


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

**МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
Кафедра обладнання переробних і харчових виробництв  
імені про фесора Ф. Ю. Ялпачика

«Допущено до захисту»  
протокол № 53-С

від «26» січня 2026 року  
Зав. кафедрою ОПХВ

д.т.н, професор

 Кирило САМОЙЧУК

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**до кваліфікаційної роботи**

СВО «Магістр»

за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування»

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(освітній ступень, ОПП, спеціальність)

на **Вдосконалення технологічної лінії виробництва**  
тему: **вершкового масла в умовах Старокостянтинівського району**  
**Хмельницької області**

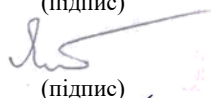
**19ХВД.12020564.02.26ПЗ**

Виконав: студент 2 курсу, 21МБ ГМ групи



Олексій ВАСИЛЕНКО  
(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор  
(науковий ступінь, вчене звання)



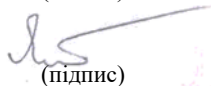
Володимир ЯЛПАЧИК  
(прізвище та ініціали)

Консультант з  
ОП: к.с.-г.н., доцент  
(науковий ступінь, вчене звання)



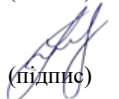
Михайло ЗОРЯ  
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль: д.т.н., професор  
(науковий ступінь, вчене звання)



Володимир ЯЛПАЧИК  
(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доцент  
(науковий ступінь, вчене звання)




к.т.н., доц. Вершков О.С.  
(прізвище та ініціали)

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
						5
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		






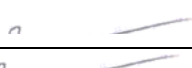



5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання ви- дав (дата)	завдання прийняв (під- пис)
V	к.т.н., доцент Зоря М.В.	1.12.2025	

6. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 01.12.2025р. \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Назва етапів кваліфікаційної роботи (проекту)	Термін вико- нання етапів роботи чи проє- кту (місяць)	Відмітка керівника про виконання (за- свідчується підпи- сом)
Розділ 1. Аналітичний огляд, стан та пер- спектива розвитку підприємства	грудень	
Розділ 2. Вдосконалення технологічної лінії переробного підприємства	грудень	
Розділ 3. Монтаж і експлуатація облад- нання	січень	
Розділ 4. Охорона праці та безпека у над- звичайних ситуаціях	січень	
Розділ 5. Економічна оцінка вдосконале- ної лінії виробництва вершкового масла	січень	
Виконання графічної частини кваліфіка- ційної роботи	січень - лютий	
Оформлення пояснювальної записки ква- ліфікаційної роботи	лютий	

Студент

  
(підпис)

**Олексій ВАСИЛЕНКО**

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

  
(підпис)

**Володимир ЯЛПАЧИК**


(ініціали та прізвище)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. аркушів № прим.	Примі- тка
---------	--------	------------	--------------	----------------------------	---------------

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		7

1.	A4	19ХВД.12020564.02.26ПЗ	Пояснювальна			
2.			записка	72		
3.	A1	19ХВД.12020564.02.26/210000	Розрахунок етапів			
4.			виробництва			
5.			вершкового масла	1	1	
6.	A1	19ХВД.12020564.02.26/220000	Обладнання ділянки			
7.			з виробництва			
8.			масла	1	2	
9.	A1	19ХВД.12020564.02.26/310000	Масловиготовлювач			
10.			A1-ОЛО			
11.			(монтаж креслення)	1	3	
12.	A1	19ХВД.12020564.02.26/320000	Блок-схема алгоритму			
13.			діагностування несправності			
14.			«Недостатня подача вершків»	1	4	
15.	A1	19ХВД.12020564.02.26/410000	Комплексні заходи по			
16.			досягненню встановлених			
17.			нормативів охорони праці	1	5	
18.						
19.						
20.						
21.						
22.						
23.						
24.						

