

for milk supply and discharge, and a device for feeding and removing the product. According to the proposed utility model, the centrifugal drum is additionally equipped with an ultrasonic transducer mounted externally on the base of the lower section of the drum. The transducer is installed in such a manner that its active surface is in contact with the liquid medium contained within the drum, thereby enabling ultrasonic effect during operation and facilitating cleaning of the internal working surfaces without disassembly.

In this configuration, the ultrasonic transducer may be designed as four active elements uniformly arranged along the circumference. Equipping the centrifugal drum with an ultrasonic transducer mounted externally at the base of its lower section, with the active surface in contact with the liquid inside the drum, makes it possible to generate ultrasonic vibrations within the cleaning solution. These vibrations intensify the removal of contaminants from the working surfaces, eliminate the need for manual cleaning of the centrifugal milk clarifier, and improve the operational efficiency of the primary milk processing line.

The implementation of the proposed centrifugal milk clarifier provides the following technical outcomes: generation of ultrasonic vibrations within the cleaning solution; cleaning of the working surfaces of the centrifugal drum without the need for disassembly; reduction and suppression of bacterial microflora in milk. In addition, the proposed design ensures: elimination of manual labor during the cleaning of the centrifugal milk clarifier; improved operational efficiency of the primary milk processing line.

### **References**

1. Samoichuk K. O., Kyurchev S. V., Palianychka N. O., Verkholtantseva V. O., Innovative Technologies and Equipment of the Industry. Processing of Livestock Products: Practical Guide. Tavria State Agrotechnological University. Kyiv: ProfKnyha Publishing, 2020. 252 p.

2. Centrifugal Milk Clarifier: Patent of Ukraine No. 67376; IPC (2012.01): B04B 1/00, B04B 15/00, A23C 7/00, A01J 11/00. Application No. a201107010; filed November 25, 2011; published February 27, 2012, Bulletin No. 4. 4 p.

*Scientific Supervisors: Palyanychka N. O., Ph.D., Associate Professor.*

УДК 637.134.001.57

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ МОЛОКА**

**Ковальов М., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»,**

**Паляничка Н. О., к.т.н.,**

**Ковальов О. О., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

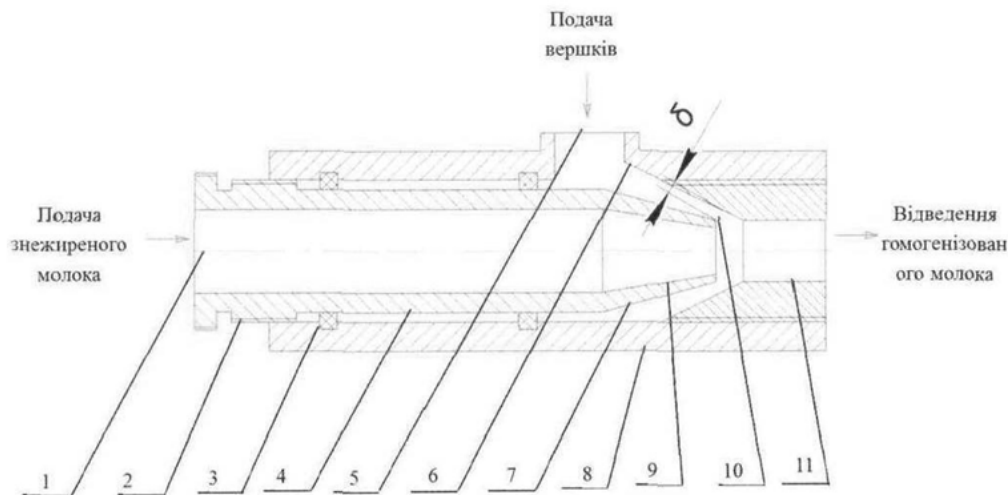
Гомогенізація посідає провідне місце серед технологічних операцій у виробництві молока та молочних продуктів, оскільки визначає їхню структурну однорідність і споживчі характеристики [1].

Під час цього процесу жирові кульки диспергуються до дрібних розмірів і рівномірно розподіляються в об'ємі, що запобігає відстоюванню жиру та покращує консистенцію продукту. Застосування гомогенізації у промисловості забезпечує стабільність структури, підвищує якість і тривалість зберігання продукції, а також сприяє раціональному використанню енергетичних ресурсів. Саме тому цей процес є невід'ємною складовою сучасних технологій переробки молока. Технологічне обладнання, призначене для здійснення

процесу гомогенізації, називається гомогенізатором. Проведений аналіз існуючих конструкцій показав, що переважна більшість із них характеризується значними енерговитратами, що за сучасних умов є суттєвим недоліком та знижує економічну ефективність виробництва [2].

З метою усунення зазначеної проблеми запропоновано застосування нового конструктивного рішення – струминного гомогенізатора з роздільним введенням вершків.

У конструкції такого гомогенізатора (рис. 1) передбачено корпус із центральним каналом, утвореним конфузуром, який може переміщуватися в осьовому напрямку, та патрубком. Між цими елементами сформовано щілинний канал, через який здійснюється ежекційна подача вершків. Внутрішня поверхня патрубка та зовнішня поверхня конфузора мають конічну форму, завдяки чому між ними створюється звужувальний конусний канал у напрямку руху вершків [3].



