

# АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ УЛЬТРАПАСТЕРИЗАЦІЇ МОЛОКА

Вінницький національний технічний університет;

## **Анотація**

*Молочні продукти відносяться до продуктів стабільного щоденного споживання. Крім цього, певні їх марки мають обмежені терміни продажу. У цих виробництвах співіснують в невідомій пропорції і нестійкій рівновазі натуральні продукти і хімічні вироби. В даній роботі розглядаються тільки природні ресурси і тільки натуральні технології без додавання емульгаторів, нормалізаторів і штучних заміників ідентичних натуральному. Адже молоко є ідеальним середовищем для розмноження різних мікроорганізмів, питання їх знищення є надзвичайно важливим. Це питання вирішується за рахунок ультрапастеризації молока, яке дозволяє знищити шкідливі бактерії і зберегти якість та натуральний смак молока. В роботі розглядаються сучасні технології автоматизації процесу ультрапастеризації молока, обґрунтовано вибір елементної бази для контролю основних показників якості виробництва ультрапастеризованого молока.*

**Ключові слова:** ультрапастеризація молока, автоматизація процесу, ультрапастеризатор, термальна обробка, деарація, гомогенізація.

## **Abstract**

*Dairy products are products of stable daily consumption. In addition, some of their brands have limited sales time. In these industries coexist in an unknown proportion and unstable equilibrium of natural products and chemicals. This paper considers only natural resources and only natural technologies without the addition of emulsifiers, normalizers and artificial substitutes identical to natural ones. After all, milk is an ideal environment for the reproduction of various microorganisms, the question of their destruction is extremely important. This issue is solved by ultra-pasteurization of milk, which allows you to destroy harmful bacteria and preserve the quality and natural taste of milk. The paper takes into account modern technologies of automation of the process of ultrapasteurization of milk, substantiates the choice of the element base for control over the main indicators of quality of production of ultrapasteurized milk.*

**Keywords:** ultrapasteurization of milk, process automation, UHT-ultrahot temperature, heat treatment, deaeration, homogenization.

## **Вступ**

Протягом останніх десяти років в харчовій промисловості, фактично, відбулася революція. З одного боку, при виробництві традиційних харчових продуктів всі виробники прагнуть понизити собівартість, а з іншого боку, споживачі вимагають нових якісних, дешевих продуктів харчування. У зв'язку з тим, що підвищилися вимоги до якості вироблюваних продуктів харчування, економії енергоресурсів, харчова промисловість потребує значної кількості і різноманітності засобів вимірювання, що забезпечують вироблення сигналів вимірювальної інформації у формі, яка є зручною для дистанційної передачі, накопичення, подальшого перетворення, обробки та відображення. Всього за декілька років в харчовій промисловості відбулися істотні зміни, які поставили перед виробниками засобів вимірювання і контролю нові завдання, зв'язані наприклад, із забезпеченням захисту засобів вимірювання від теплового удару, вологи. Також, якщо при розробці датчиків не враховуються гігієнічні вимоги, то на якість харчових продуктів впливатимуть самі датчики. У перших конструкціях датчиків часто були області (наприклад, канавки і різьби), в яких застрявали частинки харчових продуктів. Ці датчики було неможливо очистити або забезпечити їх стерилізацію. В даний час при розробці конструкції датчиків для харчової промисловості враховуються і гігієнічні вимоги. Велика увага приділяється не тільки гігієнічним вимогам, а і процесам переробки харчових продуктів в цілому. Адже молоко є ідеальним середовищем для розмноження різних мікроорганізмів, питання їх знищення є надзвичайно важливим. До впровадження теплової обробки молоко було постійним джерелом інфекцій, оскільки воно є ідеальним середовищем для розвитку мікроорганізмів.

## Результати дослідження

Для термальної обробки молока використовується ультрапастеризатор Tetra Therm Aseptic Flex. Найнижча вартість ультрапастеризатора на ринку завдяки низькому споживанню комунальних послуг і тривалому часу роботи (40 годин). Контроль забруднення та розумні рішення для очищення молока максимізують доступність і мінімізують втрати продукту. Розроблено для безпеки харчових продуктів із значенням  $F_0 \geq 3$ , щоб гарантувати комерційно стерильний продукт; і надлишковий тиск, щоб запобігти повторному забрудненню. Tetra Therm Aseptic Flex – найсучасніша непряма технологія УНТ. Tetra Therm Aseptic Flex – це передовий процесор для високоефективної безперервної обробки УНТ в трубчастому або пластинчастому теплообміннику в асептичних умовах з найнижчою загальною вартістю володіння. Переваги – безперервна УНТ-термічна обробка рідких харчових продуктів в асептичних умовах, потужність: 4 000 - 40 000 л/год. Застосується для молочних продуктів: молоко, ароматизоване молоко, вершки, йогуртові напої, молочні продукти, а також для соків, соєвого молока, чаю і кави. Особливості ультрапастеризатора: контроль обростання, тривалий час роботи, обростання зведено до мінімуму, тому обладнання може працювати до 40 годин з білим молоком високої якості. Це досягається шляхом оптимізації налаштування за допомогою терморегульованої трубки, що стабілізує білок, точного контролю як температуру, так і падіння тиску, а також контролю потоку в контурах гарячої води. Система подвійного балансу бака мінімізує втрати продукції. Є один резервуар для продукту, а інший для води. Останній - резервний бак СІР - використовується як другий резервуар для води при перемиканні води на продукт, що забезпечує чіткий інтерфейс вода-продукт. Зменшений діаметр дна скорочує фазу змішування. Наповнення та спорожнення з контрольованим об'ємом знижує втрати продукту до менш ніж 110 літрів за виробничий цикл 15 000 літрів. Закритий передстерилізаційний цикл. Економія часу та економність. Під час попередньої стерилізації в модулі циркулює гаряча вода. Направляючи гарячу воду на сторону під тиском у вигляді замкнутого контуру, усувається необхідність охолодження в зворотному трубопроводі. Це скорочує час запуску та зменшує споживання комунальних послуг. На рис. 1 подано функціональна схема процесу ультрапастеризації.

