

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

ЗОЛОТИЙ ВЛАДИСЛАВ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 637.3

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГОМОГЕНІЗАТОРА МАРКИ
BLUE-TOP 63.79 У ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА КЕФІРУ НА ПРАТ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ МОЛОКОЗАВОД» З ДОСЛІДЖЕННЯМ РОБОТИ
ПЛУНЖЕРНОГО БЛОКУ**

133 – «ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ»

Автореферат
дипломної роботи на здобуття освітнього рівня «магістр»

Тернопіль 2018

Проект виконано на кафедрі обладнання харчових технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

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

Рецензент: доктор ветеринарних наук, старший науковий
співробітник
Кухтин Микола Дмитрович
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя, професор кафедри харчової
біотехнології і хімії

Захист відбудеться 21 лютого 2018 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №____ у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Гоголя, 8, навчальний корпус № 6, ауд. 15.

З авторефератом дипломної роботи можна ознайомитись в інституційному репозитарії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (ELARTU) за адресою: <http://elartu.tntu.edu.ua/>.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи

В сучасних економічних умовах підприємства харчової промисловості для забезпечення конкурентної здатності змушені вирішувати проблеми забезпечення якості продукції при максимальному зниженні енергетичних витрат. Одним із найбільш енергоємних процесів переробки молока є його гомогенізація.

У той же час гомогенізація є важливим технологічним процесом виробництва багатьох молочних продуктів. Поряд із підвищенням харчової цінності молочних продуктів вона забезпечує також покращення їхньої якості.

Тому питання ефективності процесу гомогенізації на сьогодні є досить важливим.

Мета та роботи: підвищення надійності роботи гомогенізатора марки BLUE-TOP 63.79. шляхом модернізації плунжерного блоку.

Для досягнення вказаної мети в роботі вирішувались наступні задачі:

- аналіз сучасних способів, та основних технологічних процесів гомогенізації;
- дослідження універсальної та кавітаційної характеристик гомогенізатора;
- дослідження переміщення всмоктуючого та нагнітаючого клапанів, побудова осцилограм переміщення даних клапанів;
- дослідження залежності швидкості протікання рідини через щілину між клапаном та сідлом від продуктивності гомогенізатора;
- математичне моделювання процесу протікання рідини через щілину клапанного гомогенізатора.

Наукова новизна: встановлено явище підсмоктування продукту при русі рідини у щілині клапана гомогенізатора.

Практичне значення отриманих результатів.

- отримана універсальна характеристика гомогенізатора дозволяє прогнозувати зміну споживаної потужності від технологічного значення тиску гомогенізації та розраховувати активну та реактивну складові потужності;

- побудована кавітаційна характеристика гомогенізатора дозволить визначити максимальний допустимий гідравлічний опір трубопроводів та запобігати явищу кавітації;
- отримана математична модель процесу протікання рідини через щілину клапанного гомогенізатора може бути використана при виборі раціональних параметрів процесу гомогенізації;
- розроблені заходи із модернізації гомогенізатора марки BLUE-TOP63.79 дозволять значно знизити гідравлічний удар, що виникає після відкривання всмоктувального клапана гомогенізатора, за рахунок встановлення на трубопроводі підводу продукту повітряного демпфера.

Структура роботи. Проект складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 частин, висновків, переліку посилань. Обсяг проекту: розрахунково-пояснювальна записка – арк. формату А4, графічна частина – листів формату А1.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі висвітлено стан проблеми, обґрунтовано актуальність проведення досліджень, визначено мету роботи та завдання; сформульовано практичне значення отриманих результатів.

В розділі «**Літературний огляд**» наведено огляд сучасних способів, та основних технологічних процесів гомогенізації молока, представлено конструкцію гомогенізатора марки BLUE-TOP 63.79 та наведено вихідну інформація для розроблення дипломної роботи.

В розділі «**Методи досліджень**» представлено стандартизовані методи досліджень, обґрунтовано методику проведення досліджень роботи плунжерного блоку гомогенізатора. Вказано об'єкт досліджень: процес гомогенізації молока на гомогенізаторі марки BLUE-TOP63.79. Наведено методику математичної обробки отриманих дослідних даних.

В розділі «Дослідження роботи плунжерного блоку гомогенізатора» представлено результати дослідження універсальної (рис. 1) та кавітаційної характеристик гомогенізатора.

