

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

ГОРОДІВСЬКИЙ ВІТАЛІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 637.3

**МОДЕРНІЗАЦІЯ СУШАРКИ ВС-150 КПИ НА ПрАТ «ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ
МОЛОКОЗАВОД «МОЛОКІЯ» З ДОСЛІДЖЕННЯМ ГІДРОДИНАМІКИ ПІД
ЧАС СУШІННЯ КАЗЕЇНУ**

8.05050313 "Обладнання переробних і харчових виробництв"

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2017

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

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри обладнання харчових технологій
Шинкарик Марія Миколаївна,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин
Сташків Микола Ярославович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 22 лютого 2017 р. о 9^{.00} 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. Молочна промисловість України – одна з провідних галузей агропромислового комплексу. Питома вага галузі у загальному обсязі харчової та переробної промисловості складає 19%. У загальному молочна промисловість стоїть на досить високому технічному рівні, хоча відстає від світових стандартів за випуском продукції з 1 тонни молока та за рівнем енерговитрат на виробництво 1 тонни продукції. Важливим аспектом молочної промисловості є її високий експортний потенціал. Так України експортує приблизно 1 млн. т. молокопродуктів у перерахунку на молоко. Однією із статей експорту є казеїн, як технічний так і харчовий. Тому деякі міські молочні заводи, які спеціалізуються на випуску продукції з незбираного молока (питне молоко, сметана, сир кисломолочний та інш.), встановили лінії з виробництва казеїну. Це дозволяє їм поглибити переробку молока та підвищити свою конкурентну здатність. Тому проведення досліджень направлених на підвищення ефективності виробництва казеїну є актуальним.

Мета і завдання роботи. Метою роботи є зменшення енерговитрат при виробництві казеїну.

Завдання роботи :

- провести аналіз обладнання для сушіння казеїну;
- дослідити гідродинамічні властивості псевдозрідженого шару казеїну змїну гранулометричного складу казеїну сирцю в процесі сушіння;
- дослідити змїну гранулометричного складу казеїну сирцю в процесі сушіння;
- запропонувати шляхи удосконалення обладнання для сушіння казеїну;
- провести розрахунок модернізованої установки для сушіння казеїну;
- здійснити обґрунтування економічної ефективності модернізації сушарки;
- розробити заходи з охорони паці та безпеки у надзвичайних ситуаціях
- розробити заходи з охорони довкілля.

Об'єкт дослідження.

Основним об'єктом дослідження є технологічний процес сушіння технічного казеїну.

Наукова новизна:

- досліджено змїну гранулометричного складу казеїну в процесі сушіння в умовах псевдо зрідженого стану;
- отримано математичні рівняння, що дозволяють визначити середній розмір частинок технічного казеїну на будь якому етапі його сушіння.

Практична цінність отриманих результатів. Запропонована удосконалена конструкція завантажувального пристрою установки для сушіння казеїну може бути впроваджена в умовах реального виробництва та дозволить зменшити енерговитрати на процес сушіння за рахунок регенерації тепла відпрацьованого теплоносія.

Апробація. Результати роботи доповідались на V Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», ТНТУ, 17-18 листопада 2016р.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – ___ арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано загальну характеристику роботи, стан розробки наукової проблеми й актуальність роботи, мету і завдання роботи, об'єкт дослідження, описано наукову новизну і практичну значимість отриманих результатів.

У **першому розділі** проаналізовано технологічний процес виготовлення казеїну, способи сушіння казеїну, конструкції сушарок, які використовуються для сушіння. Зроблено висновок, що найбільш витратним з точки зору енергоресурсів є процес сушіння. Проаналізовано властивості казеїну як об'єкту сушіння, форми зв'язку води з білком казеїну. Описаний принцип роботи сушарки ВС-150 та окремих вузлів. Запропонований шлях удосконалення сушарки. Сформульовані мета і завдання досліджень.

У **другому розділі** описано конструкцію модернізованого вузла завантаження казеїну. У конструкції передбачено подачу відпрацьованого повітря з температурою 50°C безпосередньо у завантажувальний пристрій крізь патрубок 2 (рис. 1). Теплоносій проходить вздовж корпуса 4 віддаючи тепло вологому казеїну і виводиться із корпуса з допомогою патрубку 5. Дана модернізація дозволяє підвищити температуру казеїну на 2 °C і таким чином зменшити енерговитрати на сушіння казеїну.