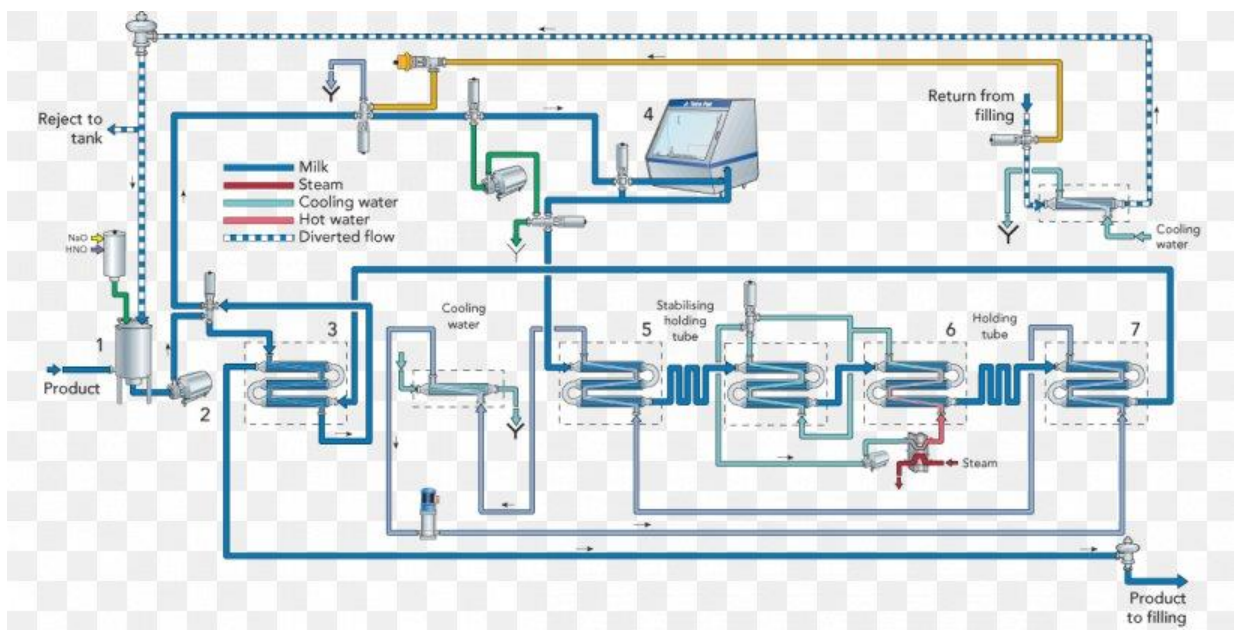


Рис. 1. Функціональна схема процесу ультрапастеризації

## Висновки

Головною метою дослідження було підвищення якості молочної продукції за рахунок вибору елементної бази для автоматизації ультрапастеризації молока. Для досягнення поставленої мети були вирішені такі задачі: проведено аналіз сучасних методів ультрапастеризації молока; складена структурна схема автоматизації ультрапастеризатора; проведено вибір елементної бази

ультрапастеризатора та датчиків для контролю основних показників якості виробництва ультрапастеризованого молока.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боровська Т. М. Моделювання та оптимізація систем автоматичного управління: навч. посіб. для студ. ВНЗ / Т. М. Боровська, А. С. Васюра, В. А. Северілов. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 132 с. – ISBN 978-966-641-319-5.

2. <https://www.tetrapak.com/>

3. [https://lekkerkerker.nl/file/522/Tetra\\_therm\\_aseptic\\_flex.pdf](https://lekkerkerker.nl/file/522/Tetra_therm_aseptic_flex.pdf)

*Липко Олексій Віталійович* – студент групи АКІТ-20мс, Факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [olexjiy199@gmail.com](mailto:olexjiy199@gmail.com)

*Боровська Таїса Миколаївна* – доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [taisaborovska@vntu.edu.ua](mailto:taisaborovska@vntu.edu.ua)

Науковий керівник: *Боровська Таїса Миколаївна* – доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [taisaborovska@vntu.edu.ua](mailto:taisaborovska@vntu.edu.ua)

*Lypko Olexii Vitaliyovych* – student of group AKIT-20mc, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: [olexjiy199@gmail.com](mailto:olexjiy199@gmail.com)

*Borovska Taisa Mykolayivna* — Dr. Sc. (Eng.), Professor of Computer Control Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: [taisaborovska@vntu.edu.ua](mailto:taisaborovska@vntu.edu.ua)

Supervisor: *Borovska Taisa Mykolayivna* – Dr. Sc. (Eng.), Professor of Computer Control Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: [taisaborovska@vntu.edu.ua](mailto:taisaborovska@vntu.edu.ua)