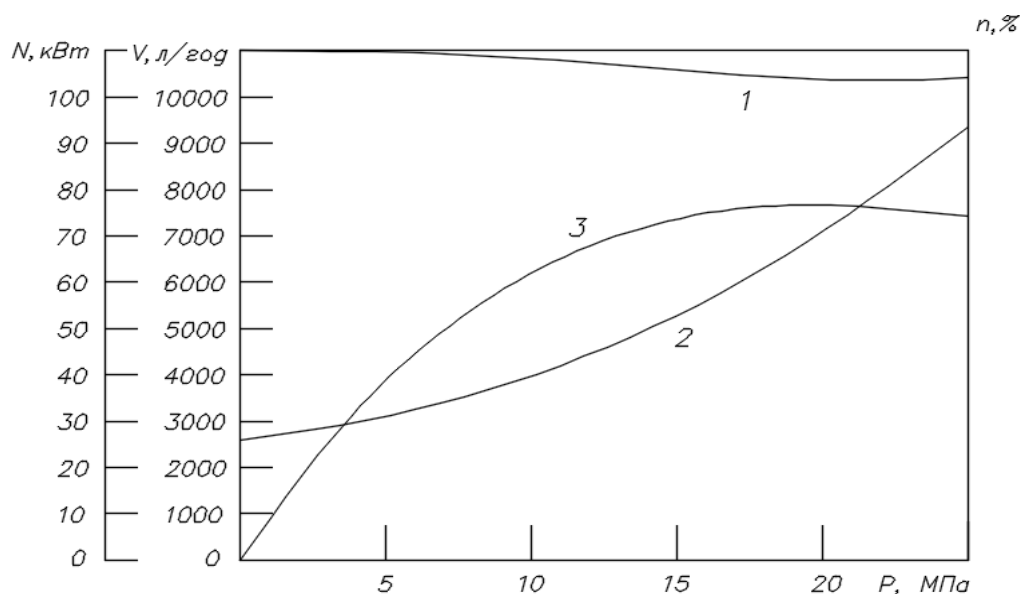


Рис. 1. Універсальна характеристика гомогенізатора марки BLUE-TOP63.79:
1 – продуктивність; 2 – потужність; 3 – механічний ККД.

Проаналізовано отримані осцилограми переміщення всмоктуючого (рис. 2, а) та нагнітаючого (рис. 2, б) клапанів.

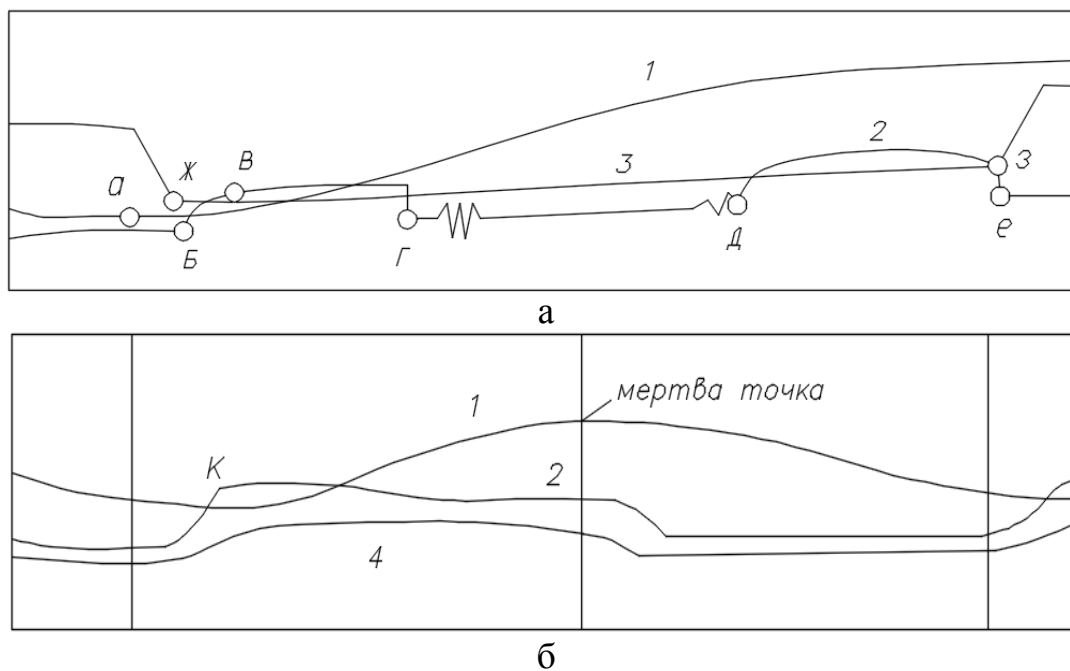


Рис. 2. Осцилограма переміщення всмоктуючого (а) та нагнітаючого (б) клапанів:
1-переміщення плунжера; 2-переміщення всмоктуючого клапана;
3-тиск в робочій камері; 4-переміщення нагнітаючого клапана.

