

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

**Кафедра харчових технологій**

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до кваліфікаційної роботи  
ступеня вищої освіти «Бакалавр»  
на тему:

**Удосконалення технологічної лінії з  
виробництва молока питного**

**Виконав:** здобувач вищої освіти 4 курсу,  
групи ХТ-1-21  
освітньо-професійної програми «Харчові технології»  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ **В'ячеслав БАБЕНКО**

**Керівник:** \_\_\_\_\_ **Дмитро ТИМЧАК**

Дніпро 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«01» травня 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Бабенку В'ячеславу Миколайовичу

1. Тема роботи: «Удосконалення технологічної з виробництва молока питного». Керівник роботи: Тимчак Дмитро Олександрович, старший викладач, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологічна схема роботи молокопереробного заводу. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Загальна частина. 2 Технологічна частина. 3 Проектна частина. 4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Відомості про підприємство. 2 Технологічна частина. 3 Проектна частина.  
4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Карта охорони праці. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|        |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| 1-6    | ст. викладач Дмитро ТИМЧАК                | 01.05.26       | 08.06.26         |
|        |                                           |                |                  |
|        |                                           |                |                  |

7. Дата видачі завдання 06 травня 2024 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи               | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | Вступ                                             | 01.05-02.05.26                | виконано |
| 2     | Загальна частина                                  | 03.05-05.05.26                | виконано |
| 3     | Технологічна частина                              | 06.05-15.05.26                | виконано |
| 4     | Проектна частина                                  | 16.05-26.05.26                | виконано |
| 5     | Впровадження елементів системи НАССР              | 27.05-29.05.26                | виконано |
| 6     | Охорона праці та захист навколишнього середовища  | 30.05-31.05.26                | виконано |
| 7     | Техніко-економічне обґрунтування                  | 01.06-02.06.26                | виконано |
| 8     | Загальні висновки та бібліографія                 | 03.06-06.06.26                | виконано |
| 9     | Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу | 07.06-08.06.26                | виконано |

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ В'ячеслав БАБЕНКО  
( підпис )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Дмитро ТИМЧАК  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Тема: «Удосконалення технологічної з виробництва молока питного»

**Кваліфікаційна робота бакалавра:** 61 с., 15 рис., 8 табл., 25 літературних джерел.

**Об'єкт дослідження:** молоко коров'яче питне, процес фільтрації.

**Метою роботи** є надання пропозицій стосовно удосконалення наявної технологічної лінії з виробництва молока питного шляхом заміни застарілого обладнання та підвищення ефективності виробництва.

**Методи дослідження:**

У роботі використано загальноприйняті підходи до виконання технологічних розрахунків. Для обґрунтування та вибору необхідної кількості технологічного обладнання, визначення площ виробничих приміщень, а також розрахунку техніко-економічних показників проєкту застосовано типові розрахункові методики.

Робота присвячена удосконаленню технологічної лінії виробництва питного молока на ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» шляхом модернізації етапу приймання та первинної обробки сировини. На підставі аналізу діючої технологічної схеми підприємства обґрунтовано доцільність її вдосконалення за рахунок впровадження більш ефективного фільтраційного обладнання.

Розглянуто сучасні зразки закордонного технологічного обладнання для очищення молока та встановлено, що фільтр SPX FLOW має ряд переваг, зокрема високу ефективність видалення механічних домішок, надійність роботи та відповідність сучасним вимогам молокопереробної галузі.

Виконано техніко-економічне обґрунтування проєкту: рентабельність зростає до 10,3 %, а термін окупності капітальних вкладень становить 0,69 року, що свідчить про високу економічну доцільність реалізації проєкту.

## КЛЮЧОВІ СЛОВА

*Питне молоко; технологічна схема; фільтрація молока; модернізація виробництва; техніко-економічне обґрунтування; ефективність виробництва.*

## ЗМІСТ

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП                                                                        | 5  |
| 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА                                                           | 7  |
| 1.1 Характеристика підприємства                                              | 7  |
| 1.2 Характеристика молока та аналіз ринку молока в Україні                   | 10 |
| 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА                                                       | 18 |
| 2.1 Опис діючої технологічної схеми                                          | 18 |
| 2.2 Пропозиції щодо удосконалення технологічної схеми                        | 20 |
| 3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА                                                           | 27 |
| 3.1 Технологічний розрахунок                                                 | 27 |
| 3.2 Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання                | 29 |
| 3.3 Розрахунок площ та компонування обладнання основних виробничих приміщень | 36 |
| 4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР                                       | 41 |
| 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА                           | 46 |
| 5.1 Розробка карти охорони праці                                             | 46 |
| 5.2 Утилізація відходів молочного виробництва                                | 49 |
| 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ                                           | 53 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ                                                            | 57 |
| БІБЛІОГРАФІЯ                                                                 | 59 |

## ВСТУП

Виробництво молока є одним із ключових напрямів спеціалізації аграрних підприємств центральної частини України. Попри низький рівень прибутковості, значна частина переробних підприємств продовжує займатися цією діяльністю, оскільки реалізація молока забезпечує регулярне надходження грошових коштів протягом усього року. Це пояснюється тим, що молочна продукція займає вагоме місце у структурі споживання населення. Частка витрат на молочні продукти сягає близько 15% від загальних витрат на харчування, проте молокопродуктовий підкомплекс агропромислового комплексу України перебуває у кризовому стані.

Формування ринку молочної продукції в Україні значною мірою залежить від рівня платоспроможності населення. Водночас основними критеріями його сегментації виступають вік споживачів, їх місце проживання та рівень доходів. На споживчу поведінку істотно впливають зміни цін, показники якості продукції, широта асортименту та загальний рівень добробуту населення.

Разом з тим, ринок молочних продуктів характеризується наявністю низки проблем, серед яких стан сировинної бази, конкуренція за постачальників, необхідність удосконалення мікробіологічних процесів, а також модернізація обладнання і технологічних систем.

Зростання рівня життя населення поступово призводить до трансформації структури споживання та підвищення вимог до якості продукції, що пропонується на ринку. У результаті попит дедалі більше визначає обсяги та структуру пропозиції.

На сьогодні в Україні функціонує близько 350 підприємств, що здійснюють переробку молока, причому приблизно 80 із них виробляють до 90% усієї суцільномолочної продукції.

Аналіз показників виробництва основних видів молочної продукції за 2020 рік свідчить про відносну стабільність розвитку галузі, незважаючи на наявні труднощі на ринку сировини.

В умовах посиленої конкуренції на сировинному ринку виробництво готової молочної продукції дедалі більше зосереджується на великих підприємствах, які активно інвестують у модернізацію, оперативно реагують на зміну ринкової кон'юнктури, розширюють асортимент і, з метою збереження своїх позицій в умовах сезонного дефіциту сировини, освоюють зовнішні ринки збуту. Середній рівень рентабельності виробництва незбираної молочної продукції на переробних підприємствах становить 3-8%. Водночас виробництво сметани та сиру є більш економічно доцільним порівняно з виробництвом незбираного молока, а найвищі показники рентабельності характерні для дієтичної продукції, зокрема йогурту, ряжанки та кефіру.

Стійкий попит на суцільномолочну продукцію в Україні забезпечує безперебійну діяльність підприємств галузі, незважаючи на значний рівень конкуренції як на ринку сировини, так і на ринку готової продукції.

Метою роботи є надання пропозицій стосовно удосконалення наявної технологічної лінії з виробництва молока питного шляхом заміни застарілого обладнання та підвищення ефективності виробництва.

Актуальність роботи зумовлена необхідністю підвищення ефективності функціонування підприємств молочної галузі в умовах зростаючої конкуренції, обмеженості сировинних ресурсів та підвищення вимог до якості готової продукції. Використання застарілого технологічного обладнання призводить до збільшення енерговитрат, зниження продуктивності та погіршення економічних показників виробництва, що обумовлює потребу у його модернізації та впровадженні сучасних технічних рішень для забезпечення стабільної роботи підприємств і підвищення їх конкурентоспроможності.

## 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Характеристика підприємства

ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» (рис. 1.1) є одним із провідних підприємств молокопереробної галузі України, що має тривалу історію розвитку та вагоме значення для забезпечення населення якісною молочною продукцією. «Підприємство функціонує на ринку під відомим брендом «Злагода» (рис. 1.2) та спеціалізується на виробництві широкого асортименту молочних продуктів, орієнтуючись на сучасні вимоги споживачів щодо якості, безпечності та харчової цінності продукції. Його діяльність спрямована на стабільне забезпечення ринку як традиційними, так і інноваційними видами молокопродуктів, що користуються попитом серед різних категорій населення» [1].



Рисунок 1.1 – Прохідна підприємства

Історія підприємства бере свій початок ще з періоду активного розвитку харчової промисловості регіону, коли було закладено виробничі потужності для переробки молока та виготовлення основних видів молочної продукції. «У подальшому підприємство неодноразово проходило етапи модернізації та технічного переоснащення, що дозволило значно підвищити рівень автоматизації

виробництва, покращити якість продукції та розширити асортимент» [1]. Сучасний етап розвитку комбінату характеризується впровадженням новітніх технологій обробки молока, удосконаленням виробничих процесів та орієнтацією на європейські стандарти якості.



Рисунок 1.2 – Зображення логотипу ТМ «Залгода»

Виробнича діяльність підприємства охоплює повний цикл переробки молочної сировини, починаючи від приймання та контролю якості молока і закінчуючи випуском готової продукції та її реалізацією. «Особлива увага приділяється контролю якості на всіх етапах виробництва, що забезпечується застосуванням сучасних лабораторних методів дослідження та впровадженням систем управління безпечністю харчових продуктів» [1]. Це дозволяє гарантувати відповідність продукції встановленим нормативним вимогам та очікуванням споживачів.

«Асортимент продукції ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» є досить широким і включає молоко питне різної жирності (рис. 1.3), кисломолочні продукти, сметану, вершки, йогурти, кефір, ряжанку, десерти та інші види продукції» [1]. Підприємство постійно працює над оновленням асортименту, впроваджуючи нові види продукції з урахуванням сучасних тенденцій харчування та зростаючого попиту на функціональні та дієтичні продукти. Це сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємства на внутрішньому ринку та розширенню його ринкових позицій.

«Сировинна база підприємства формується за рахунок співпраці з сільськогосподарськими виробниками, які забезпечують постачання молока

відповідної якості. Значна увага приділяється вибору надійних постачальників та контролю якості сировини, що є важливим фактором забезпечення високих показників якості готової продукції» [1]. Умови жорсткої конкуренції на сировинному ринку зумовлюють необхідність постійного вдосконалення взаємовідносин з постачальниками та оптимізації логістичних процесів.



Рисунок 1.3 – Асортимент питного молока ТМ «Злагода»

Важливим напрямом діяльності підприємства є модернізація виробничих потужностей та впровадження енергоощадних технологій. Використання сучасного обладнання дозволяє підвищити продуктивність праці, знизити витрати ресурсів та мінімізувати втрати сировини. Крім того, автоматизація технологічних процесів сприяє підвищенню точності дотримання режимів обробки молока, що позитивно впливає на якість продукції.

«Підприємство активно реагує на зміни ринкової кон'юнктури, адаптуючи свою діяльність до сучасних умов господарювання. Це проявляється у розширенні

каналів збуту, вдосконаленні маркетингової політики та розвитку бренду. Продукція комбінату реалізується як через торговельні мережі, так і через інші канали збуту, що забезпечує її широку доступність для споживачів» [1]. Водночас підприємство приділяє значну увагу формуванню позитивного іміджу та підвищенню рівня довіри до своєї продукції.

У сучасних умовах функціонування молокопереробної галузі важливим чинником розвитку є інноваційна діяльність. ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» впроваджує нові технологічні рішення, спрямовані на підвищення якості продукції, збереження її харчової цінності та продовження термінів зберігання. Це досягається шляхом застосування сучасних методів теплової обробки, пакування та зберігання продукції.

«Разом з тим підприємство функціонує в умовах низки викликів, пов'язаних зі змінами на ринку молочної сировини, коливанням цін, зростанням витрат на енергоресурси та посиленням конкуренції. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває питання підвищення ефективності виробництва, що передбачає оптимізацію технологічних процесів, модернізацію обладнання та впровадження сучасних методів управління виробництвом» [1].

Отже, ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» є сучасним підприємством молочної галузі, яке активно розвивається, впроваджує інновації та забезпечує виробництво якісної продукції відповідно до вимог ринку. Його подальший розвиток пов'язаний із підвищенням ефективності використання ресурсів, удосконаленням технологічних процесів та зміцненням позицій на ринку молочної продукції України.