19ХВД.12020564.02.26ВДР

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Аркуш	Аркушів
Розоб.		Василенко					
Перев.		Ялпачик					

Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата	Ар-куш
					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ
					8

				Вдосконалення технологічної лінії виробництва вершкового масла в умовах Старокостянтинівського	ТДАТУ, 2026
Н.контр.	Ялпачик				
Затв.	Самойчук				

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота, що є дипломним проєктом, опрацьована на тему: «Вдосконалення технологічної лінії виробництва вершкового масла в умовах Старокостянтинівського району Хмельницької області», вміщує 72 сторінок тексту та 4 креслення у форматі А1.

У першій частині роботи представлено аналіз джерел сировини Хмельниччини, де у 2023 році зафіксовано зростання промислового виробництва молока на 3,9%. Дано характеристику діяльності ТОВ «Старокостянтинів-Молоко» та визначено ключову проблему — значні втрати кінцевого продукту на етапі пакування через зношеність апаратури, що й стало причиною для необхідності оновлення лінії.

Друга секція обґрунтовує переваги використання методу обробки високожирних вершків, котрий гарантує високий ступінь мікробіологічної чистоти продукції. Здійснено модернізацію дозувального вузла автомата типу АРМ шляхом інтеграції високоточного сервоприводу та системи електронного коригування об'єму, що дозволило досягти точності дозування в межах  $\pm 0,3\%$ .

Третій розділ зосереджено на впровадженні технології монтажу без використання традиційного фундаменту на композитні опори ОВ-31МП, які забезпечують абсолютну віброакустичну ізоляцію.

У четвертому розділі розроблена модель управління охороною праці відповідно до стандарту ДСТУ ISO 45001:2019. Детально розглянуто заходи щодо мінімізації кінематичних загроз та застосування блокувальних датчиків, а також визначено клас пожежної небезпеки виробничого приміщення.

П'ята частина містить фінансово-економічні підрахунки: загальні витрати на капіталовкладення становлять 95 мільйонів гривень, очікуваний чистий прибуток сягатиме 35,56 мільйона гривень щорічно, а розрахунковий період

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		9

повернення інвестицій складає 2,31 року.

ВЕРШКОВЕ МАСЛО, МПВВ, АВТОМАТ АРМ, СЕРВОПРИВІД, МО-  
ДЕРНІЗАЦІЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ХМЕЛЬНИЧЧИНА.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		10

## ЗМІСТ

	стор.
Вступ	8
1 Аналітичний огляд, стан та перспектива розвитку підприємства	10
1.1 Сировинна база регіону та аналіз ринку молока-сировини	10
1.2 Характеристика господарства та технологія виробництва масла солодковершкового селянського 73% згідно з вимогою ДСТУ 4399:2005	13
1.3 Оцінка фізико-хімічних властивостей, реологічних характеристик та органолептики	15
1.4 Технологічна схема виготовлення масла шляхом перетворення високожирних вершків	18
1.5 Аргументація завдання: оновлення пакувальної зони автоматом типу АРМ	21
1.6 Характеристики автомата АРМ: Технічні, Конструктивні та Експлуатаційні Аспекти	23
1.7 Інноваційні та санітарно-гігієнічні переваги для ТОВ «Старокостянтинів-Молоко»	27
Вихідні дані на проектування	30
2 Вдосконалення технологічної лінії переробного підприємства	31
2.1 Розрахунок матеріальних потоків для виробництва масла	31
2.2 Будова, кінематика та модернізація фасувально-пакувального автомата типу АРМ	32
2.3 Розрахунок площ виробничого цеху	33
Висновки за розділом	35
3 Монтаж і експлуатація обладнання	37
3.1 Технічні вимоги до підготовки виробничих ділянок та основи для просторової стабільності	37
3.2 Характеристики основи: системи анкерного кріплення та	

