертання ротора рівна 3000 об/хв.

Ключові слова: модернізація, плавитель, оброблення, сир, дослідження.

ANNOTATION

Kazemyr S. Cheese melting machine PS-40 retrofit including the study of rotor working tools specific design and production process conditions impact on the cheese mass processing.

133 «Industrial Machinery Engineering». – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. – Ternopil, 2019.

Measures for retrofit of cheese melting machine PS-40 are proposed on base of cheese mass processing equipment analysis. New cheese melting machine rotor design is proposed. Improved rotor has 12 notches, whereas basic had 10 of it. Study tools specific design and production process conditions impact on the cheese mass processing are investigated. Evaluated notches size optimum is 6x6mm. Recommend rotor speed is 3000 rpm.

Keywords: retrofit, cheese melting machine; processing, cheese, study.