1 – центральний канал; 2 – різьбова ділянка конфузора; 3 – ущільнювальні елементи; 4 – конфузур; 5 – патрубок для подачі вершків; 6 – внутрішня поверхня патрубка подачі вершків; 7 – зовнішня поверхня конфузора; 8 – корпус; 9 – конічний канал; 10 – щілинний канал; 11 – дифузorna розширювальна частина.

**Рис. 1. Конструктивна схема струминного гомогенізатора молока з роздільним введенням вершків.**

Надання внутрішній поверхні патрубка та зовнішній частині конфузора конічної форми з утворенням між ними звужувального каналу в напрямку руху вершків забезпечує формування сприятливих гідродинамічних умов. За рахунок цього відпадає потреба у примусовій подачі вершків, оскільки їх необхідна кількість надходить шляхом ежекції, що, у свою чергу, сприяє зменшенню енергетичних витрат під час гомогенізації.

За даними аналітичних оцінок, витрати енергії на привід насосів для подачі вершків становлять орієнтовно 15–20 % від загальних енерговитрат процесу диспергування в апаратах такого типу [2].

Переміщення різьбової частини конфузора дає змогу регулювати величину зазору  $\delta$  у щілинному каналі, який формується між внутрішньою поверхнею патрубка подачі вершків і конусною поверхнею конфузора. Саме цей параметр визначає умови досягнення необхідного ступеня дисперсності молока. Додатковою перевагою конструкції є можливість суміщення процесів нормалізації та гомогенізації в межах одного робочого циклу. Ширина щілинного каналу, а відповідно й об'єм вершків, що ежектуються в систему, змінюється шляхом обертання конфузора в корпусі. Такий спосіб регулювання забезпечує стабільне всмоктування заданої кількості вершків залежно від їх жирності та необхідних показників продукту після нормалізації.

Струминний гомогенізатор молока з роздільним введенням вершків функціонує за таким принципом. Попередньо знежирене молоко під тиском надходить до конфузора 4, який розміщений у корпусі 8 гомогенізуючого вузла. Через центральний канал 1 потік

спрямовується до конусного каналу конфузора 9. Одночасно необхідний об'єм вершків всмоктується через патрубок 5 і потрапляє в зону між внутрішньою поверхнею патрубка 6 та зовнішньою частиною конфузора 7, де формується щільний канал 10. У цій ділянці вершки інтенсивно прискорюються, тоді як швидкість руху знежиреного молока повинна становити близько 60 м/с [3].

У результаті в щільному каналі виникає значна різниця швидкостей потоків, що відповідно до критерію Вебера створює необхідні гідродинамічні умови для руйнування жирових кульок і досягнення високого ступеня диспергування. Величина зазору  $\delta$  між внутрішньою поверхнею патрубка та зовнішньою частиною конфузора регулюється обертанням різьбової частини конфузора 2 відносно корпусу, що забезпечує подачу заданої кількості вершків. Для запобігання витокам уздовж бічних поверхонь конфузора до патрубка встановлено ущільнювальні елементи 3. Після проходження щільного каналу нормалізоване та гомогенізоване молоко надходить у зону розширення дифузора 11 і відводиться з апарата для подальшої обробки.

Таким чином, запропонована конструкція струминного гомогенізатора з роздільним введенням вершків, завдяки поєднанню відповідних конструктивних рішень – зокрема встановленню конфузора з конусним каналом, який має можливість осьового переміщення та утворює з внутрішньою поверхнею патрубка щільний канал, – забезпечує ефект ежекційного всмоктування вершків. Реалізація такого принципу роботи дозволяє відмовитися від їх примусової подачі та, відповідно, істотно зменшити енергетичні витрати процесу гомогенізації.

#### ***Список використаних джерел***

2. Самойчук К. О., Ковальов О. О., Борохов І. В., Паляничка Н. О. Аналітичні дослідження енергетичних показників і параметрів якості струминно-щільового гомогенізатора молока. *Праці ТДАТУ*. 2019. Вип. 19, т. 1. С. 3-18.

3. Дейниченко Г. В., Самойчук К. О., Ковальов О. О. Конструкції струминних диспергаторів жирової фази молока. *Праці ТДАТУ*. 2016. Вип. 16, т. 1. С. 219-227.

4. Струминний гомогенізатор молока з роздільною подачею вершків: пат. кор. модель 156886 Україна: МПК А01J11/16. - № u202400450; заявл. 29.01.2024; опубл. 14.08.2024, Бюл. № 33/2024

**UDC 658.511.5: 641.856**

## **JUSTIFICATION FOR IMPROVING THE DESIGN OF A FREEZER FOR ICE CREAM PRODUCTION**

***Liebidiev A., recipient of higher education “Master's” degree***

*Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine*

Ice cream is a frozen dessert product manufactured primarily from milk, cream, butterfat, and sugar, with the addition of flavoring and aromatic components. In addition to traditional dairy-based formulations, ice cream may also be produced in fruit varieties formulated from fruit juices and pulp derived from berries and other fruits. As a dairy product, ice cream contains more than one hundred biologically valuable constituents. Its composition includes proteins, lipids, carbohydrates, and a complex of vitamins such as A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, C, D, E, and P. The concentration of vitamin C increases when fruit fillers are incorporated into the formulation. The ingredients of ice cream contribute to the synthesis of serotonin in the human body. Milk-based ice cream is also characterized by a significant content of tryptophan, a natural compound known for its mild calming effect [1].