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		11

чисельне моделювання навантажень	38
3.3 Віброакустична амортизація та впровадження полімерних вібропідставок ОВ-31МП	40
3.4 Підтримання трибологічних умов та регламент роботи машини АРМ-01	43
3.5 Особливості монтажу та регламент обслуговування маслоутворювача А1-ОЛЮ	45
Висновки за розділом	47
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	48
4.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства	48
4.2 Аналіз небезпечних факторів та ситуацій під час роботи	49
4.3 Заходи безпеки	50
4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях	52
Висновки за розділом	55
5 Економічна оцінка вдосконаленої лінії виробництва вершкового масла	56
5.1 Макроекономічне обґрунтування та формування виробничої програми підприємства	56
5.2 Формування та всебічне обґрунтування потреби у капіталовкладеннях	59
5.3 Формування виробничих витрат та точний розрахунок собівартості продукції	61
5.4 Фінансові результати, показники рентабельності та строк Окупності	65
5.5 Зведена техніко-економічна характеристика проекту та аналіз макроекономічної чутливості	66
Висновки за розділом	68
Висновки за роботою	69
Список літератури	71

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		12

## ВСТУП

АПК Української держави, включно з молочною переробкою, є ключовим сектором для забезпечення продовольчої безпеки країни та формування солідної частини її експортного потенціалу. Серед усього спектру молочних виробів, вершкове масло посідає особливе місце — це харчовий продукт із надзвичайно високою поживною та енергетичною вартістю, що вирізняється насиченістю молочним жиром, жиророзчинними вітамінами (А, D, Е, К), фосфатидами та поліненасиченими жирними кислотами. Якість технологічних процесів виробництва масла безпосередньо визначає не лише органолептичні властивості та тривалість зберігання продукту, а й загальний економічний успіх молокопереробних заводів.

В умовах жорсткої конкуренції на внутрішньому та світовому ринках, а також у світлі євроінтеграційних прагнень та уніфікації стандартів якості, місцеві підприємства гостро потребують приведення своїх виробничих потужностей у відповідність до найсучасніших якісних та безпекових норм для харчових продуктів. Значна частина наявного парку обладнання та апаратури на багатьох обласних підприємствах має високий ступінь як фізичного зносу, так і морального застарівання. Експлуатація застарілих механізмів неминуче призводить до надмірної витрати сировини, зростання енергозатрат у процесах, зниження показника загальної ефективності обладнання та збільшення частки некондиційної продукції. Ця проблема особливо помітна на фінальних етапах виробничого ланцюга — стадіях розфасовки та пакування готового товару. Саме тут точність дозування та надійність герметизації пакування критично впливають на кінцеву вартість, захист від мікробіологічного забруднення та термін придатності продукції.

Актуальність цього дослідження обумовлена об'єктивною потребою у всебічній технологічній та інженерній модернізації ліній виготовлення вершкового масла на підприємствах регіонального рівня, зокрема на прикладі ТОВ «Старокостянтинів-Молоко», яке оперує в зоні потужного сировинного

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		13

забезпечення Хмельницького регіону. Введення в експлуатацію передових автоматизованих рішень, як-от високошвидкісний карусельний фасувальний автомат АРМ, дає змогу ефективно нівелювати вплив людського чинника, забезпечити високу точність об'ємного дозування в'язких продуктів, гарантувати беззаперечне дотримання суворих норм ДСТУ 4399:2005 щодо допустимих відхилень ваги нетто, а також кардинально покращити санітарно-гігієнічні умови фасування через інтеграцію систем бактерицидної обробки пакувальних матеріалів та миття на місці (CIP).

Об'єктом цього дослідження виступають термодинамічні, кінематичні та технологічні стадії, апаратурне забезпечення, а також техніко-економічні результати виробництва вершкового масла, що містить 73% жиру. Суб'єктом дослідження є господарська діяльність та безпосередньо технологічна лінія, задіяна на ТОВ «Старокостянтинів-Молоко».