## 1.2 Характеристика молока та аналіз ринку молока в Україні

«Молоко являє собою складну біологічну рідину, що синтезується в молочних залозах ссавців. Його природна функція полягає у забезпеченні поживними речовинами новонародженого організму на ранніх етапах розвитку. З розвитком людського суспільства роль молока істотно розширилася – від виключно

харчування немовлят до універсального продукту споживання, а згодом і до важливої сировини для харчової промисловості» [2-6]. Серед інших продуктів харчування молоко посідає одне з провідних місць завдяки високій харчовій цінності та збалансованому складу. «Наявність у ньому легко засвоюваних білків, жирів і вуглеводів, а також комплексу мінеральних речовин, необхідних для росту й розвитку організму, зумовлює його незамінність у раціоні» [3].

Застосування молока як основи для виготовлення різноманітних харчових продуктів обумовлюється особливостями його фізико-хімічних характеристик та властивостями окремих складових. «Уявлення про склад молока постійно поглиблюються, що пов'язано з розвитком наукових досліджень і впровадженням сучасних аналітичних методів, які дають змогу виявляти навіть мікрокомпоненти, присутні у незначних кількостях» [4].

На сьогодні встановлено, що «молоко містить близько двох сотень різноманітних складових. До них належать усі речовини, що формуються в процесі секреції в молочній залозі» [5]. Водночас інтенсифікація сільського господарства, використання лікувальних препаратів у тваринництві, а також вплив факторів довкілля, включаючи техногенні забруднення, спричинили появу в молоці сторонніх домішок.

У зв'язку з цим компоненти молока доцільно поділяти на природні, що утворюються внаслідок нормальних фізіологічних процесів, та сторонні, які потрапляють у продукт із зовнішнього середовища. «До специфічних складових, характерних виключно для молока, належать молочний жир, лактоза, казеїнові білки, лактоглобулін та  $\alpha$ -лактальбумін, які синтезуються безпосередньо в молочній залозі» [6].

«Зміни у вмісті основних компонентів, передусім жиру та білка, мають суттєве значення як з економічної, так і з технологічної точки зору. Особливе місце посідає молочний жир, оскільки він є базовим показником при визначенні вартості сировини та обліку на підприємствах» [2]. При цьому саме вміст жиру характеризується найбільшою варіабельністю порівняно з іншими складовими.

З позицій технології та економіки молоко розглядають як систему, що складається з сухих речовин і води. При цьому виділяють сухий молочний залишок, а також його знежирену частину, що разом із жировою фазою формує основні складові, які визначають властивості молока як сировини для подальшої переробки.

«Особливості функціонування ринку молочної продукції безпосередньо зумовлені специфічними властивостями молока як біологічної сировини, що характеризується унікальними природними та споживчими характеристиками. До таких особливостей належить значна різноманітність напрямів переробки, широкий асортимент готової продукції та багатогранність її використання» [3].

Водночас для цієї галузі характерні сезонні та ринкові коливання обсягів надходження сировини, що істотно впливають на рівень завантаження виробничих потужностей підприємств з переробки молока. «Додатковою рисою є велика кількість учасників ринку, серед яких виробники сировини, переробні підприємства та торговельні організації» [6].

Вченими відзначається, що «ринок молока та молочних продуктів виступає важливою складовою продовольчої системи держави, а його розвиток є необхідною передумовою забезпечення соціальної стабільності, політичної рівноваги та економічної незалежності» [7]. Україна володіє сприятливими природно-кліматичними та економічними умовами для ефективного розвитку цієї галузі, однак сучасний стан ринку залишається нестійким, що зумовлено обмеженими обсягами сировини та недостатнім рівнем її якості відповідно до європейських вимог.

«Молокопереробна галузь виступає важливою ланкою у системі просування продукції від виробників молочної сировини до кінцевого споживача, забезпечуючи формування її споживчих властивостей і підвищення цінності готового продукту» [8]. Її подальший розвиток пов'язаний із необхідністю комплексної оцінки виробничого потенціалу, ефективності маркетингової діяльності, обсягів випуску продукції та рівня її конкурентоспроможності на ринку.

«Сучасний стан галузі в Україні характеризується рядом тенденцій, серед яких зменшення поголів'я великої рогатої худоби як основного джерела молочної сировини, скорочення обсягів виробництва молока, а також поступове підвищення якості сировини, що надходить на переробку» [9]. Такі зміни впливають на функціонування підприємств та визначають необхідність удосконалення технологічних і організаційних процесів.

«Згідно з науково обґрунтованими нормами харчування, середньорічне споживання молока та молочних продуктів на одну особу має становити близько 380 кг у перерахунку на молоко, з яких приблизно 120 кг припадає на свіже молоко. Проте фактичний рівень споживання в Україні значно нижчий і становить близько 210 кг на особу. У той же час у ряді країн, зокрема у Франції, Фінляндії та Польщі, цей показник перевищує 410 кг на людину, що свідчить про більш високий рівень споживання та сформовані традиції харчування» [10, 11].

«За інформацією міжнародних досліджень, середній рівень споживання молочної продукції у світі становить близько 111 кг на одну особу, однак цей показник істотно варіюється залежно від країни» [7]. Наприклад, у Китаї фактичне споживання є значно нижчим за встановлені норми, що пояснюється особливостями харчових традицій та недостатнім забезпеченням ринку. Водночас в Індії споживання перевищує рекомендовані значення, що зумовлено високою роллю молока у раціоні населення. «У Новій Зеландії рівень споживання є одним із найвищих у світі, що свідчить про розвиненість галузі та доступність продукції» [9].

Аналіз структури споживання молочних продуктів показує, що найбільша частка припадає на питне молоко, обсяги споживання якого значно відрізняються залежно від регіону та культурних особливостей населення. «Рівень споживання сирів також має суттєві відмінності, причому провідні позиції займають країни Європейського Союзу та США, тоді як в Україні цей показник залишається відносно невисоким» [10]. Споживання вершкового масла також варіюється, при цьому лідируючі позиції займають країни з розвинутою молочною промисловістю,

що підтверджує залежність структури споживання від рівня розвитку галузі та економічних умов.

«Зниження рівня споживання молочної продукції в Україні зумовлюється сукупністю економічних і соціальних чинників, серед яких визначальними є погіршення економічної ситуації, що призвело до зниження платоспроможності населення, а також зростання цін на молокопродукти» [7, 9, 11]. Додатковий вплив мають сучасні споживчі тенденції, пов'язані з поширенням негативного ставлення до продукції промислового виробництва, недостатня поінформованість населення щодо харчової цінності та різноманіття асортименту, а також скорочення кількості споживачів унаслідок втрати частини територій.

«Ефективне функціонування ринку молока та молочної продукції визначається обсягами виробництва натуральної сировини, рівнем її переробки у готову продукцію, широтою асортименту, а також доходами та споживчими потребами населення» [11]. Національний ринок молочної сировини формується за участю різних категорій виробників, до яких належать сільськогосподарські підприємства, фермерські господарства та особисті селянські господарства.

«Аналіз динаміки виробництва молока свідчить про його суттєве скорочення протягом тривалого періоду (табл. 1.1), зокрема у останніх роках загальний обсяг зменшився на значну величину» [7]. Найбільше зниження спостерігається у господарствах населення, тоді як у сільськогосподарських підприємствах відмічаються незначні коливання з тенденцією до поступового зростання обсягів виробництва. «При цьому частка молока, виробленого сільськогосподарськими підприємствами, у загальній структурі у 2024 році становила близько третини, що свідчить про поступове зміщення акценту у бік організованого виробництва» [7].

Якщо аналізувати виробництво молока за категоріями господарств, то у період 2020–2024 років спостерігається зростання обсягів у сільськогосподарських підприємствах, тоді як у господарствах населення зберігається стійка тенденція до їх скорочення. Зокрема, «у підприємствах аграрного сектору виробництво молока збільшилося приблизно на 10,5 %, що свідчить про поступову концентрацію виробництва у більш організованому секторі» [7].

Таблиця 1.1 – Динаміка виробництва молока в Україні, тис. т

| Показники                                   | 2018    | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   |
|---------------------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Усі категорії господарств                   | 10064,0 | 9663,2 | 9263,6 | 8713,0 | 7770,0 | 7520,0 | 7350,0 |
| в т.ч.<br>сільськогосподарські підприємства | 2755,5  | 2728,6 | 2761,2 | 2800,0 | 2850,0 | 2950,0 | 3050,0 |
| господарства населення                      | 7308,5  | 6934,6 | 6502,4 | 5913,0 | 4920,0 | 4570,0 | 4300,0 |

У сільськогосподарських підприємствах у 2024 році було отримано близько 3050,0 тис. тонн молока, що перевищує показники 2020 року та підтверджує тенденцію до нарощування виробництва в цьому сегменті. Це зумовлено впровадженням сучасних технологій, підвищенням продуктивності тварин та покращенням організації виробничих процесів.

«Водночас у господарствах населення у 2024 році обсяги виробництва становили близько 4300,0 тис. тонн, що суттєво менше порівняно з 2020 роком. Загальне зниження перевищує третину, що пояснюється скороченням поголів'я худоби, зростанням витрат на утримання та зниженням економічної доцільності виробництва молока у дрібних господарствах» [11].

У цілому динаміка виробництва молока на одну особу також демонструє тенденцію до зниження, що пов'язано із загальним спадом обсягів виробництва та демографічними змінами. Це свідчить про необхідність подальшого розвитку галузі, підвищення ефективності виробництва та зміцнення сировинної бази молокопереробних підприємств.

На тлі загального скорочення виробництва більшості видів молочної продукції спостерігаються також зміни у її структурі. Зокрема, «відчутно зменшилися обсяги виробництва питного молока різної жирності, які скоротилися приблизно на 6–8% і становлять близько 550–570 тис. т. Одночасно з цим знизилася і його частка у загальній структурі виробництва – з орієнтовно 44–45% до близько

40–42%» [10]. Попри це, питне молоко й надалі займає провідну позицію у структурі виробництва за натуральними показниками.

«Кисломолочна продукція, яка традиційно посідає друге місце у структурі, також демонструє негативну динаміку, хоча темпи скорочення є менш значними і коливаються в межах 2–4%» [8]. «Загальні обсяги виробництва цієї групи продукції залишаються на рівні близько 250–270 тис. т, що свідчить про збереження стабільного попиту, незважаючи на загальні ринкові труднощі» [10].

Станом на останні роки переробкою молока в Україні займається близько 180–190 підприємств, однак основна частка ринку зосереджена у відносно невеликої кількості великих виробників. «Приблизно 70–80% загального обсягу продукції контролюється кількома десятками потужних підприємств, значна частина яких входить до складу великих виробничих об'єднань» [11]. Частки окремих провідних компаній залишаються порівняно невисокими, що свідчить про відсутність монополізації та наявність конкурентного середовища.

«Упродовж останніх років спостерігається тенденція до зростання закупівельних цін на молочну сировину, які поступово наближаються до рівня європейських показників. Основними причинами цього є підвищення собівартості виробництва, зростання витрат на енергоресурси та зменшення пропозиції молока на внутрішньому ринку» [9]. У результаті середня ціна реалізації молока сільськогосподарськими підприємствами має стійку тенденцію до зростання, що, з одного боку, покращує економічні показники виробників, а з іншого – впливає на підвищення вартості готової продукції для споживачів.

#### Висновки по розділу.

Підприємство ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» характеризується наявністю розвиненої виробничої бази, широким асортиментом продукції та орієнтацією на впровадження інноваційних технологій переробки молока. Його діяльність спрямована на забезпечення стабільної якості продукції, розширення ринків збуту та підвищення ефективності виробництва, що дозволяє займати

конкурентні позиції на внутрішньому ринку та адаптуватися до сучасних економічних умов.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що молокопереробна галузь України функціонує в умовах суттєвих структурних та економічних змін, які проявляються у скороченні обсягів виробництва молока, зменшенні частки господарств населення та поступовій концентрації виробництва у сільськогосподарських підприємствах. Одночасно спостерігається трансформація структури випуску молочної продукції, зокрема зниження обсягів виробництва питного молока та кисломолочних продуктів, що зумовлено змінами попиту, зростанням цін та впливом загальноекономічних факторів. Незважаючи на це, галузь зберігає важливе значення у забезпеченні продовольчої безпеки та формуванні споживчого ринку.