Досліджено залежність швидкості протікання рідини через щілину між поверхнями клапана та сідла від продуктивності гомогенізатора.

Описано отриману математичну модель процесу протікання рідини через щілину клапанного гомогенізатора. Проведено її перевірку на адекватність, шляхом порівняння значень швидкості протікання рідини, отриманої за допомогою математичної моделі із отриманими експериментальним шляхом значеннями швидкості та із розрахованими за геометричними параметрами плунжерів (рис. 3).

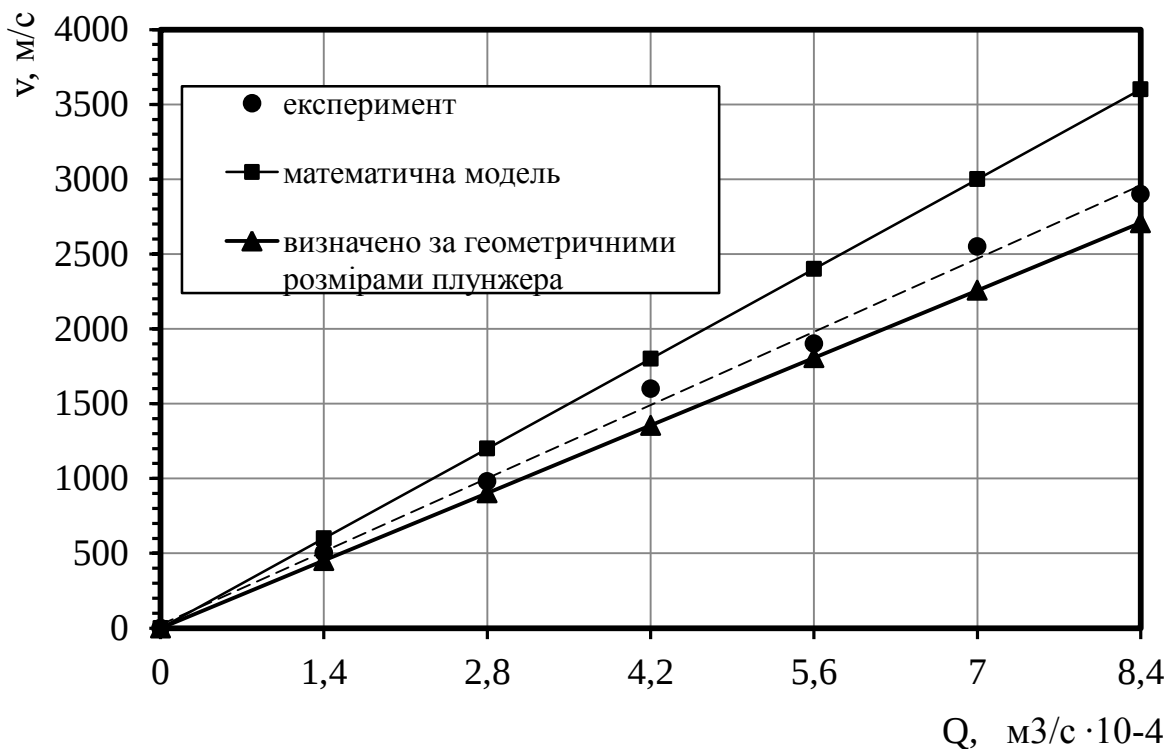


Рис. 3. Залежність швидкості проходження рідини крізь клапанну щілину від продуктивності гомогенізатора

Встановлено, що середнє відхилення даних, визначених з допомогою математичної моделі від експериментальних даних становить 16,7 %.

В розділі «**Модернізація гомогенізатора марки BLUE-TOP 63.79**» відзначається, що отримані дані досліджень роботи плунжерного блоку свідчать про виникнення деякого гідравлічного удару одразу після відкривання всмоктувального клапана, тобто на початку руху рідини із всмоктувального колектора в робочу камеру. Пропонується з метою зниження гідравлічного удару та його дії на

трубопровід підводу продукту, останній обладнати повітряним демпфером об'ємом 2,0 л. Також в даному розділі виконано технологічний розрахунок модернізованого гомогенізатора.

В розділі **«Спеціальна частина»** описано прикладне програмне забезпечення, яке використовували для вирішення задач дипломної роботи.

В розділі **«Організаційно-економічна частина»** розглянуто організацію виробничого процесу гомогенізації молока на ПрАТ «Тернопільський молокозавод» та розраховано економічний ефект від модернізації гомогенізатора.

