

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

**ОСТАПЧУК АНДРІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ**

УДК 621.326

**МОДЕРНІЗАЦІЯ СЕПАРАТОРА МАРКИ ОМ-1А У ЛІНІЇ  
ВИРОБНИЦТВА КЕФІРУ НА ПрАТ « ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ  
МОЛОКОЗАВОД» З ДОСЛІДЖЕННЯМ ПРОЦЕСУ РОЗДІЛЕННЯ НА  
ФРАКЦІЇ**

133 «Галузеве машинобудування»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2018

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 23 лютого 2018р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні  
екзаменаційної комісії №\_\_\_ 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 Україна експортує приблизно 1 млн. т. молокопродуктів у перерахунку на молоко. Одним із актуальних питань є виробництво кисломолочних продуктів. Тому молочні заводи постійно розвиваються в даному напрямку, а саме – підвищують рівень очищення молока, урізноманітнюють різновиди кисломолочних продуктів. Це дозволяє їм поглибити переробку молока та підвищити свою конкурентну здатність. Тому проведення досліджень направлених на підвищення ефективності розділення молока є актуальним.

**Мета і завдання роботи.** Метою роботи є покращення очищення молока при виробництві кисломолочних продуктів.

### **Завдання роботи :**

- провести аналіз технологічного процесу виробництва кисломолочних продуктів ;
- провести аналіз обладнання для сепарування молока;
- запропонувати шляхи удосконалення обладнання для сепарування молока;
- провести розрахунок установки сепаратора молокоочищувача марки ОМ-1А;
- розробити заходи з експлуатації, обслуговування, техніки безпеки сепаратора марки ОМ-1А
- розробити заходи з охорони довкілля;
- провести розрахунок економічної ефективності удосконалення лінії виробництва кисломолочних продуктів.

**Об'єктом дослідження** був сепаратор молокоочищувач марки ОМ-1А на основі вивчення руху забруднень у сепараційному просторі сепаратора.

**Предметом дослідження** був процес очищення молока під дією відцентрової сили.

**Наукова новизна** полягає у встановленні конструктивних і технологічних факторів, які впливають на процес очищення молока від забруднень, зокрема температури молока, числа обертів барабану.

**Практична цінність отриманих результатів:**

- розраховані основні вузли сепаратора марки ОМ-1А, які забезпечують його стабільну роботу.
- Розроблено проект технічного переоснащення лінії виробництва кефіру.
- запропонована удосконалена конструкція барабану сепаратора забезпечує підвищення якості очищення молока.
- розроблені заходи з охорони праці та охорони довкілля.
- обґрунтовано економічну ефективність модернізації сепаратора марки ОМ-1А
- полягає у підвищенні якості очищення молока та покращення виходу самого молока із сепаратора..

**Апробація.** Результати роботи обговорювалися на наукових семінарах та конференціях (IX Всеукраїнська наукова конференція «Актуальні питання сучасної економіки», яка відбулася 22 грудня 2017 року).

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається зі вступу, 6 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка - \_\_\_\_\_ аркушів, формату А4, графічна частина – 12 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 практичну значимість отриманих результатів.

У **першому розділі «Огляд літературних джерел»** Вказано, що необхідною умовою розвитку молочної галузі є вдосконалення технологічного обладнання, що спрямоване як на підвищення ефективності обробки сировини так і на зменшення експлуатаційних витрат.

Описано технологічний процес виготовлення кефіру, конструкції сепараторів, які використовуються для очищення молока. Розглянуто будову і принцип дії окремих вузлів. Аналіз конструкції сепараторів показав, що для підвищення ступеня очищення молока від забруднень доцільно удосконалити конструкцію барабана сепаратора. є необхідність покращення конструкції барабана сепаратора з метою покращення очищення молока від механічних домішок.

Сформульовані мета і завдання досліджень.

У другому розділі **«Розроблення нових проектно-технологічних рішень і технічних рішень для вдосконалення виробництва кисломолочних**

продуктів на ПрАТ «Тернопільський молокозавод» проаналізовано зміст переоснащення відділення виробництва кисломолочних продуктів, вибір машинно-апаратурної схеми для виробництва кисломолочних продуктів, визначено необхідну кількість технологічного обладнання для виробництва кисломолочних продуктів. Вказано на важливість очищення молока.

Запропоновано удосконалення конструкції барабану сепаратора, шляхом збільшення зовнішнього діаметру двох нижніх тарілок, за рахунок чого зменшується швидкість руху молока і все поступаючи молоко попадає на максимальну віддаль від центру, що сприяє відділенню завислих частинок.