Разом з тим встановлено, що розвиток галузі стримується низкою проблем, серед яких обмеженість сировинної бази, нестабільність ринку, зростання собівартості виробництва та зниження платоспроможності населення. Водночас спостерігається позитивна тенденція до підвищення якості сировини та зростання ролі великих підприємств, які впроваджують сучасні технології та адаптуються до змін ринкової кон'юнктури. Це свідчить про необхідність подальшої модернізації виробництва, підвищення ефективності використання ресурсів та розширення асортименту продукції з метою зміцнення конкурентних позицій підприємств молочної галузі.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Опис діючої технологічної схеми

На підприємстві ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» встановлена і функціонує наступна машинно-апаратурна схема виробництва питного пастеризованого молока (рис. 2.1)

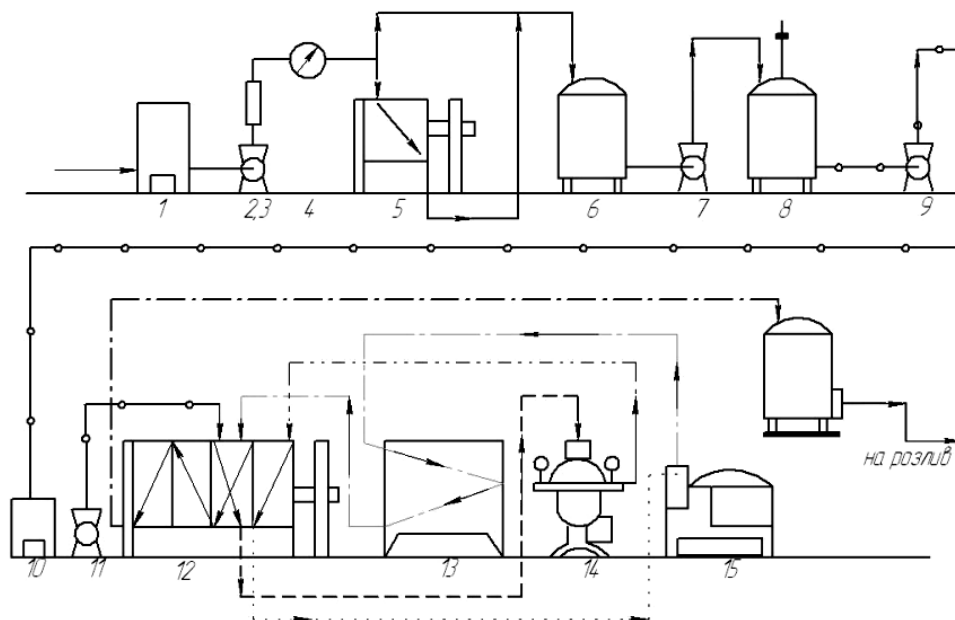


Рисунок 2.1 – Машинно-апаратурна схема виробництва пастеризованого молока в виробничому цеху ПрАТ «Комбінат «Придніпровський»:

1 – фільтр; 2,7,9, 11 – насоси; 3 – відокремлювач повітря; 4 – лічильник;  
5 – пластинчастий охолоджувач; 6, 8 та 16 – резервуари; 10 – зрівнювальний бак;  
12 – пластинчастий теплообмінник; 13– пульт керування; 14 – сепаратор-молокоочисник; 15 – гомогенізатор

«На початковому етапі здійснюють приймання та оцінку якості молока, при цьому його перекачують з автоцистерн за допомогою насосу 2 через фільтр 1 для видалення механічних домішок, а облік кількості здійснюють за допомогою лічильників маси і об'єму 4» [6].

Після приймання молоко піддається первинній обробці, у процесі якої воно очищується на фільтрах 1 або сепараторах-молокоочисниках 14, після чого

«охолоджується до температури 4–6 °С у пластинчастих охолоджувачах 5 і за допомогою насосів 7 та 9 через зрівноважувальний бачок 10 подається на зберігання в резервуар 16» [12]. «Якщо температура молока нижча за 10 °С, допускається його приймання без додаткового охолодження» [6].

Охолоджене молоко зберігається в ємності 6, де здійснюється його нормалізація, тобто приведення вмісту жиру або сухих речовин до встановлених стандартів. «На підприємстві молоко нормалізують шляхом змішування у резервуарі 8, додаючи до визначеної кількості сировини розраховану кількість знежиреного молока або вершків відповідно до матеріального балансу. Крім того, нормалізацію можуть проводити із застосуванням спеціалізованих сепараторів-нормалізаторів» [13].

«Для запобігання відстоюванню жиру при виробництві топленого, відновленого молока та продукції з підвищеним вмістом жиру 3,5–6% нормалізовану сировину підігрівують до температури 40–45 °С і додатково очищують у відцентрових сепараторах-молокоочисниках 14 з подальшою гомогенізацією в гомогенізаторах 15 при температурі 45–63 °С і тиску 12,5–15 МПа» [6].

Наступним етапом є пастеризація молока при температурі 76 °С  $\pm$  2 °С із витримкою 15–20 с, після чого його охолоджують у пластинчастих пастеризаційно-охолоджувальних установках 12, ефективність яких досягає 99,9%. Після цього молоко знову охолоджують і зберігають при відповідній температурі, оскільки порушення температурного режиму призводить до розвитку мікрофлори та псування продукту.

Стерилізацію застосовують для повного знищення як вегетативних, так і спорових форм мікроорганізмів при виробництві продукції тривалого зберігання. «Тривала стерилізація здійснюється при температурі 115–120 °С з витримкою 15–20 хв, тоді як короточасна проводиться при 125–145 °С із витримкою 2–10 с» [13]. Більш доцільною є короточасна обробка, оскільки при тривалій стерилізації відбувається денатурація білків, руйнування вітамінів С і В12 та погіршення здатності молока до сичужного зсідання.

Для додаткового знезараження молока використовують бактофугацію, що базується на центрифугуванні, а також фізичні методи обробки із застосуванням ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання.

Приймаємо продуктивність наявної технологічної лінії на рівні 22 т за зміну, що є характерним значенням для підприємств середнього масштабу з виробництва питного молока та забезпечує стабільне завантаження основного технологічного обладнання. Такий рівень продуктивності дозволяє організувати безперервний технологічний процес із раціональним використанням сировини, енергоносіїв та виробничих потужностей, а також забезпечує гнучкість у роботі лінії залежно від надходження молочної сировини.

## 2.2 Пропозиції щодо удосконалення технологічної схеми

Найбільш уразливими ділянками даної технологічної схеми є операції приймання та первинної обробки молока, оскільки саме на цьому етапі існує високий ризик потрапляння механічних домішок і мікрофлори разом із сировиною. Недостатня ефективність фільтрів 1 або сепараторів-молокоочисників 14, а також затримки під час перекачування насосами 2, 7, 9 можуть призводити до погіршення якості молока ще до його охолодження (див. рис. 2.1). Крім того, вузьким місцем є процес охолодження у пластинчастих охолоджувачах 5, оскільки при недостатній продуктивності або порушенні режимів температура може не досягати необхідних 4–6 °C, що створює умови для розвитку мікроорганізмів.

Проблемною ділянкою також є стадія нормалізації у резервуарі 8, де точність дозування компонентів залежить від правильності розрахунків і роботи змішувального обладнання. Порушення цього процесу призводить до нестабільності складу продукції. «Додатковим вузьким місцем виступає гомогенізація в апаратах 15, де при відхиленні тиску 12,5–15 МПа або температури 45–63 °C можливе нерівномірне диспергування жиру» [12]. «На етапі пастеризації в установках 12 критичним є дотримання температури 76 °C  $\pm$  2 °C і витримки 15–20 с, оскільки відхилення знижують ефективність знезараження або погіршують

якість продукту» [6]. Також до вузьких місць можна віднести процеси стерилізації та подальшого зберігання, де недотримання режимів або санітарних умов призводить до повторного обсіменіння та псування продукції.

Доцільно підвищити ефективність стадії приймання та первинної обробки молока шляхом впровадження сучасніших систем очищення та автоматизованого контролю якості сировини, що сприятиме зменшенню надходження сторонніх домішок і забезпеченню стабільності показників.

Для цього доцільно провести детальний аналіз сучасного ринку технологічного обладнання для молокопереробної галузі з метою відбору найбільш ефективних рішень для фільтрації, обліку та первинної обробки сировини. Особливу увагу слід приділити порівнянню технічних характеристик, продуктивності, рівня автоматизації та енергоефективності обладнання різних виробників, а також оцінці його відповідності сучасним санітарно-гігієнічним вимогам і стандартам якості. Це дозволить обґрунтовано підібрати технічні засоби, що забезпечать підвищення надійності технологічного процесу та зниження втрат сировини.

У даному випадку слід зазначити, що на вітчизняному ринку відсутні спеціалізовані серійні виробники санітарних inline-фільтрів для молочної промисловості, які б повністю відповідали рівню автоматизації та гігієнічним вимогам сучасних технологічних ліній. Як правило, українські підприємства пропонують окремі елементи трубопровідної арматури або прості сітчасті фільтри, які за конструкцією та функціональністю поступаються сучасним промисловим системам очищення молока. У зв'язку з цим доцільним є використання закордонних рішень, які мають широку практику застосування в молочній галузі та відповідають міжнародним стандартам харчової безпеки.

Першим варіантом запропоновано санітарний трубний фільтр Alfa Laval LKIF (рис. 2.2), який призначений для видалення механічних домішок із потоку молока в умовах безперервного виробництва. «Конструкція обладнання передбачає перфорований фільтрувальний елемент, через який проходить продукт, а забруднення затримуються всередині корпусу» [14].



Рисунок 2.2 – Фільтр для молока Alfa Laval LKIF

Робота фільтра не потребує зупинки технологічного процесу, а очищення здійснюється шляхом демонтажу або зворотної промивки. Особливістю є висока гігієнічність виконання, мінімальний гідравлічний опір та можливість інтеграції в автоматизовані лінії приймання молока.

Додатково слід відзначити, що санітарний трубний фільтр Alfa Laval LKIF характеризується високою стабільністю роботи в умовах змінного навантаження, що є особливо важливим для ліній із продуктивністю 22 т за зміну. «Конструкція фільтра забезпечує рівномірний розподіл потоку молока та мінімізує ризик гідравлічних втрат, що позитивно впливає на роботу насосного обладнання» [14]. Завдяки використанню високоякісних матеріалів та можливості інтеграції у СІР-системи, даний фільтр забезпечує високий рівень санітарної безпеки та знижує витрати часу на обслуговування.

Ще одним варіантом закордонного виробництва є санітарний трубний фільтр GEA Inline Strainer (рис. 2.3), який використовується для первинного очищення молочної сировини на підприємствах харчової промисловості. «Принцип його роботи базується на проходженні молока через змінний сітчастий або перфорований елемент, що забезпечує затримання механічних частинок різного розміру. Конструкція характеризується високою пропускною здатністю, стійкістю

до перепадів тиску та можливістю роботи у безперервному режимі. До особливостей належать модульність виконання та зручність технічного обслуговування» [15].



Рисунок 2.3 – Санітарний трубний фільтр GEA Inline Strainer

Санітарний трубний фільтр GEA Inline Strainer додатково відзначається високою універсальністю застосування, оскільки може використовуватися як на етапі приймання молока, так і перед теплообмінним обладнанням.

Його конструкція дозволяє легко адаптувати ступінь фільтрації шляхом заміни сітчастих елементів, що дає можливість підлаштовувати обладнання під якість сировини. «Окремою перевагою є висока механічна міцність корпусу та тривалий термін експлуатації, що зменшує витрати на технічне обслуговування» [15].

Варіантом закордонного фільтра також є обладнання компанії SPX FLOW, яке застосовується для захисту технологічного обладнання від механічних домішок у молоці. «Очищення відбувається шляхом проходження продукту через змінні фільтрувальні елементи, розміщені в герметичному корпусі з нержавіючої сталі. Основними перевагами є висока надійність, простота обслуговування та можливість безперервної роботи у складі промислових ліній» [16].

Обладнання SPX FLOW додатково вирізняється високою ефективністю захисту технологічних вузлів від засмічення, що особливо актуально для насосів і теплообмінників у молочних лініях.



Рисунок 2.5 – Молочний фільтр SPX FLOW

Завдяки продуманій конструкції фільтрувальних елементів забезпечується стабільний потік продукту навіть при підвищеному вмісті домішок. «Важливою перевагою є простота демонтажу та заміни фільтрувальних вставок, що дозволяє мінімізувати простой обладнання під час обслуговування» [16].

Додатковим сучасним рішенням є фільтраційні системи Tetra Pak, які використовуються у приймальних і переробних відділеннях молочних підприємств для забезпечення високого рівня очищення сировини.



Рисунок 2.6 – Фільтр молока системи Tetra Pak

«Принцип роботи полягає у проходженні молока через санітарний фільтрувальний елемент у герметичному виконанні з можливістю автоматичного очищення та інтеграції в системи CIP-мийки. Особливістю є високий рівень

автоматизації, стабільність роботи та відповідність міжнародним стандартам якості, що робить дане обладнання доцільним для сучасних високонавантажених виробництв» [17].