Комплексний інноваційний підхід до оновлення виробництва передбачає не лише механічну заміну окремих вузлів, але й глибоке наукове оцінювання сировинної бази, вивчення фізико-хімічних та реологічних змін молочного жиру на етапах терміново-механічної обробки жирних вершків, а також оптимізацію кінематичних і гідродинамічних параметрів роботи фасувального устаткування. Реконструкція фасувального блока вимагає пильної уваги до нерівномірної поведінки масла при температурі фасування, аналізу захисних властивостей сучасних багат шарових пакувальних полімерів (зокрема, алюмінієвої фольги з покриттям) та просторової інтеграції нового автомата в існуючий потік лінійного виробництва заводу. Виконання цього комплексу робіт створює науково-практичну основу для розробки та впровадження дієвих інженерних рішень, спрямованих на максимальне збільшення чистого прибутку шляхом мінімізації прихованих виробничих втрат, зменшення енергоспоживання та підвищення привабливості кінцевого товару для споживача.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		14

# 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД, СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА

## 1.1 Сировинна база регіону та аналіз ринку молока-сировини

Ключовою умовою для стабільної та рентабельної діяльності будь-якого підприємства з переробки молока є безперервне надходження якісної аграрної сировини у визначених кількостях. Хмельниччина історично займає провідну позицію серед регіонів України у розвитку молочного скотарства. Такий стан речей зумовлений низкою факторів: надзвичайно сприятливими кліматичними та природними умовами для вирощування кормових культур (як грубих, так і соковитих), розвиненою логістичною мережею, а також високою концентрацією великих агроформувань (молочно-товарних комплексів). Старокостянтинівський район має стратегічне значення у формуванні агропромислового потенціалу області, що робить ТОВ «Старокостянтинів-Молоко» важливим центром для глибокої переробки цієї сировини.

Якщо поглянути на макроекономічний ландшафт за даними 2023 року, ми побачимо складну, але загалом сприятливу картину структурного відновлення молочного сектору після кризових явищ минулих періодів. За результатами року, всі категорії господарств в Україні виробили приблизно 7,4 мільйона тонн сирого молока, що на 5 відсотків менше, ніж роком раніше. На перший погляд, зменшення загальнонаціонального збору може асоціюватися з негативом для переробної промисловості, однак детальний аналіз структури ринку свідчить про його якісну перебудову. Це зниження переважно пов'язане зі зменшенням обсягів у домогосподарствах.

Протягом звітної періоду частка сільськогосподарських виробників (промислового сегменту) у загальному обсязі виробництва молока становила 38%, тоді як на сектор населення припадало 62%. Прикметно, що промислові суб'єкти не лише зберегли, а й значно наростили обсяги виробництва молока, досягнувши позначки у 2,8 мільйона тонн, що демонструє зростання на 6% за весь 2023 рік. Завдяки цьому, надої на індустріальних молочних фермах

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		15

повністю відновилися до довоєнних рівнів (для порівняння, у 2021 році цей показник був 2,77 млн тонн). Водночас, приватний сектор за 12 місяців 2023 року надав 4,6 млн тонн молока, що фіксує зниження на 11% у порівнянні з 2022 роком.

З погляду інженерії та технологій, така зміна у структурі є надзвичайно позитивним сигналом для заводів із переробки, адже 88% молока, що надходить на промислову переробку, постачається саме промисловим сектором. Таким чином, різке скорочення надоїв серед приватних осіб не має критичного впливу на обсяги випуску молочної продукції у промислових масштабах. Ба більше, молоко, отримане з промислових ферм, відзначається вищими та більш стабільними показниками якості, що безпосередньо впливає на проектування обладнання та вибір робочих режимів. Продукція від великих молочних комплексів характеризується:

Те, що початкова титрована кислотність є низькою (не вища за 16-17  $^{\circ}\text{T}$ ), досягається завдяки швидкому охолодженню у герметичних резервуарах-охолоджувачах. Це є ключовим моментом у процесі виготовлення вершкового масла шляхом переробки жирних вершків, оскільки пастеризація тут застосовується при надзвичайно високих температурах (до 120  $^{\circ}\text{C}$ ). Сировина з високим рівнем кислотності, отримана від постачальників, неминуче спричинила б денатурацію білків сироватки й інтенсивне утворення нагару на поверхнях теплообмінників, що, своєю чергою, знизило б ефективність теплопередачі та вимагало б частих зупинок для проведення СІР-очищення.

Дуже низький рівень соматичних клітин та загальне бактеріальне забруднення, що забезпечує відмінну мікробіологічну якість жирової фази масла та сприяє продовженню його терміну зберігання.