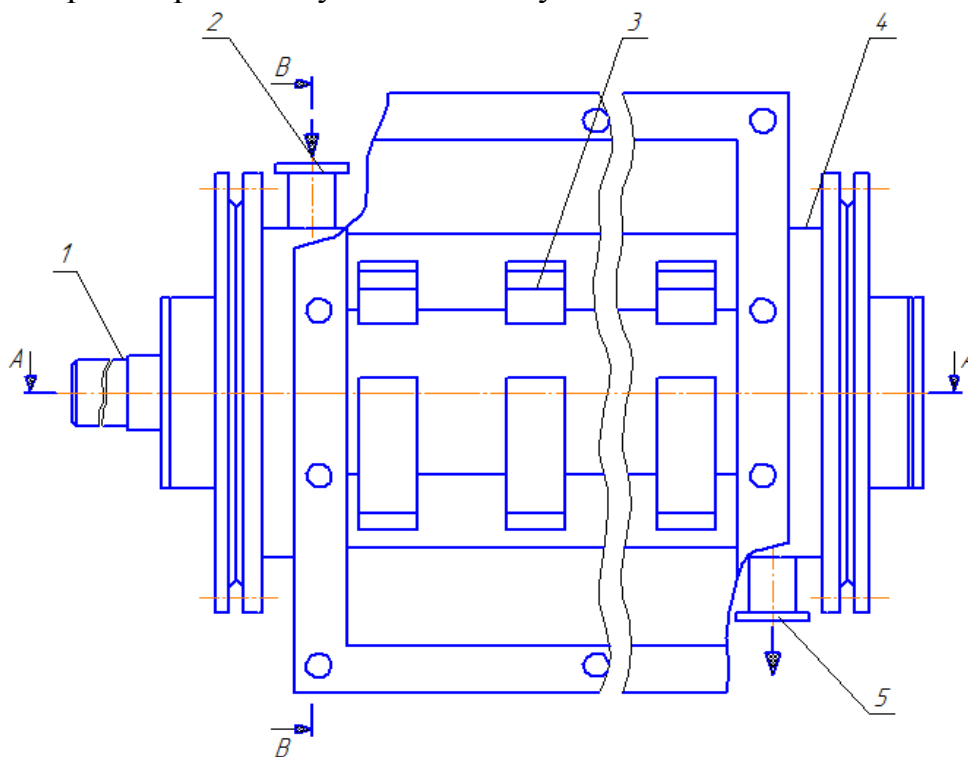


Рис. 1. Модернізований завантажувальний пристрій

1 – вал; 2 – патрубок для подачі теплоносія, 3 – лопаті; 4 – корпус;
5 – патрубок для відведення теплоносія.

Проведено гідродинамічний розрахунок модернізованої сушарки та підбір допоміжного обладнання, виконано гідродинамічний розрахунок нагнітального та витяжного повітропроводу.

У третьому розділі обґрунтовано методику проведення досліджень, представлено стандартизовані методи досліджень, проаналізовано методики щодо математичного моделювання форми зерен неправильної форми та визначення гранулометричного складу. Для визначення гранулометричного складу був використаний ситовий метод.

В четвертому розділі представлено результати досліджень зміни гідродинаміки псевдозрідженого шару та гранулометричного складу казеїну в процесі сушіння.

Встановлено, що безпосередньо після завантаження казеїну в установку максимальна масова частка відповідає фракції із середнім еквівалентним діаметром частинок 7 мм (рис. 2), їх вологість становить 72%.

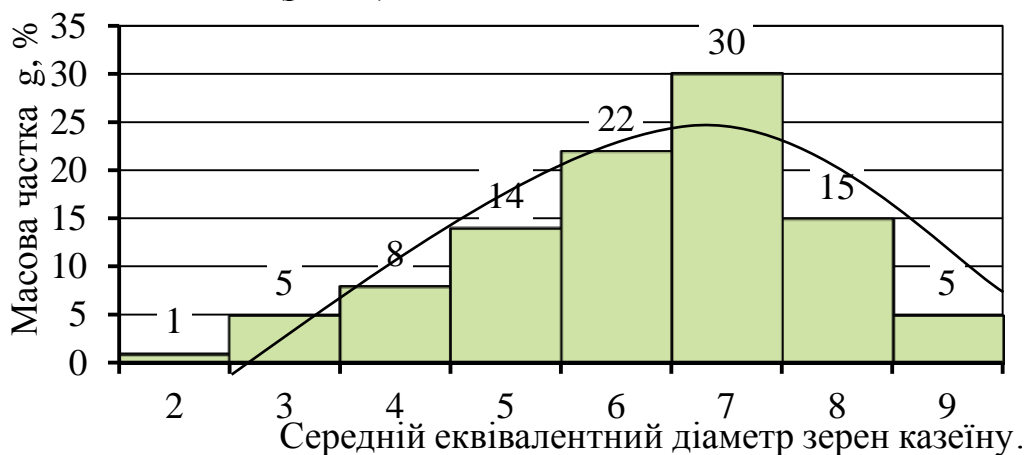


Рис. 2. Масові частки фракцій казеїну на початку процесу сушіння.