Системи фільтрації Tetra Pak додатково забезпечують максимально високий рівень автоматизації процесу очищення молока, що дозволяє зменшити вплив людського фактору на якість продукції. Інтеграція з системами автоматичного миття забезпечує підтримання стабільного санітарного стану обладнання без необхідності ручного втручання. «Завдяки цьому підвищується загальна ефективність виробничої лінії, знижується ризик мікробіологічного забруднення та забезпечується стабільна якість готової продукції» [17].

Для обґрунтування вибору найбільш доцільного варіанта фільтрації молока на етапі приймання було проведено порівняльний аналіз розглянутих типів санітарних фільтрів. Оцінювання здійснювалося за основними техніко-економічними показниками, зокрема продуктивністю обладнання, рівнем автоматизації, надійністю роботи та орієнтовною вартістю. Результати порівняння наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Аналіз показників обладнання для встановлення

| Обладнання                 | Виробник   | Продуктивність  | Орієнтовна вартість, грн |
|----------------------------|------------|-----------------|--------------------------|
| LKIF Inline Strainer       | Alfa Laval | до 50–100 т/год | 450 000 – 900 000        |
| Inline Strainer            | GEA        | до 40–90 т/год  | 400 000 – 850 000        |
| Sanitary Strainer          | SPX FLOW   | до 30–80 т/год  | 300 000 – 700 000        |
| Sanitary Filtration System | Tetra Pak  | до 100+ т/год   | 900 000 – 1 500 000      |

За результатами проведеного порівняльного аналізу для впровадження у технологічну лінію приймання молока найбільш доцільним є санітарний трубний фільтр SPX FLOW. Дане обладнання забезпечує необхідний рівень очищення

молока від механічних домішок при стабільній роботі у безперервному режимі та відповідає вимогам технологічного процесу з продуктивністю 22 т за зміну.

Важливою перевагою обраного фільтра є оптимальне співвідношення вартості та технічних характеристик, а також простота обслуговування і висока надійність у промисловій експлуатації. Використання SPX FLOW дозволяє знизити ризики забруднення сировини на етапі приймання, підвищити стабільність роботи подальшого обладнання та забезпечити загальне покращення якості технологічного процесу.

#### Висновки по розділу.

У результаті розгляду технологічної схеми виробництва питного молока встановлено, що процес включає послідовні етапи приймання та оцінки якості сировини, первинного очищення, охолодження, зберігання, нормалізації, гомогенізації, пастеризації та подальшого охолодження і зберігання продукту.

Запропоновані заходи з удосконалення технологічної лінії передбачають модернізацію обладнання на етапі приймання шляхом впровадження сучасних санітарних фільтрів, що забезпечують більш ефективне очищення сировини та стабілізацію роботи системи в цілому. Впровадження таких рішень дозволяє підвищити надійність технологічного процесу, зменшити ризики забруднення, покращити якість готової продукції та забезпечити більш ефективне використання виробничих потужностей підприємства.

У результаті аналізу технологічної схеми виробництва питного молока запропоновано здійснити модернізацію етапу приймання сировини шляхом заміни застарілого сітчастого фільтра на сучасний санітарний трубний фільтр SPX FLOW. Дане обладнання забезпечує безперервне очищення молока від механічних домішок у потоці, має високу пропускну здатність, низький гідравлічний опір та можливість швидкого обслуговування без зупинки технологічного процесу. Його впровадження дозволяє підвищити стабільність роботи приймального вузла при продуктивності 22 т за зміну та зменшити ризик забруднення сировини на початковому етапі виробництва.

### 3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Технологічний розрахунок

Завданням передбачено, що на підприємство надходить 22 т молока за зміну з масовою часткою жиру 3,4 %. Уся сировина спрямовується на виробництво питного молока жирністю 2,5 %. «Нормалізацію здійснюють за допомогою сепаратора-нормалізатора з утворенням вершків жирністю 18 %» [18].

Для визначення співвідношення компонентів застосовують метод трикутника, який базується на рівності відношень мас до різниць жирності [18]:

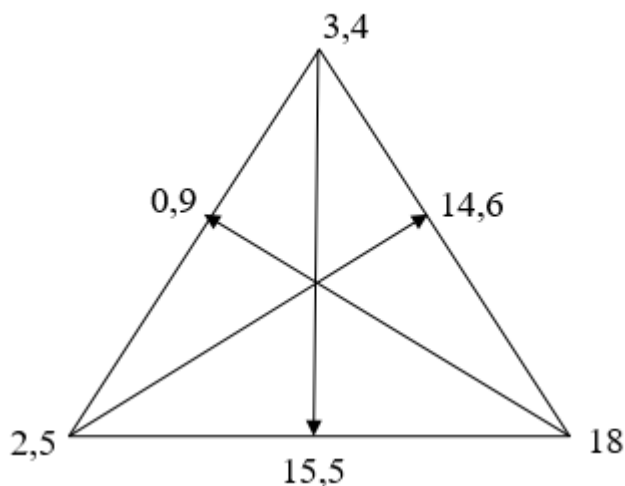


Рисунок 3.1 – Метод трикутника

$$\frac{M_{\text{норм.мол.}}}{18 - 3,4} = \frac{M_{\text{вих.мол.}}}{18 - 2,5} = \frac{M_{\text{верш.}}}{3,4 - 2,5}, \quad (3.1)$$

де  $M_{\text{норм.мол.}}$  – маса нормалізованого молока, кг;

$M_{\text{вих.мол.}}$  – маса вихідної сировини, кг;

$M_{\text{верш.}}$  – маса вершків, кг.

Масу нормалізованого молока визначають за формулою:

$$M_{\text{норм.мол.}} = \frac{M_{\text{вих.мол.}} \cdot (18 - 3,4)}{18 - 2,5}, \quad (3.2)$$

$$M_{\text{норм.мол.}} = \frac{22000 \cdot (18 - 3,4)}{18 - 2,5} = 20722,58 \text{ кг.}$$

«Масу вершків визначають за формулою:

$$M_{\text{верш.}} = \frac{M_{\text{вих.мол.}} \cdot (3,4 - 2,5)}{18 - 2,5}, \quad (3.3)$$

$$M_{\text{верш.}} = \frac{22000 \cdot (3,4 - 2,5)}{18 - 2,5} = 1277,42 \text{ кг.}$$

Отримані значення коригують з урахуванням технологічних втрат при сепаруванні. Для нормалізованого молока приймають втрати 0,4 %, для вершків – 0,07 %» [18].

$$M_{\text{норм.мол.}} = \frac{20722,58 \cdot (100 - 0,4)}{100} = 20639,69 \text{ кг.}$$

$$M_{\text{верш.}} = \frac{1277,42 \cdot (100 - 0,07)}{100} = 1276,52 \text{ кг.}$$

«Після нормалізації молоко піддається пастеризації та охолодженню, після чого направляється на фасування. Для пакування використовується тара типу Tetra Pak, норма витрат становить 1008,6 кг на 1 т продукції» [19].

Масу готового продукту визначають за формулою:

$$M_{\text{гот.мол.}} = \frac{M_{\text{норм.мол.}} \cdot 1000}{1008,6}, \quad (3.4)$$

$$M_{\text{гот.мол.}} = \frac{20639,69 \cdot 1000}{1008,6} = 20463,24 \text{ кг.}$$

Таким чином, із 22 т сировини отримують 20463,24 кг фасованого питного молока, що враховує втрати на всіх стадіях технологічного процесу.

### 3.2 Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання

До основного технологічного обладнання лінії виробництва питного молока слід віднести пластинчасті теплообмінні установки, сепаратор-молокоочисник, гомогенізатор, а також фільтраційне обладнання, що використовується на етапі приймання та первинної обробки сировини. «Застосування даних апаратів забезпечує послідовне виконання операцій очищення, нормалізації, теплової обробки та підготовки молока до фасування відповідно до вимог технологічного процесу» [12].

Пластинчасті теплообмінні установки є найбільш ефективними серед апаратів для нагрівання та охолодження молока, оскільки характеризуються високою інтенсивністю теплопередачі та значною продуктивністю при компактних розмірах. Вони не містять рухомих елементів, що беруть участь у теплообміні, а всі деталі, які контактують із продуктом, виготовлені з харчової нержавіючої сталі. Завдяки цьому забезпечується високий рівень гігієнічності та надійності роботи обладнання.

«У пластинчастих апаратах молоко рухається у вигляді тонкого шару товщиною 2 – 4 мм між пластинами з рифленою поверхнею. Така конструкція сприяє виникненню турбулентного режиму руху навіть за невеликої швидкості потоку 0,3 – 0,5 м/с, що забезпечує інтенсивне перемішування шарів продукту і підвищує ефективність теплообміну» [12, 13]. У результаті досягається швидке охолодження або нагрівання молока з рівномірним розподілом температури по всьому об'єму.

Пластинчасті теплообмінники використовуються як для охолодження сирого молока після приймання, так і для пастеризації та подальшого охолодження готового продукту. Їх застосування дозволяє здійснювати обробку молока у закритому потоці без контакту з навколишнім середовищем, що знижує ризик

вторинного забруднення. Крім того, «конструкція обладнання передбачає можливість проведення мийки в замкнутому циклі без розбирання, що підвищує ефективність санітарної обробки» [13].

Разом з тим, особливістю пластинчастих теплообмінників є наявність значної кількості ущільнювальних гумових прокладок складної форми, які потребують регулярного контролю та своєчасної заміни. «Основним елементом таких установок є теплообмінна пластина з нержавіючої сталі, форма та конфігурація якої визначаються конструктивними особливостями апарата» [12]. Залежно від потреб виробництва можуть застосовуватися одно- або багатосекційні установки, що забезпечують необхідні режими теплової обробки молока у відповідності до технологічних вимог.

«Пластини компонуються за допомогою затискних пристроїв на загальній рамі так, щоб їх було зручно розбирати і збирати під час огляду, очищення та зміни прокладок» [13].

Рекомендована тривалість ефективної роботи пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальної установки становить 5 – 6 годин.

Розрахуємо необхідну продуктивність установки:

$$P_{\text{роз.}} = \frac{22000}{5} = 4400 \text{ кг/год.}$$

Відповідно до отриманого значення обираємо пластинчасту пастеризаційно-охолоджувальну установку ООУ-М (рис. 3.2) продуктивністю 5000 кг/год. Дане обладнання забезпечує виконання процесів пастеризації та охолодження молока в безперервному потоці, має секційну конструкцію та відповідає вимогам сучасного виробництва.

Фактична тривалість роботи установки становитиме:

$$T_{\phi} = \frac{22000}{5000} = 4,4 \text{ год.}$$

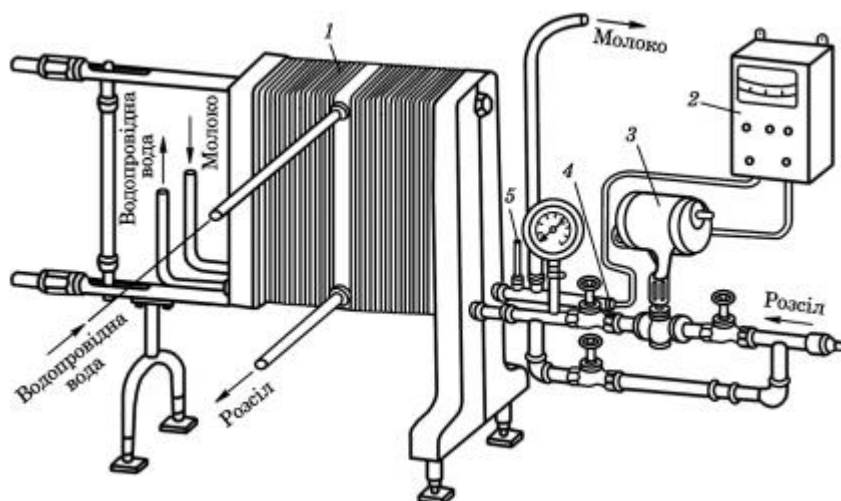


Рисунок 3.2 – Автоматизована пластинчаста установка для охолодження молока ООУ-М: 1 – пластинчастий охолоджувач; 2 – шафа управління; 3 – виконавчий механізм; 4 – термометр упору; 5 – ртутний термометр

Для забезпечення безперервності технологічного процесу доцільно підібрати сепаратор-молокоочисник аналогічної продуктивності, який здійснює очищення молока від механічних домішок та слизу. «Під дією відцентрової сили сторонні включення відокремлюються та накопичуються у спеціальному приймальному просторі, що забезпечує підвищення якості сировини перед подальшою обробкою» [13].