В розділі **«Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** проаналізовано основні причини травматизму в харчовій галузі, його динаміку; розглянуто небезпечні та шкідливі виробничі фактори підприємств харчової промисловості.

У розділі **«Охорона навколишнього середовища»** наведено характеристики забруднення навколишнього середовища молокопереробними підприємствами, розглянуто методи очистки стічних вод молокопереробних підприємств.

Графічна частина дипломної роботи складається із наступних листів формату А1: гомогенізатор марки BLUE-TOP 63.79 (загальний вигляд); план розміщення технологічного обладнання; машинно-апаратурна схема лінії виробництва кефіру; плунжерний блок, (складальне креслення); вузол кривошипно-шатунного механізму (складальне креслення); вузол гомогенізуючої головки (складальне креслення); універсальна та кавітаційна характеристики гомогенізатора; осцилограма переміщення всмоктуючого та нагнітаючого клапанів; математична модель процесу протікання рідини через щілину клапанного гомогенізатора.

ВИСНОВКИ

1. Використання гомогенізатора марки BLUE-TOP 63.79 забезпечує виробництво кисломолочної продукції із вмістом жирової фракції стабільної консистенції.

2. Отримана універсальна характеристика гомогенізатора дозволила прогнозувати зміну споживаної потужності від технологічного значення тиску гомогенізації.

3. Побудована на основі експериментальних даних кавітаційна характеристика гомогенізатора дозволила встановити, що для нормальної роботи гомогенізатора гідравлічний опір на всмоктуючій стороні у вигляд труб, поворотів та кранів не повинний перевищувати 6,5 м.

4. Аналіз отриманої дослідним шляхом осцилограми переміщення всмоктуючого та нагнітаючого клапанів дозволив зробити висновок про небезпеку виникнення гідравлічного удару в момент часу, який настає одразу після відкриття всмоктувального клапана (на початку процесу перетікання рідини із всмоктувального колектора в робочу камеру).

5. Використана математична модель процесу протікання рідини через щілину клапанного гомогенізатора дозволила встановити нерівномірність швидкостей при русі рідини та виявити явище підсмоктування продукту. Середнє відхилення математичної моделі від експериментальної становить 16,7 %. Отримані з допомогою даної моделі результати в першому наближенні можуть застосовуватися до протікання в'язкої нестисливої рідини в трубі з прямокутним перетином (короткий патрубков), у якого максимальна висота багато менше ширини щілини.

6. Запропоновані заходи із модернізації гомогенізатора марки BLUE-TOP63.79 дозволили значно знизити гідравлічний удар, що виникає після відкриття всмоктувального клапана гомогенізатора, за рахунок встановлення на трубопроводі підводу продукту всмоктувального повітряного ковпака.

Основні результати досліджень опубліковано в роботі:

Золотий В. В. Основні вимоги до роботи плунжерного блоку гомогенізатора / В. В. Золотий // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 16-17 листопада 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 3. — С. 153.

АНОТАЦІЯ

Золотий В.В. Підвищення надійності гомогенізатора марки BLUE-TOP 63.79. у лінії виробництва кефіру на ПрАТ «Тернопільський молокозавод» з дослідженням роботи плунжерного блоку. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Дипломна робота присвячена вдосконаленню роботи обладнання для гомогенізації. Проведено дослідження роботи плунжерного блоку гомогенізатора, отримано універсальну та кавітаційну характеристики гомогенізатора; досліджено переміщення всмоктуючого та нагнітаючого клапанів. На основі аналізу отриманих дослідних даних запропоновано заходи із модернізації гомогенізатора марки BLUE-TOP 63.79. Розроблено математичну модель процесу протікання рідини через щілину клапанного гомогенізатора.

Ключові слова: гомогенізація, плунжерний блок, кавітація, швидкість протікання.

ANNOTATION

V. Zoloty. Increasing the reliability of the homogenizer brand BLUE-TOP 63.79 in the production line of kefir at PJSC "Ternopil Dairy Plant" with a study of the plunger block. – The manuscript.

Graduate work of the Master in specialty 133 «Sectoral Mechanical Engineering». Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

Graduate work is devoted to the improvement of equipment for homogenization. The research of the work of the plunger block of the homogenizer is carried out, the universal and cavitation characteristics of the homogenizer are obtained; the movements of suction and discharge valves are investigated. Measures to modernize the homogenizer brand BLUE-TOP 63.79 are proposed based on the analysis of the obtained research data. The mathematical model of the process of fluid flow through the slit of the valve homogenizer is developed.

Keywords: homogenization, plunger block, cavitation, leakage velocity.