Проведено розрахунок найбільш навантажених деталей.

Визначено тиск, який створює рідина в барабані у процесі роботи.

Проведено розрахунок барабана на міцність, зокрема:

- корпусу барабана за залежністю:

$$\sigma = \frac{\pi^2 n^2}{10^6} \left\{ 6476D^2 + 1374d^2 + 1000D^2 \frac{d^2 - d_0^2}{D^2 - d^2} \right\}$$

- критичної товщини кришки барабана:

$$\delta = \frac{\rho_p \cdot r}{\left( \frac{\sigma}{\omega^2 \cdot r^2} - \rho_c \right) 2 \cos \alpha}$$

- допустимої частоти обертання барабана:

$$\frac{M}{d^2 t} = 48 \cdot 10^6 \beta n^2 z t g \alpha (R_6^3 - R_m^3)$$

де  $M$  - продуктивність сепаратора, м<sup>3</sup>/год;  $n$  - частота обертання барабана, с<sup>-1</sup>;  $z$  - число тарілок;  $\alpha$  - кут підйому утворюючої тарілки;  $R_6$  та  $R_m$  - малий та великий радіус тарілки, м.;  $\rho_m, \rho_{ж}$  - щільність плазми молока та щільність жиру, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  - динамічна в'язкість молока, Па·с;  $t$  - температура молока, °С;  $d$  - діаметр завислої частинки, м.

У третьому розділі «**Математичне моделювання впливу технологічних факторів на продуктивність сепаратора**» описано фізичне представлення руху забруднення у сепараційному просторі сепаратора. Проаналізовано вплив технологічних факторів при встановлених конструктивних параметрах сепаратора на процес очищення молока та продуктивність сепаратора. Встановлено залежність між конструктивними і технологічними факторами.

Вплив температури молока та числа обертів барабана на процес очищення представлена графічними залежностями рисунок 1, 2:

- При збільшенні температури молока зростає продуктивність сепаратора (рис.1), проте при температурі більшій 45 °С спостерігається часткове розплавлення молочного жиру, що є недопустиме.

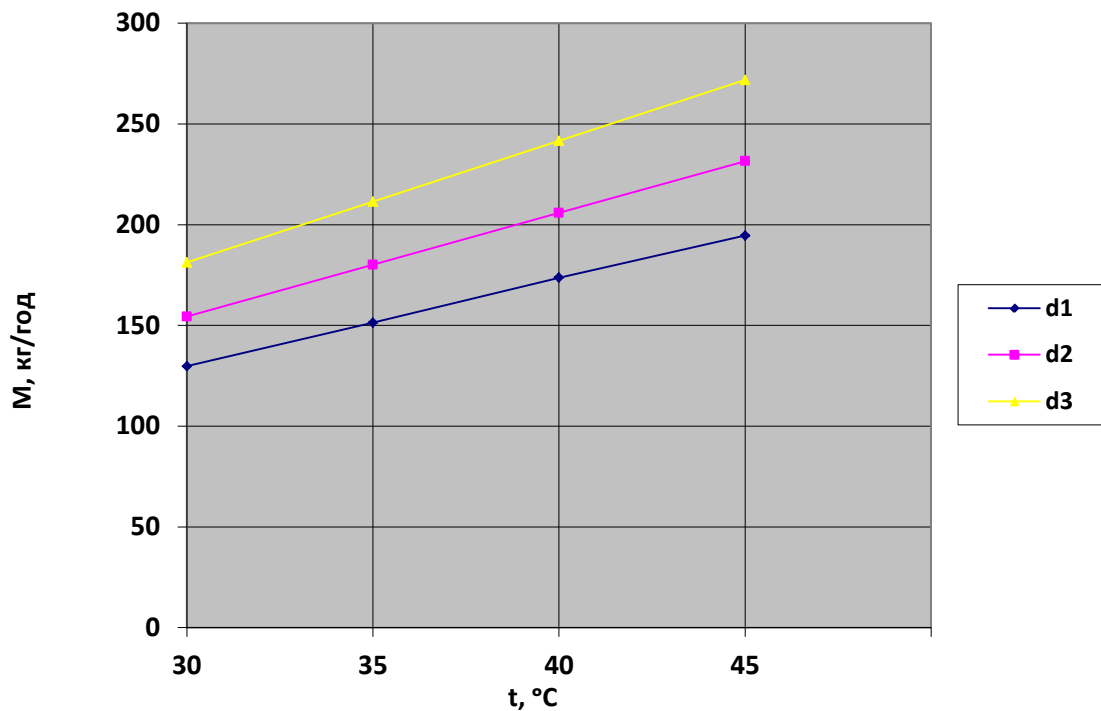


Рисунок 1 – Залежність продуктивності сепаратора від температури молока

- При збільшенні числа обертів барабану продуктивність зростає (рис. 2) , що особливо є цінним при виробництві кисломолочних продуктів. При числі обертів більшій 6000 об/хв. спостерігається відділення бактерій і їх агрегатів.