Відцентровий молокоочисник (рис. 3.3) являє собою різновид сепаратора, конструкція якого адаптована для ефективного видалення механічних домішок із молока. «Його барабан відрізняється збільшеним грязьовим простором, відсутністю розподільної тарілки та використанням суцільних тарілок без отворів. Робота апарата відбувається при швидкості обертання барабана 6000 – 8000 об/хв, що забезпечує створення значної відцентрової сили для розділення компонентів» [12].

Молоко надходить у барабан із поплавкової камери через центральну трубку, після чого через спеціальні канали потрапляє в грязьовий простір. Далі продукт розподіляється між тарілками та рухається у напрямку до центру барабана. «Очищене молоко відводиться через канали між тарілотримачем і краями тарілок

та виводиться у приймальний патрубок. Основний процес очищення відбувається спочатку в грязьовому просторі, а завершується у вузьких зазорах між тарілками» [13].

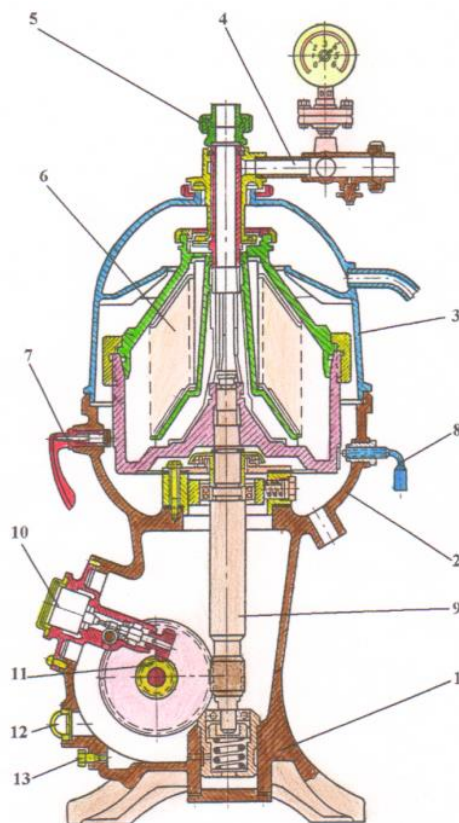


Рисунок 3.3 — Схема сепаратора молокоочисника: 1 – станина; 2 – чаша; 3 – кришка; 4 – приймально-відвійний пристрій; 5 – гайка-перехідник; 6 – барабан; 7 – гальмо; 8 – стопорний гвинт; 9 – вертикальний вал; 10 – тахометр; 11 – горизонтальний вал; 12 – оглядове скло; 13 – пробка

«Під дією відцентрової сили з молока видаляються не лише механічні домішки, а й слиз, згустки, клітинні елементи та інші небажані включення, що можуть потрапляти у сировину. Відокремлені частинки осідають у грязьовому просторі та утворюють так званий сепараторний осад» [12]. Одночасно з очищенням знижується рівень мікробіологічного забруднення, що позитивно впливає на якість сировини перед подальшою обробкою.

Ефективність процесу очищення значною мірою залежить від температури молока. «При обробці холодного молока з підвищеною в'язкістю швидкість

осадження частинок зменшується, що погіршує якість очищення. За високих температур 80 – 85 °С процес відокремлення прискорюється, однак частина домішок переходить у розчинений стан і не може бути видалена» [13]. Оптимальною температурою для відцентрового очищення вважається 35 – 45 °С, що забезпечує найкращий баланс між ефективністю процесу та якістю очищення молока.

Обчислимо тривалість процесу сепарування молока, що переробляється на питне молоко жирністю 2,5 %. «З урахуванням того, що вся сировина у кількості 22000 кг за зміну проходить через обладнання продуктивністю 5000 кг/год, визначимо фактичну тривалість обробки [19]:

$$T_{ф.мол.} = \frac{22000}{10000} = 2,2 \text{ год.}$$

У процесі нормалізації утворюються вершки жирністю 18 %, які необхідно охолодити для запобігання розвитку небажаної мікрофлори.

Нормалізоване молоко жирністю 2,5 % піддається гомогенізації з метою покращення консистенції, запобігання відстоюванню жиру та підвищення терміну зберігання готового продукту. Для цього застосовується гомогенізатор відповідної продуктивності.

Гомогенізатор А1-ОГМ (рис. 3.4) є одним із основних апаратів технологічної лінії виробництва питного молока, який забезпечує подрібнення жирових кульок і стабілізацію структури продукту.

Обладнання складається з електродвигуна, що через клинопасову передачу приводить у дію кривошипно-шатунний механізм, який, у свою чергу, забезпечує роботу плунжерного насоса та подачу молока під високим тиском до гомогенізуючої головки.

«Принцип роботи гомогенізатора полягає у продавлюванні молока через вузький зазор між клапаном і сідлом гомогенізуючої головки. Перед клапаном створюється тиск 20 – 25 МПа, тоді як після нього він різко знижується до значень,

близьких до атмосферного. Під дією цього перепаду тиску молоко проходить через щілину висотою 0,05 – 2 мм з великою швидкістю, що призводить до руйнування жирових кульок та утворення однорідної емульсії» [13].

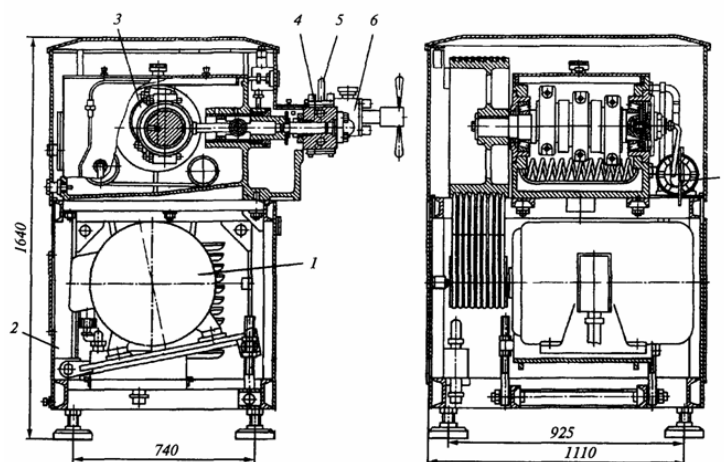


Рисунок 3.4 – Гомогенізатор А1-ОГМ: 1 – електродвигун; 2 – корпус; 3 – кривошипно-шатунний механізм; 4 – плунжерний блок; 5 – манометрична головка; 6 – гомогенізуюча головка; 7 – система змащення

У процесі роботи рідина, що подається насосом під тарілку клапана, створює силу, яка піднімає клапан, долаючи опір пружини. Утворений вузький прохід забезпечує інтенсивний гідродинамічний вплив на продукт, унаслідок чого відбувається диспергування жиру та покращення фізико-хімічних і органолептичних показників молока. «Застосування гомогенізації дозволяє запобігти відстоюванню жиру під час зберігання, підвищити стабільність продукту та покращити його засвоюваність» [12].

«Тривалість процесу гомогенізації визначається аналогічно:

$$T_{ф.гом.} = \frac{22000}{5000} = 4,4 \text{ год.}$$

Після гомогенізації та пастеризації молоко надходить у резервуар для зберігання, де підтримується необхідна температура. Із даної ємності продукт

насосом подається на фасування, що забезпечує безперервність технологічного процесу та стабільність якості готового питного молока» [19].

Відповідно до пропозиції щодо удосконалення технологічної схеми для забезпечення ефективного очищення молока на етапі приймання необхідно виконати розрахунок продуктивності обраного фільтра SPX FLOW з урахуванням його технічних характеристик.

Фільтри SPX FLOW відносяться до високопродуктивного обладнання та можуть працювати в діапазоні до 30000 – 80000 кг/год. З урахуванням цього приймаємо мінімальну робочу продуктивність фільтра 30000 кг/год, що значно перевищує розрахункову потребу та забезпечує стабільну роботу без перевантаження.

Фактична тривалість роботи фільтра становитиме:

$$T_{ф.гом.} = \frac{22000}{30000} = 0,73 \text{ год.}$$

Таким чином, використання фільтра SPX FLOW дозволяє здійснювати очищення всієї кількості молока за значно менший проміжок часу, що створює резерв продуктивності, підвищує надійність технологічного процесу та забезпечує можливість роботи з більшими обсягами сировини у разі необхідності.

Підсумки розрахунків вносимо до табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Технологічне обладнання удосконаленої технологічної лінії

| Найменування обладнання                 | Тип / марка | Продуктивність, кг/год | Фактична тривалість роботи  |
|-----------------------------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|
| Фільтр санітарний                       | SPX FLOW    | 30000                  | 0,73 год ( $\approx$ 44 хв) |
| Молокоочисник                           | Сепаратор   | 10000                  | 2,2 год                     |
| Пастеризаційно-охолоджувальна установка | ООУ-М       | 5000                   | 4,4 год                     |
| Гомогенізатор                           | A1-ОГМ      | 5000                   | 4,4 год                     |

Отже, в результаті проведених розрахунків прийнято основне технологічне обладнання, яке забезпечує переробку 22 т молока за зміну та узгоджену роботу всієї лінії. Для очищення сировини обрано високопродуктивний фільтр SPX FLOW із значним запасом по продуктивності, що гарантує ефективне видалення механічних домішок і стабільність процесу приймання. Як основне обладнання для теплової обробки використовується пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка ООУ-М продуктивністю 5000 кг/год, яка забезпечує необхідні режими пастеризації та охолодження молока.

Для проведення сепарації прийнято молокоочисник продуктивністю 10000 кг/год, що дозволяє швидко та якісно очищати сировину, а для гомогенізації – гомогенізатор продуктивністю 5000 кг/год, який забезпечує стабілізацію структури продукту. Обране обладнання відповідає вимогам технологічного процесу, забезпечує безперервність виробництва та ефективне використання сировини, а також створює резерв продуктивності для можливого збільшення обсягів переробки.

### 3.3 Розрахунок площ та компоновання обладнання основних виробничих приміщень

«Під час компоновання машин і апаратів на молокопереробних підприємствах необхідно забезпечити максимально прямолінійний і найкоротший шлях переміщення молока та продуктів його переробки, а також створити зручні умови для обслуговування обладнання» [20]. Розміщення технологічних установок повинно здійснюватися таким чином, щоб у виробничому приміщенні залишалися достатні проходи по довжині та ширині, а також передбачалися спеціальні зони для їх обслуговування і вільного доступу.

«Ширина основних проходів у виробничому цеху має становити не менше 2,5 – 3 м, відстань між виступаючими частинами обладнання повинна бути в межах 0,8 – 1,0 м, а в зонах без постійного переміщення персоналу допускається зменшення до 0,5 м. При розташуванні машин одна навпроти одної мінімальна

відстань між ними повинна становити не менше 1,5 м. У випадку використання внутрішнього транспорту, зокрема електрокарів, для перевезення тари та готової продукції необхідно передбачити проїзди шириною 2,5 – 3,5 м для забезпечення можливості маневрування» [20].

Розміщення обладнання визначається напрямком технологічного процесу, при цьому машини та апарати доцільно об'єднувати в єдину виробничу лінію. Водночас їх розташування не обов'язково повинно бути строго по одній осі, допускається компонування з поворотом під прямим кутом. «Для забезпечення самопливу продукту раціонально використовувати багаторівневе розміщення обладнання із застосуванням антресолей висотою близько 2 м та міжповерхових перекриттів» [20]. При цьому на кожному рівні необхідно передбачити зручні обслуговуючі площадки, сходи, огороження та інші елементи безпеки, причому ширина таких площадок повинна бути не меншою за 1,0 м.