Вираз, що описує гранулометричний склад частинок казеїну при його завантаженні в установку має вигляд:

$$g = -d_e^2 + 15d_e - 31$$

де g – масова частка фракції, %;

d_e – середній еквівалентний діаметр частинок казеїну, мм.

При сушінні казеїну відбувається певна зміна розмірів його частинок. При тривалості сушіння 5 хв максимальна масова частка частинок казеїну становить 25% і відповідає середньому діаметру 6 мм. Математичний вираз, що відображає залежність масових часток фракцій казеїну від середнього еквівалентного діаметру частинок при тривалості сушіння 5 хв має наступний вигляд:

$$g = -d_e^2 + 15d_e - 28$$

Після завершення процесу сушіння основна маса частинок казеїну зосереджена у частинках розміром 4-7 мм.

Гранулометричний склад частинок казеїну після завершення процесу сушіння описується формулою:

$$g = -d_e^2 + 15d_e - 25$$

Зміна розмірів частинок казеїну відбувається відносно стрімко на початку процесу сушіння (рис. 3) і з часом поступово сповільнюється.

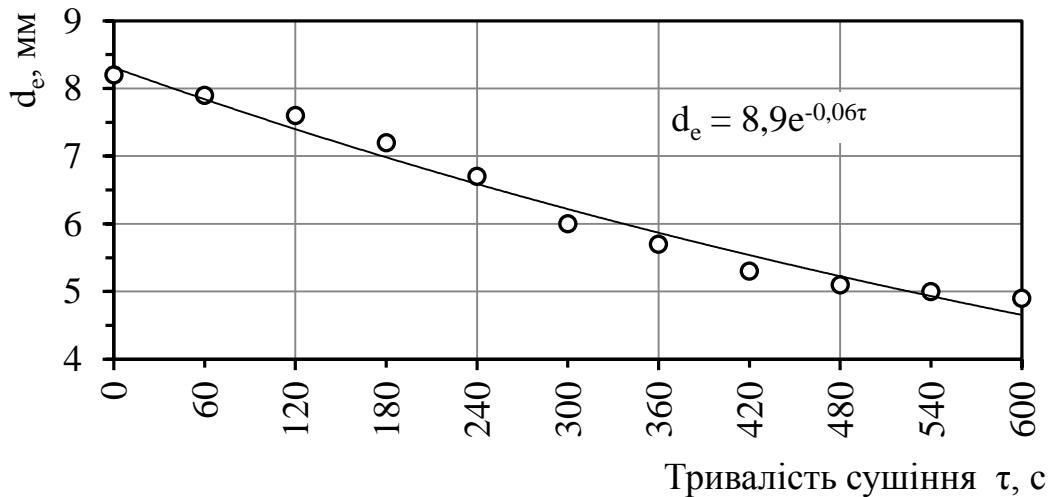


Рис. 3. Зміна середнього еквівалентного діаметра частинок казеїну в процесі сушіння.

Зміна розмірів частинок відбувається в результаті зменшення їх вологості від 80% на початку сушіння до 12% у кінці (рис. 4.), а також в результаті руйнування більш крупних частинок в процесі кипіння.

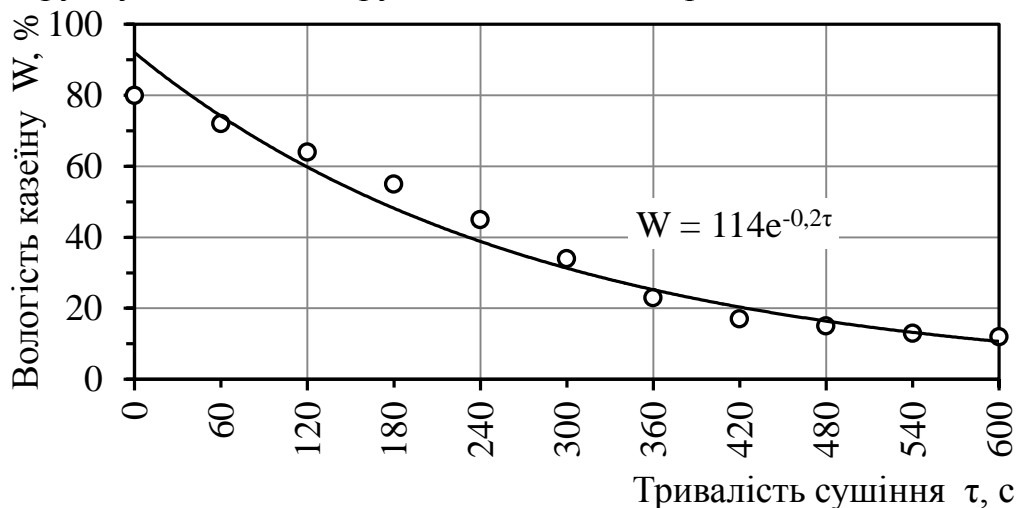


Рис. 4. Зміна вологості казеїну в процесі сушіння.