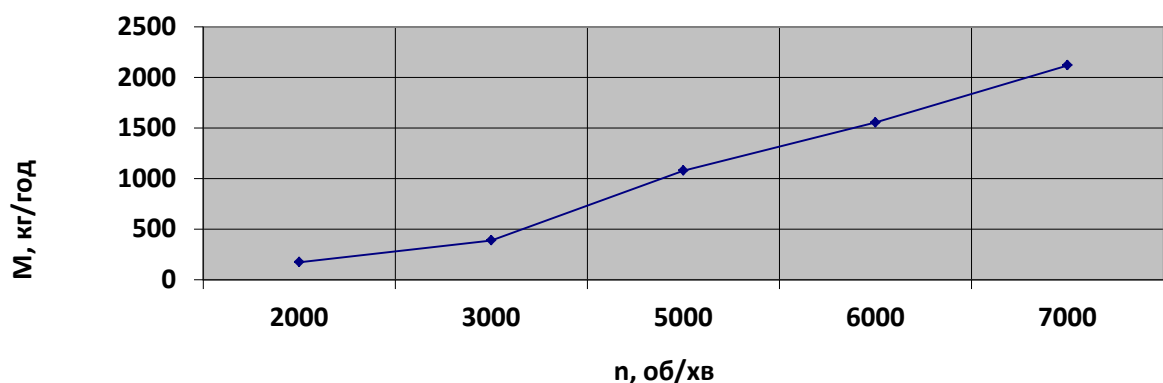


Рисунок 2 – Залежність продуктивності сепаратора від частоти обертання барабану

Подані заходи з монтажу та експлуатації сепаратора та вимоги техніки безпеки при експлуатації.

Вирішені питання з екології, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, обґрунтовано економічну ефективність проведеного технічного переоснащення ПрАТ «Тернопільський молокозавод».

**Висновки:** У результаті проведених досліджень та розрахунків можна зробити наступні висновки:

- підвищити якість кефіру та іншої кисломолочної продукції можна шляхом підвищення ступеня очищення молока.
- для покращення очищення молока від механічних домішок необхідно в барабані сепаратора встановити дві нижні тарілки більшого діаметра, що дозволить покращити осідання домішок на дні барабана та менше потрапляння їх на наступні тарілки. Це дозволить збільшити тривалість експлуатації між двома періодами миття.
- встановлено, що оптимальна температура очищення молока на сепараторі ОМ-1А

знаходиться в межах 40-45 °С. підвищення температури призводить до розплавлення молочного жиру і погіршення процесу розділення.

- при збільшенні числа обертів барабану зростає продуктивність і покращується очищення молока.
- при швидкості більше 7000 об/хв. спостерігається не тільки механічне, а й мікробіологічне очищення молока.
- рекомендовані заходи з охорони довкілля дозволяють покращити екологічну ситуацію у регіоні.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Остапчук А.В. Ефективність роботи сепаратора. / IX Всеукраїнська науково-технічна конференція «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання».-2017.-ст. 17

## **АНОТАЦІЯ**

В дипломній роботі проаналізовано процес виготовлення кефіру та обладнання, яке використовується. Розглянуті конструкції сепараторів молокоочищувачів. Запропоновано модернізувати барабан сепаратора шляхом встановлення двох нижніх тарілок більшого діаметру. Проведено розрахунки основних вузлів. Встановлено вплив на процес розділення технологічних режимів.

**Ключові слова:** молока, сепарування, температура, число обертів.

## ANNOTATION

**Ostapchuk A.V.** Separator OM-1A retrofit in kefir production line at PJSC “Ternopil milk plant” including the study of fractionation. 133 «Industrial Machinery Engineering». – Ternopil Ivan Pul’uj National Technical University. – Ternopil, 2018.

Measures for retrofit of separator OM-1A are proposed. The influence of technological regimes on the process of separation is studied in the thesis.

**Key words:** milk, separator, temperature, number of revolutions.