Розрахунок розпочинаємо з визначення кількості автоцистерн, що забезпечують доставку молока на підприємство протягом години. «З урахуванням змінного обсягу переробки 22000 кг та середньої місткості однієї автоцистерни 8000 кг, отримаємо» [20]:

$$N_{\text{автоц.}} = \frac{22000}{8000} = 2,75 \approx 3,0 \text{ машини.}$$

Далі визначаємо загальний час приймання сировини з урахуванням тривалості розвантаження, допоміжних операцій та санітарної обробки транспорту. «Приймаємо відповідно 35 хв, 5 хв і 14 хв» [20]. Тоді:

$$T_{\text{заг.}} = 3 \cdot (35 + 5 + 14) = 162 \text{ хв.}$$

Для забезпечення безперервної роботи визначаємо кількість приймальних постів:

$$П = \frac{162}{60} = 2,7 \approx 3,0 \text{ пости.}$$

Отже, доцільно передбачити 3 пости приймання молока. Площа приймального відділення з урахуванням того, що один пост займає 72 м<sup>2</sup>, становитиме:

$$F_{п.м.} = 3 \cdot 72 = 216 \text{ м}^2.$$

«У приймальному відділенні розміщуються вузли обліку та фільтрації молока, тоді як частина великогабаритного обладнання може встановлюватися поза межами будівлі» [6, 20]. З урахуванням цього площа приміщення для основного обладнання становить:

$$F_{осн.обл.} = 4 \cdot 5,28 = 21,12 \text{ м}^2.$$

«Апаратне відділення призначене для виконання основних технологічних операцій, зокрема очищення, нормалізації, гомогенізації, пастеризації та охолодження молока» [6, 20]. У ньому розміщується основне обладнання, включаючи молокоочисник, гомогенізатор та пастеризаційно-охолоджувальну установку ООУ-М. Площа відділення визначається з урахуванням коефіцієнта запасу для проходів і обслуговування:

$$F_{ан.} = 4 \cdot 72,04 + 15 + 18 = 321,16 \text{ м}^2.$$

Фасувальне відділення призначене для розливу та пакування готового питного молока. У ньому встановлюються фасувальні лінії для різних видів тари, зокрема Тетра-Пак, поліетиленових пакетів та полістиролових стаканів. Подача

продукту здійснюється насосами з резервуарів. Площа цього відділення визначається з урахуванням коефіцієнта 4:

$$F_{\text{фас.}} = 4 \cdot 13,76 = 55,04 \text{ м}^2.$$

На основі проведених розрахунків визначено необхідні площі основних виробничих відділень, що забезпечують реалізацію технологічного процесу виробництва питного молока. При цьому враховано особливості розміщення обладнання, потребу в організації проходів для обслуговування та транспортування, а також вимоги до безперервності виробництва. Узагальнені результати розрахунків наведено в таблиці.

Таблиця 3.2 – Розрахунок площ виробничих відділень

| Найменування відділення            | Площа, м <sup>2</sup> |
|------------------------------------|-----------------------|
| Приймальне відділення (пости)      | 216                   |
| Приймальне відділення (обладнання) | 21,12                 |
| Апаратне відділення                | 321,16                |
| Фасувальне відділення              | 55,04                 |
| Загальна площа                     | 613,32                |

Отримані результати свідчать про те, що найбільшу частку площі займає апаратне відділення, що обумовлено розміщенням основного технологічного обладнання та необхідністю забезпечення зручного доступу до нього.

Приймальне та фасувальне відділення мають меншу площу, однак також відіграють важливу роль у забезпеченні безперервності виробничого процесу та якості готової продукції.

Загальна площа виробничих приміщень відповідає прийнятій продуктивності підприємства та дозволяє ефективно організувати технологічний процес.

Висновки по розділу.

У розділі виконано технологічний розрахунок виробництва питного молока з переробкою 22 т молока за зміну. Проведені розрахунки дозволили встановити співвідношення між основними та супутніми продуктами, а також обґрунтувати вихід готового питного молока з урахуванням технологічних втрат на кожному етапі переробки.

Також виконано розрахунок та обґрунтування необхідної кількості технологічного обладнання для забезпечення заданої продуктивності лінії. Підібрано фільтр SPX FLOW, сепаратор-молокоочисник, гомогенізатор А1-ОГМ та пластинчасту пастеризаційно-охолоджувальну установку ООУ-М з урахуванням їх реальних продуктивних характеристик. Визначено фактичну тривалість роботи кожного елемента обладнання, що забезпечило узгодження всіх стадій технологічного процесу в єдиній виробничій системі. Обране обладнання має достатній резерв продуктивності та гарантує стабільність процесів очищення, теплової обробки та гомогенізації.

Проведено розрахунок площ основних виробничих приміщень та здійснено компонування технологічного обладнання відповідно до послідовності виробничого процесу. Визначено площі приймального, апаратного та фасувального відділень, сумарна площа яких становить 613,32 м<sup>2</sup>. Встановлено, що найбільшу частку займає апаратне відділення, що обумовлено концентрацією основного технологічного обладнання та необхідністю забезпечення зручності його обслуговування. Раціональне планування приміщень забезпечує прямолінійність руху сировини, скорочення внутрішньоцехових переміщень та підвищення ефективності виробничого процесу.

#### 4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР

«Впровадження системи НАССР (аналіз небезпечних факторів і контроль у критичних точках) у виробництві питного молока є ключовим елементом забезпечення безпечності харчової продукції та відповідності сучасним вимогам харчового законодавства. Дана система базується на превентивному підході, що передбачає не лише контроль готового продукту, а й управління всіма етапами технологічного процесу, де можуть виникати потенційні ризики для споживача» [21].

У технології виробництва питного молока система НАССР охоплює весь виробничий цикл – від приймання сировини до фасування готового продукту. «На етапі приймання молока здійснюється контроль фізико-хімічних та мікробіологічних показників, а також перевірка температури та чистоти сировини» [21]. Саме цей етап є критично важливим, оскільки первинна якість молока визначає подальшу безпечність продукції.

«Під час первинної обробки, очищення та сепарування контролюються ризики механічного та мікробіологічного забруднення» [21]. Використання сучасного фільтраційного обладнання та сепараторів дозволяє знизити рівень домішок і забезпечити стабільність сировини. «Додатково контролюється температурний режим, оскільки його порушення може сприяти розвитку небажаної мікрофлори» [21].

На етапах гомогенізації та пастеризації ключовими критичними точками є параметри тиску та температури. «Пастеризація забезпечує знищення патогенної мікрофлори, а гомогенізація покращує стабільність продукту. Усі параметри процесу повинні підлягати постійному моніторингу та автоматичному контролю» [21].

Важливим етапом є також фасування та зберігання, де основними ризиками є вторинне забруднення та порушення температурного режиму. «Для їх мінімізації застосовуються герметичні системи, автоматизовані фасувальні лінії та контроль санітарного стану обладнання» [21].

Повний аналіз небезпечних факторів при виробництві молока питного наведено нижче в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Потенційно небезпечні чинники на технологічних етапах лінії з виробництва молока питного

| Операція у складі процесу        | Небезпечний чинник та його джерело                                                        | Заходи контролю                                                                                         |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Приймання молока                 | Механічні домішки, підвищена бактеріальна забрудненість, залишки антибіотиків             | Вхідний лабораторний контроль, перевірка температури та якості, фільтрація через фільтр SPX FLOW        |
| Первинне очищення та сепарування | Наявність механічних часток, слизу, згустків, підвищена мікробіологічна забрудненість     | Контроль роботи сепаратора-молокоочисника, видалення сепараторного осаду, контроль температури 35–45 °C |
| Пастеризація та гомогенізація    | Недостатня теплова обробка, виживання патогенної мікрофлори, нерівномірність жирової фази | Контроль температури $76 \pm 2$ °C, тиску 20–25 МПа, автоматичний моніторинг параметрів процесу         |
| Фасування та зберігання          | Вторинне мікробіологічне забруднення, порушення санітарних умов                           | Санітарна обробка обладнання, використання герметичних систем, контроль температури зберігання          |

Наступним етапом є ідентифікація критичних контрольних точок (ККТ) у технологічному процесі виробництва питного молока. «Критичні контрольні точки визначаються як стадії технологічного процесу, на яких можливе запобігання, усунення або зниження небезпечного чинника до допустимого рівня. Виділення таких етапів здійснюється на основі аналізу ризиків і дозволяє забезпечити ефективний контроль безпечності та якості готової продукції» [21]. У межах розглянутої технологічної схеми переробки молока такі точки відіграють ключову

роль у гарантуванні стабільності виробничого процесу. Результати ідентифікації та характеристика критичних контрольних точок наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Виявлення критичних контрольних точок при виробництві молока питного

| Операція у складі процесу        | Питання 1 | Питання 2 | Питання 3 | Питання 4 | Чи є ККТ? |
|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Приймання молока                 | Так       | Так       | Так       | Ні        | Так       |
| Первинне очищення та сепарування | Так       | Так       | Ні        | Ні        | Так       |
| Пастеризація та гомогенізація    | Так       | Так       | Так       | Так       | Так       |
| Фасування та зберігання          | Так       | Так       | Ні        | Так       | Так       |

Як видно з табл. 4.2, критичними контрольними точками у технологічному процесі виробництва питного молока є етапи приймання сировини, первинного очищення та сепарування, пастеризації з гомогенізацією, а також фасування і зберігання готової продукції, оскільки саме на цих стадіях існує найвищий ризик виникнення небезпечних факторів мікробіологічного, фізичного та хімічного походження. «На етапі приймання особливо важливим є контроль якості молока, оскільки разом із сировиною можуть надходити механічні домішки, залишки антибіотиків та підвищена бактеріальна забрудненість, що безпосередньо впливає на безпечність подальшого виробництва» [21].

Етапи очищення та сепарування є критичними через можливість неповного видалення сторонніх включень і мікроорганізмів, що потребує постійного контролю роботи обладнання та дотримання оптимальних температурних режимів. «Пастеризація та гомогенізація виступають ключовими технологічними стадіями, на яких забезпечується знищення патогенної мікрофлори та стабілізація структури продукту, тому відхилення параметрів тиску і температури є неприпустимими» [21].

На завершальному етапі фасування та зберігання основним ризиком є вторинне забруднення продукції, тому необхідно суворо дотримуватися санітарних вимог та контролювати умови зберігання готового молока.

На наступному етапі визначаються критичні межі для встановлених критичних контрольних точок у технологічному процесі виробництва питного молока відповідно до третього принципу системи НАССР (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Граничні межі критичних контрольних точок

| Критичні контрольні точки (ККТ)  | Біологічні | Хімічні | Фізичні | Характеристики небезпечних чинників                                           | Граничне значення ККТ                                                                                                                 |
|----------------------------------|------------|---------|---------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Приймання молока                 | +          | +       | +       | Підвищена бактеріальна забрудненість, залишки антибіотиків, механічні домішки | Температура молока $\leq 6^{\circ}\text{C}$ ; кислотність у межах норми; відсутність сторонніх домішок; антибіотики – не допускаються |
| Первинне очищення та сепарування | +          | –       | +       | Слиз, згустки білка, механічні та колоїдні домішки                            | Ефективне видалення домішок згідно технологічного регламенту; температура $35\text{--}45^{\circ}\text{C}$                             |
| Пастеризація та гомогенізація    | +          | –       | –       | Патогенна мікрофлора, нерівномірність жирової фази                            | Температура пастеризації $76 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; тиск гомогенізації $20\text{--}25\text{ МПа}$ ; витримка за режимом             |
| Фасування та зберігання          | +          | –       | +       | Вторинне мікробіологічне забруднення, порушення санітарії, сторонні включення | Санітарна чистота обладнання; герметичність тари; температура зберігання $2\text{--}6^{\circ}\text{C}$                                |

Таким чином, впровадження системи НАССР у технологію виробництва питного молока дозволяє забезпечити стабільну якість продукції, мінімізувати ризики на всіх етапах виробництва та підвищити рівень довіри споживачів до готової продукції.

Висновки по розділу.

У розділі розглянуто впровадження системи НАССР у технологічний процес виробництва питного молока, що дозволило системно ідентифікувати небезпечні фактори на всіх етапах переробки сировини. Встановлено, що основні ризики мають біологічний, хімічний та фізичний характер і можуть виникати вже на стадії приймання молока, а також зберігатися або посилюватися під час подальших технологічних операцій. Запровадження принципів НАССР забезпечує превентивний підхід до управління безпечністю продукції замість виключно кінцевого контролю.

На основі аналізу технологічної схеми визначено критичні контрольні точки, до яких віднесено приймання молока, первинне очищення та сепарування, пастеризацію з гомогенізацією, а також фасування і зберігання готової продукції. Для кожної ККТ встановлено критичні межі, що включають температурні режими, тиск, вимоги до санітарного стану обладнання та якісні показники сировини. Дотримання цих параметрів є обов'язковою умовою забезпечення стабільної якості та безпечності готового продукту.

Впровадження системи НАССР у виробництво питного молока дозволяє мінімізувати ризики виникнення небезпечних факторів, підвищити керованість технологічного процесу та забезпечити відповідність продукції сучасним вимогам харчової безпеки. Крім того, система сприяє підвищенню довіри споживачів, покращенню конкурентоспроможності підприємства та створенню умов для стабільного функціонування виробництва.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 5.1 Розробка карти охорони праці

«Служба охорони праці створюється на підприємствах, установах та організаціях незалежно від форми власності та виду діяльності з метою реалізації комплексу правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням та аварійним ситуаціям у процесі трудової діяльності» [22]. Її функціонування є обов'язковою складовою системи управління підприємством і спрямоване на забезпечення безпечних та здорових умов праці для всіх працівників.

Оскільки на ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» чисельність працівників перевищує встановлений законодавством поріг, відповідно до Закону України «Про охорону праці» на підприємстві створюється окрема служба охорони праці. Вона забезпечує організацію та контроль виконання заходів з охорони праці у виробничих підрозділах, а також координує діяльність щодо профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань.