Математичні вирази, що відображають зміну розмірів частинок казеїну та їх вологості мають експоненціальний характер і описуються наступними виразами відповідно:

$$d_e = 8,9e^{-0,06\tau};$$

$$W = 114e^{-0,2\tau}$$

де e – основа натурального логарифма.

В п'ятому розділі проведено аналіз можливостей застосування програмного забезпечення при виконанні розрахунків, побудові математичної моделі та при проектуванні конструкції завантажувального пристрою сушарки.

В шостому розділі подано результати розрахунку економічної ефективності модернізації установки для сушіння казеїну.

В сьомому розділі наведено заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

У восьмому розділі виконано аналіз забруднення навколишнього середовища молокопереробними підприємствами та підібрано методи очистки їх стічних вод.

У загальних висновках щодо дипломної роботи описано прийняті в технічні рішення і організаційно-технічні заходи; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені у виробництво; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

Додатки до пояснювальної записки містять відомості специфікацій та копії публікацій.

В графічній частині приведено креслення загального вигляду установки для сушіння казеїну марки ВС-150, складальні креслення вузла завантаження та днища установки, схему експериментальної установки; криву псевдозрідження казеїну, графічне представлення отриманої математичної моделі, графічні залежності досліджуваних у роботі параметрів процесу сушіння казеїну, основні техніко-економічні показники дипломної роботи.

ВИСНОВКИ

Виробництво казеїну є перспективним для міських молочних заводів оскільки збільшується виробництво продукції з однієї тони молока, та підвищується експортні можливості підприємства.

Використання сушарок псевдокип'ячого стану дозволяє інтенсифікувати процес сушіння та забезпечує високу якість продукту.

Оскільки створення псевдозрідженого шару казеїну здійснюється шляхом подачі повітря крізь перфороване дно сушарки, тому зміна розмірів частинок і відповідно їх насипної маси впливає на об'єм і тиск повітря, яке потрібно подати на етапі проходження казеїну через сушарку.

Зміну гранулометричного складу казеїну в процесі сушіння можна описати рівнянням:

$$g = -d_e^2 + 15d_e - c;$$

де g – масова частка фракції, %;

d_e – середній еквівалентний діаметр частинок казеїну, мм;

c – коефіцієнт, що залежить від етапу сушіння (на початку процесу сушіння $c = 31$, в середині $c = 28$, у кінці сушіння $c = 25$).

Отримано математичні вирази, що відображають зміну розмірів частинок казеїну та їх вологості відповідно:

$$d_e = 8,9e^{-0,06\tau};$$

$$W = 114e^{-0,2\tau}$$

де e – основа натурального логарифма;

Модернізація завантажувального пристрою дозволить підвищити температуру вологого казеїну на 2°C .

Розрахунки економічної ефективності підтвердили правильність прийнятих конструктивних рішень і показали, що завдяки модернізації сушарки знизилися енерговитрати на процес сушіння казеїну.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Городівський В.В. Особливості сушіння казеїну в сушарках типу ВС-150 КПИ [Текст] / В.В. Городівський, М.М. Шинкарик // Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій». – ТНТУ, 2016. – с. 224.

АНОТАЦІЯ

Городівський В.В. Модернізація сушарки ВС-150 КПИ на ПрАТ «Тернопільський молокозавод «Молокія» з дослідженням гідродинаміки під час сушіння казеїну.

8.05050313 "Обладнання переробних і харчових виробництв". – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2017.

В дипломній роботі проаналізовано технологічний процес виготовлення казеїну, способи сушіння казеїну, конструкції сушарок. Представлено результати досліджень гідродинаміки псевдозрідженого шару та гранулометричного складу казеїну в процесі сушіння, розроблено заходи із модернізації завантажувального пристрою сушарки для казеїну ВС-150.

Ключові слова: СУШІННЯ, ПСЕВДОЗРІДЖЕНИЙ ШАР; КАЗЕЇН; ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД, ГІДРОДИНАМІКА.

ANNOTATION

Horodivsky V. Modernization of the dryer BC-150 КПИ at PrJSC "Ternopil dairy factory "Molokiya" to the research of hydrodynamics during drying casein.

8.05050313 «Food Technologies Equipment». – Ternopil Ivan Puluj National Technical University . – Ternopil, 2017.

The technological process of manufacturing casein, methods of drying casein, designs dryers are analyzed in the diploma work. Fluidized bed hydrodynamics and particle size distribution in the drying casein are researched, measures to modernize the boot device for drying casein BC-150 are developed.

Keywords: DRYING; FLUIDIZED BED; CASEIN; PARTICLE SIZE DISTRIBUTION; HYDRODYNAMICS.