«Управління системою охорони праці здійснюється відповідальною посадовою особою, як правило інженером з охорони праці, або іншими призначеними наказом керівника працівниками, які контролюють дотримання вимог безпеки на всіх рівнях виробництва» [22].

«Система охорони праці на підприємстві базується на чинних нормативно-правових актах, колективному договорі, внутрішніх наказах керівництва та затверджених інструкціях з охорони праці для кожного виду робіт» [22]. Дія цих документів поширюється на всіх працівників без винятку та є обов'язковою до виконання.

Важливим елементом системи є регулярне навчання персоналу з питань охорони праці, яке проводиться не рідше одного разу на рік з обов'язковою перевіркою знань спеціально створеною комісією. «Результати навчання та

інструктажів фіксуються у встановленій документації, що забезпечує контроль рівня підготовки працівників і дотримання вимог безпеки на виробництві» [22].

Під час технологічного процесу виробництва питного молока визначено наявність комплексу шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть впливати на безпеку працівників.

«До основних із них належать вплив шуму та вібрації від роботи технологічного обладнання, ураження електричним струмом у разі порушення ізоляції або несправності електроустановок, механічні травми, що можуть виникати при контакті з рухомими частинами машин, а також падіння на слизьких поверхнях або з висоти» [22]. Окремо слід виділити термічні ризики, пов'язані з експлуатацією обладнання для теплової обробки молока, а також вплив пари та підвищеної вологості у виробничих приміщеннях.

«Основними джерелами шуму та вібрації у цеху є насосне обладнання, сепаратори, гомогенізатори, мішалки резервуарів та фасувальні автомати. Для зниження їх негативного впливу передбачаються технічні та організаційні заходи, зокрема зменшення шуму безпосередньо в джерелі його виникнення, а також застосування засобів індивідуального захисту» [22]. Як індивідуальний захист рекомендується використання навушників або берушів, що дозволяють знизити рівень шуму до безпечних значень і зменшити навантаження на органи слуху працівників.

Освітлення виробничих приміщень організовується відповідно до вимог нормативного документа ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення». «У цеху виробництва питного молока, де виконується робота середньої точності (IV розряд зорової роботи), мінімальний рівень освітленості становить 150 лк. У вечірній та нічний час для забезпечення штучного освітлення застосовуються люмінесцентні лампи ЛД-40, які забезпечують необхідні умови для безпечного виконання технологічних операцій» [22]. У денний час використовується природне одностороннє бічне освітлення. Додатково передбачено аварійне освітлення, яке забезпечує безпечну евакуацію персоналу та продовження мінімально необхідних виробничих операцій у разі відключення основного електропостачання.

З урахуванням особливостей технологічного процесу виробництва питного молока та виявлених шкідливих і небезпечних виробничих факторів розроблено картку охорони праці для основних виробничих ділянок. «Вона систематизує потенційні ризики, що виникають під час експлуатації технологічного обладнання, та визначає основні вимоги щодо безпечної організації робочих місць» [22]. Запропонована картка зможе стати складовою системи управління охороною праці на підприємстві та використовується для попередження виробничого травматизму і забезпечення безпечних умов праці персоналу.

Розроблена картка охорони праці для працівників цеху з виробництва молока питного наведена на рис. 5.1.

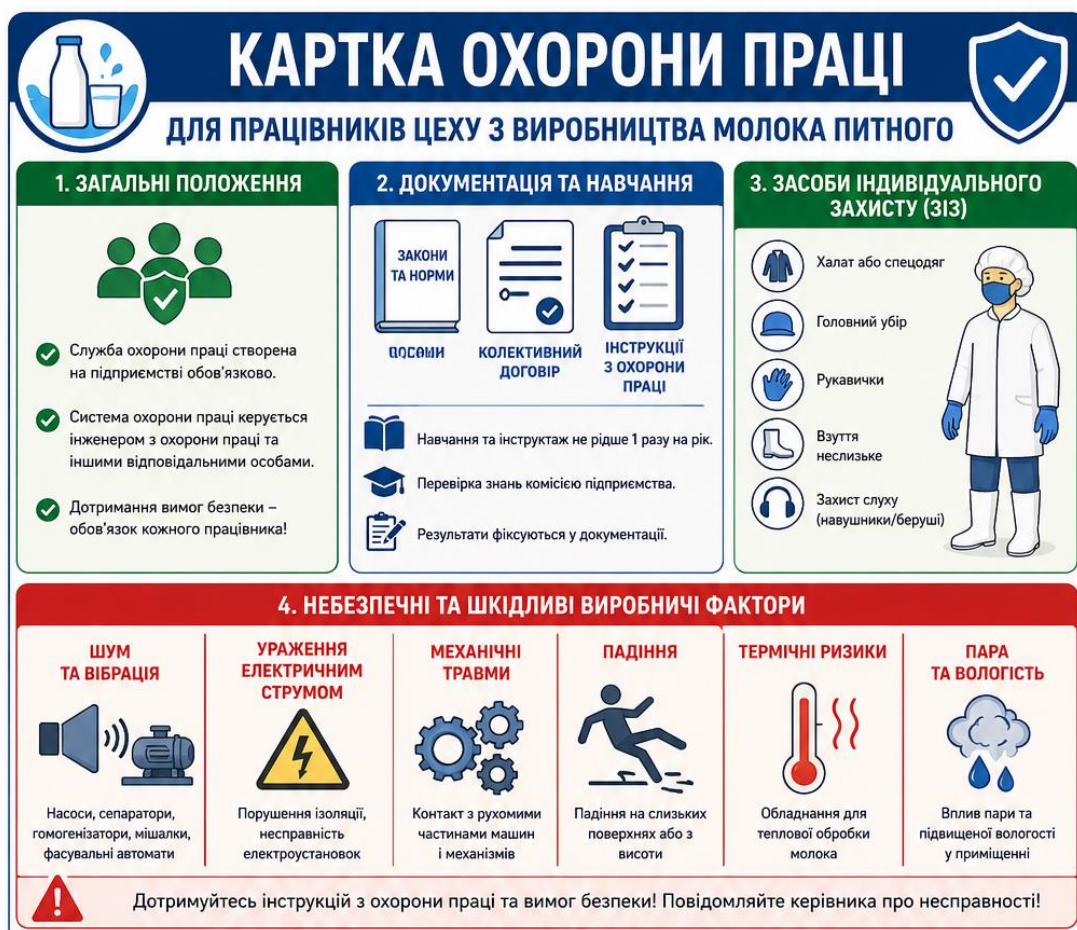


Рисунок 5.1 – Картка охорона праці

Розроблена картка охорони праці для виробництва питного молока узагальнює основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для технологічного процесу, а також визначає комплекс заходів щодо їх попередження

та мінімізації. Вона дозволяє систематизувати вимоги безпеки на основних етапах виробництва та забезпечує єдиний підхід до організації безпечних умов праці на підприємстві.

«Впровадження розробленої картки сприяє підвищенню рівня виробничої безпеки, зниженню ризику травматизму та професійних захворювань, а також покращенню загальної організації праці персоналу» [22]. Її використання є важливим елементом системи охорони праці та забезпечує контроль за дотриманням встановлених вимог на всіх ділянках технологічного процесу.

## 5.2 Утилізація відходів молочного виробництва

Загальний аналіз стосовно утворення відходів при виробництві молока питного дозволив відобразити основні аспекти утилізації цих відходів на схемі (рис. 5.2)



Рисунок 5.2 – Загальна схема поводження з відходами молочного виробництва

«Стічні води молокопереробного підприємства, а також відходи, що утворюються в процесі їх очищення, становлять потенційне джерело забруднення навколишнього природного середовища» [23]. Їх особливістю є високий вміст органічних речовин, які легко піддаються біологічному розкладу, зокрема залишків молочного жиру, білкових сполук та лактози. Саме ці компоненти формують підвищене біохімічне навантаження на систему водовідведення та очисні споруди, що потребує обов'язкового попереднього очищення стічних вод перед їх скиданням або повторним використанням у виробничому циклі.

Крім органічної складової, стічні води містять значну кількість неорганічних домішок, які надходять переважно внаслідок використання мийних та дезінфекційних засобів. «До них належать лужні сполуки, силікати, поліфосфати, гіпохлорит натрію та інші галоїдні сполуки, що застосовуються для санітарної обробки обладнання. Додатково можуть фіксуватися сліди поверхнево-активних речовин, а також незначні концентрації важких металів, таких як залізо, цинк і мідь» [23]. Сукупність цих компонентів ускладнює процес очищення та потребує багатоступневих технологічних рішень, що забезпечують дотримання екологічних нормативів.

У процесі функціонування підприємства утворюються також технологічні відходи, які затримуються на механічних елементах очищення, зокрема решітках та фільтрах. «Орієнтовна маса таких відходів становить близько 3,2 кг/добу, при цьому вони характеризуються високою вологістю (до 80%), зольністю близько 7% та густиною приблизно 750 кг/м<sup>3</sup>» [24]. У результаті очищення утворюються різні потоки стічних вод, зокрема промивні води від фільтрувальних установок, періодично скидувані потоки з фільтрів, а також осади з відстійників. «Загальний обсяг утворених рідких відходів може досягати 3,1 м<sup>3</sup>/добу, що потребує їх подальшого збору та обробки» [24].

«Подальша обробка передбачає спрямування суміші відходів до накопичувачів-ущільнювачів, де відбувається зменшення їх об'єму до приблизно 0,3 м<sup>3</sup>/добу при підвищенні концентрації сухих речовин» [23]. Отриманий ущільнений осад періодично видаляється з використанням спеціалізованого

транспорту та направляється на об'єкти утилізації або використання як органічне навантаження у відповідних господарствах. Такий підхід дозволяє суттєво зменшити навантаження на очисні споруди та оптимізувати витрати на поводження з відходами.

«З метою мінімізації впливу підприємства на навколишнє середовище передбачається впровадження комплексу природоохоронних заходів. До них належить удосконалення системи збору та тимчасового зберігання відходів, забезпечення їх своєчасної передачі спеціалізованим організаціям відповідно до укладених договорів, регулярне прибирання та санітарна обробка виробничих територій» [24]. Окрему увагу приділено організаційним заходам, зокрема інструктажам персоналу щодо дотримання екологічних вимог і відповідального поводження з відходами, а також контролю за місцями їх тимчасового накопичення.

«Додатково передбачається впровадження та вдосконалення фізико-хімічних методів очищення стічних вод, зокрема застосування процесів електролізу, контактного витримування очищеної води та модернізації систем знезараження» [23]. Реалізація зазначених заходів дозволяє знизити концентрацію забруднюючих речовин у стічних водах до нормативних значень, забезпечити відповідність вимогам щодо гранично допустимих скидів та мінімізувати негативний вплив виробництва на водні об'єкти та екосистеми в цілому.

#### Висновки по розділу.

У розділі розглянуто питання розробки карти охорони праці для виробництва питного молока, що дозволило систематизувати основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для технологічного процесу. Визначено потенційні ризики, пов'язані з експлуатацією обладнання, впливом шуму та вібрації, електробезпекою, термічними факторами та умовами виробничого середовища. Розроблена карта охорони праці забезпечує комплексний підхід до організації безпечних умов праці та є важливим елементом системи управління охороною праці на підприємстві.

Також у розділі розглянуто питання утилізації відходів молочного виробництва та впливу стічних вод на навколишнє природне середовище. Встановлено, що основними забруднювачами є органічні залишки молочної сировини, а також мийні та дезінфекційні засоби, які потребують ефективного очищення перед скиданням. Запропоновано комплекс заходів, спрямованих на зменшення обсягів утворення відходів, удосконалення систем очищення та забезпечення екологічної безпеки виробництва, що дозволяє мінімізувати негативний вплив підприємства на довкілля.

## 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Для обґрунтування економічної ефективності проєкту приймаємо продуктивність лінії 22 т/зміну при тривалості роботи 300 днів на рік. Річний обсяг переробки становить:

$$Q_{річ} = 22000 \cdot 300 = 6600000 = 6600 \text{ т/рік} \quad (6.1)$$

«Середню відпускну ціну питного молока приймаємо на рівні 18 грн/кг, тоді річна виручка підприємства становитиме:

$$Ц_{від} = 6600000 \cdot 18 = 118,8 \text{ млн. грн.} \quad (6.2)$$

Собівартість 1 кг продукції приймаємо 16,5 грн, тоді загальні річні витрати:

$$C = 6600000 \cdot 16,5 = 108,9 \text{ млн. грн.} \quad (6.3)$$

Річний прибуток до удосконалення лінії» [25]:

$$П_1 = 118,8 - 108,9 = 9,9 \text{ млн. грн.} \quad (6.4)$$

«Витрати на електроенергію визначимо виходячи із сумарної встановленої потужності обладнання 60 кВт та тривалості роботи 5 год/зміну:

$$E = 60 \cdot 5 \cdot 300 = 90000 \text{ кВт·год/рік.} \quad (6.5)$$

$$C_e = 90000 \cdot 8,42 = 757800 \text{ грн/рік.} \quad (6.6)$$

Витрати на оплату праці приймаємо на рівні 12% від собівартості:

$$C_{zn} = 108,9 \cdot 0,12 = 13,068 \text{ млн. грн.} \quad (6.7)$$

Амортизаційні відрахування становлять орієнтовно 8% від вартості основних фондів. При вартості технологічного обладнання 12 000 000 грн» [25]:

$$C_a = 12000000 \cdot 0,08 = 960000 \text{ грн.} \quad (6.8)$$

Вартість впровадження фільтра SPX FLOW разом із монтажем становить 900000 грн. Завдяки його встановленню очікується зменшення втрат сировини та покращення якості очищення, що дає економію на рівні 1,2% від собівартості:

$$E_o = 108900000 \cdot 0,012 = 1306800 \text{ грн/рік.} \quad (6.9)$$

Річний прибуток після впровадження:

$$П_2 = 9900000 + 1306800 = 11206800 \text{ грн.} \quad (6.10)$$

Рентабельність виробництва після модернізації:

$$R = \frac{11206800}{108900000} \cdot 100 = 10,3 \%. \quad (6.11)$$

Термін окупності інвестицій:

$$R = \frac{900000}{1306800} = 0,69 \text{ року.} \quad (6.12)$$

Для наочного представлення результатів техніко-економічного обґрунтування доцільно звести основні розрахункові показники у порівняльну таблицю. Це дозволяє оцінити ефективність впровадження сучасного фільтра в

технологічну лінію, визначити зміни ключових економічних параметрів та обґрунтувати доцільність інвестицій (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Результати розрахунку показників

| Показник                       | До удосконалення | Після удосконалення |
|--------------------------------|------------------|---------------------|
| Річний обсяг виробництва, т    | 6600             | 6600                |
| Виручка, грн                   | 118 800 000      | 118 800 000         |
| Собівартість, грн              | 108 900 000      | 107 593 200         |
| Витрати на електроенергію, грн | 757 800          | 757 800             |
| Прибуток, грн                  | 9 900 000        | 11 206 800          |
| Приріст прибутку, грн          | –                | 1 306 800           |
| Рентабельність, %              | 9,1              | 10,3                |
| Капітальні вкладення, грн      | –                | 900 000             |
| Термін окупності, років        | –                | 0,69                |

Після аналізу отриманих даних можна зробити висновок, що модернізація технологічної схеми за рахунок встановлення фільтра забезпечує зниження собівартості продукції та суттєве зростання прибутку підприємства. При цьому рентабельність виробництва підвищується, а вкладені кошти окуповуються менш ніж за один рік, що свідчить про високу економічну ефективність запропонованого заходу та доцільність його впровадження у виробничий процес.

Отже, впровадження сучасного фільтра SPX FLOW у технологічну схему забезпечує підвищення економічної ефективності виробництва, дозволяє знизити втрати сировини, покращити якість продукції та забезпечує швидку окупність інвестицій менше ніж за один рік, що підтверджує доцільність удосконалення.

Висновки по розділу.

У результаті виконаного техніко-економічного обґрунтування встановлено, що при продуктивності лінії 22 т/зміну та річному обсязі виробництва 6600 т

підприємство забезпечує виручку на рівні 118,8 млн грн при собівартості 108,9 млн грн. Базовий прибуток становить 9,9 млн грн, а рівень рентабельності – 9,1 %. Витрати на електроенергію при споживанні 90 000 кВт·год/рік і тарифі 8,42 грн/кВт·год складають 757,8 тис. грн, що є відносно невеликою часткою у структурі загальних витрат, але враховується при формуванні собівартості продукції.

Впровадження сучасного фільтра SPX FLOW вартістю 900 тис. грн дозволяє знизити втрати сировини та підвищити ефективність очищення, що забезпечує економічний ефект у розмірі 1 306 800 грн/рік. У результаті прибуток підприємства зростає до 11 206 800 грн, а рентабельність підвищується до 10,3 %. Термін окупності інвестицій становить лише 0,69 року, що свідчить про високу ефективність вкладень. Таким чином, запропонований захід є економічно доцільним, забезпечує швидке повернення інвестицій і сприяє підвищенню загальної ефективності функціонування підприємства.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У першому розділі наведено характеристику підприємства та сировинної бази, а також проаналізовано сучасний стан ринку молока в Україні, що дозволило обґрунтувати доцільність виробництва питного молока та визначити основні тенденції розвитку галузі. Встановлено, що відбувається скорочення виробництва в господарствах населення та зростання ролі сільськогосподарських підприємств, що формує передумови для модернізації переробних потужностей.

У другому розділі детально проаналізовано діючу технологічну схему виробництва питного молока та встановлено, що її слабким місцем є етап приймання і первинної обробки сировини, зокрема недостатня ефективність фільтрації молока. Це може призводити до потрапляння механічних домішок у подальші стадії переробки, зниження якості продукції та підвищення навантаження на наступне обладнання. У зв'язку з цим обґрунтовано необхідність модернізації даної ділянки технологічного процесу.

Як основний напрям удосконалення запропоновано впровадження сучасного фільтра SPX FLOW, який забезпечує більш ефективне очищення молока від механічних домішок, зниження втрат сировини та стабілізацію якості продукції. Використання даного обладнання дозволяє підвищити надійність роботи всієї технологічної лінії, зменшити витрати на подальше очищення та обслуговування, а також створює передумови для підвищення економічної ефективності виробництва.

У третьому розділі виконано детальний технологічний розрахунок виробництва питного молока при продуктивності 22 т/зміну, що відповідає 6600 т/рік. Визначено матеріальні потоки сировини, обґрунтовано вибір технологічного обладнання та розраховано його необхідну кількість з урахуванням ефективного фонду часу роботи. Зокрема, встановлено розрахункову продуктивність основного обладнання на рівні близько 4400–5000 кг/год, що забезпечує виконання технологічних операцій у межах 4–5 годин роботи за зміну. Проведено підбір

ключових одиниць обладнання, таких як фільтр, сепаратор-молокоочисник та гомогенізатор, із забезпеченням їх узгодженої роботи в єдиній технологічній лінії.

Крім того, у розділі здійснено розрахунок площ основних виробничих приміщень та обґрунтовано раціональне компонування обладнання. Визначено площі приймального, апаратного та фасувального відділень, які забезпечують безперервність технологічного процесу та відповідність санітарним і виробничим вимогам. Запропоноване розміщення обладнання враховує прямолінійність руху сировини, наявність необхідних проходів (не менше 2,5–3 м) та зручність обслуговування. У результаті сформовано ефективну виробничу структуру, що дозволяє оптимізувати використання площ, підвищити продуктивність праці та забезпечити стабільну роботу підприємства.

У четвертому розділі розглянуто впровадження елементів системи НАССР, проведено аналіз небезпечних факторів, визначено критичні контрольні точки та встановлено граничні значення для забезпечення безпечності продукції. Запропоновані заходи дозволяють ефективно контролювати ризики на всіх етапах виробництва та гарантувати якість і безпечність питного молока відповідно до сучасних вимог.

У п'ятому розділі розглянуто питання охорони праці та екологічної безпеки виробництва питного молока. Розроблено карту охорони праці, що дозволило визначити основні небезпечні та шкідливі фактори виробництва і передбачити ефективні заходи захисту персоналу. Також проаналізовано утворення та утилізацію відходів молочного виробництва, встановлено основні джерела забруднення стічних вод і запропоновано заходи щодо їх очищення та зменшення негативного впливу на довкілля.

Впровадження сучасного фільтра SPX FLOW вартістю 900 тис. грн дозволяє отримати додатковий економічний ефект у розмірі 1 306 800 грн/рік за рахунок зниження втрат сировини та підвищення якості очищення, що збільшує загальний прибуток до 11 206 800 грн. При цьому рентабельність підвищується до 10,3 %. Термін окупності інвестицій становить лише 0,69 року, що свідчить про високу ефективність вкладень та доцільність впровадження запропонованого заходу.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Офіційний сайт ПрАТ «Комбінат «Придніпровський». – Електронний ресурс. URL: <https://www.zlagoda.dp.ua/about/>
2. Технологія молока та молочних продуктів: навчальний посібник / Власенко В.В., Семко Т.В., Шаблій Л.М, Лавицький В.П. Вінницький національний аграрний університет. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 330 с.
3. Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі (зі змінами): ДСТУ 3662: 97. [Чинний від 2002-07-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2002.13 с.
4. Рибак О.М. Технологія молока і молочних продуктів курс лекцій для студентів спеціальності 181 «Харчові виробництва» (6.051701 «Харчові технології та інженерія») із спеціалізації «Зберігання, консервування та переробки молока» усіх форм навчання. Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя. 2016. 170 с.
5. Одарченко А.М. Товарознавство молочних товарів: Навчальний посібник / А.М. Одарченко. Х. : ХДУХТ, 2007. 336 с.
6. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: навч. видання. Київ : Вища освіта, 2006. 351 с.
7. Карпенко В. Л. Аналіз вітчизняного ринку молока: реалії та перспективи //Інноваційна економіка. 2021. №. 7-8. С. 96-103.
8. Савицька В. Актуальні проблеми розвитку ринку молока і молочних продуктів // Економіка АПК. 2002. № 11. с. 102-138.
9. Момчева А.М. Молочний ринок України: сучасний стан та перспективи розвитку // Науковий вісник Ужгородського університету. Економіка. 2010. Вип. 30. С. 164-168.
10. Постернікова О.О. Розвиток ринку молока та молочних продуктів в Україні / О.О. Постернікова // Придніпровський науковий вісник. (Серія: Економічні науки: маркетинг і менеджмент). 2008. №11. С. 98-101.
11. Скопенко Н.С. Сучасний стан та тенденції розвитку молочної галузі України / Н.С. Скопенко, А.О. Бовкун // Продукти & інгредієнти. 2011. №4. С. 36-37.

12. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва / О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, Л.М. Кюрчева : навч. посіб. ; за ред. О.В. Гвоздєва. Суми : Довкілля, 2004. 420 с.

13. Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв : навч. посібник / Г.О. Єресько, М.М. Шинкарик, В.Я. Ворошук. – К. : ІНК ОС. Центр навч. л-ри, 2007. 344 с.

14. Офіційний сайт «Alfa Laval». – Електронний ресурс. URL: <https://www.alfalaval.dk/products/separation/filters-and-strainers/strainers/>

15. Офіційний сайт «Gea». – Електронний ресурс. URL: <https://www.gea.com/en/products/valves-components/ss-strainers/>

16. Офіційний сайт «SPX Flow». – Електронний ресурс. URL: <https://www.spxflow.com/waukesha-cherry-burrell/products/in-line-and-side-entry-filters-and-strainers/#mz-expanded-view-1310406446502>

17. Офіційний сайт «Tetra Pak». – Електронний ресурс. URL: <https://www.tetrapak.com/solutions/integrated-solutions-equipment/processing-equipment/membrane-filtration/liquid-milk>

18. Поліщук Г. Є., Грек О. В., Скорченко Т. А. Технологія молочних продуктів: підручник Київ : НУХТ, 2013. 502 с.

19. Поліщук Г. Є., Грек О. В., Скорченко Т. А. Технологічні розрахунки у молочній промисловості : навч. Посібник. Київ: НУХТ, 2013. 343 с.

20. Поліщук Т.В. Методичні вказівки до виконання практичних і самостійних робіт із дисципліни «Проектування підприємств м'ясної та молочної галузі» для підготовки бакалаврів спеціальності 181 Харчові технології. Вінниця РВВ ВНАУ, 2019. 136 с.

21. Гезь Я.В. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Контроль якості та безпечності харчових продуктів» для студентів інженерно-технологічного факультету денної та заочної форми навчання за спеціальністю 181 «Харчові технології», ступінь вищої освіти «Бакалавр». Дніпро: ДДАЕУ, 2025. 20 с.

22. Одарченко М.С. Охорона праці на підприємствах харчування. Харків: ХДАТОХ, 2001. 44 с.

23. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.

24. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 4.: Технології поводження з відходами харчових виробництв / за редакцією В.Г. Петрука та ін. Херсон: Олді-плюс, 2019, 520 с.

25. Пушкар Т. Техніко-економічне обґрунтування проєктних рішень //Економіка та суспільство. 2021. №. 28. С. 28-33.