Постійну структуру розподілу жирових глобул, що покращує кінематичні показники роботи відцентрових апаратів для розділення вершків та мінімізує втрати молочного жиру у відповідних побічних продуктах (знежиреному молоці та маслянці).

Протягом 2023 року Хмельниччина виявилана дзвичайну стійкість у

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		16

виробничому та економічному сенсах, закріпившись серед регіонів-новаторів за обсягами та динамікою збільшення випуску промислового молока. Вже станом на завершення першого тримісяччя (січень-березень 2023 року) регіон виробив обсяг необробленого молока, що сягнув 142,6 тисячі тонн, демонструючи значний показник зростання на 14,5% більше, ніж за той самий часовий проміжок 2022 року. Група ключових виробників (а саме: Вінницька, Житомирська, Полтавська, Хмельницька, Черкаська, Чернігівська та Тернопільська області) спільно згенерувала більше ніж 53% від загального національного обсягу виробництва молока у першому кварталі.

Підбиваючи підсумки за увесь 2023 рік, Хмельницька область відзвітувала про впевнене нарощування виробництва молока-сировини, зафіксувавши річний показник приросту на рівні 3,9%. Зіставну динаміку зростання для провідних областей України можна побачити у Таблиці 1.1.

Таб 1.1 Динаміка приросту виробництва молока-сировини у господарствах усіх категорій за січень-грудень 2023 року.

Регіон України	Приріст виробництва молока-сировини за 2023 рік, %
Київська область	+5,0
Черкаська область	+4,0
<b>Хмельницька область</b>	<b>+3,9</b>
Чернігівська область	+3,0
Рівненська область	+3,0
Полтавська область	+2,0
Харківська область	+2,0

Стабільне збільшення обсягів первинної сировини на 3,9% у межах Хмельниччини закладає міцний ґрунт для довгострокового планування інвестицій та впровадження модернізації обладнання на підприємстві ТОВ «Старокостянтинів-Молоко». Забезпечення стабільним та передбачуваним надходженням молока дає змогу досягнути оптимального завантаження виробничих потужностей (на рівні 85-90% від їхньої проектної спроможності). Це, у свою чергу, призводить до зниження питомих витрат енергії – електричної, пари та

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		17

охолодженої води – на одиницю виготовленої продукції.

Окрім обсягів, критично важливим чинником є якісний, а саме хімічний склад надхідної сировини. Виготовлення вершкового масла є процесом, що високо інтенсивно споживає біологічні складові. Спираючись на розрахунки матеріального балансу, для отримання однієї тонни селянського вершкового масла з концентрацією жиру 73%, необхідно переробити приблизно 20-22 тонни коров'ячого молока з жирністю 3,4%. Отже, покращення середніх показників жиру та протеїну в молоці, що є результатом селекційної роботи та збалансованого раціону високопродуктивної худоби в регіоні, безпосередньо впливає на збільшення випуску готової продукції. Це зменшує нормативи витрат і позитивно зарекомендувало себе на загальній економічній віддачі модернізованих виробничих одиниць.

.....

## **1.2 Характеристика господарства та технологія виробництва масла солодковершкового селянського 73% згідно з вимогою ДСТУ 4399:2005**

Товариство з обмеженою відповідальністю «Старокостянтинів-Молоко» постає перед нами як сучасний, технологічно насичений виробничий комплекс, чия діяльність стратегічно спрямована на глибоку переробку сирого коров'ячого молока та випуск розширеного асортименту молочної продукції, преміального вершкового масла та похідних сухих продуктів (знежиреного сухого молока та сухої молочної сироватки). Інженерне та технологічне забезпечення об'єкта включає автоматизований вузол прийому й початкового охолодження сировини, цехове відділення пастеризації, обладнане пластинчастими регенеративними теплообмінниками, спеціалізовану маслоробну дільницю, зони фінального пакування готової продукції, а також сучасні камери для дозрівання, швидкісного заморожування й зберігання з ретельним контролем мікроклімату. Центральним завданням цього дисертаційного дослідження є оптимізація технологічних етапів та апаратурного оформлення виробництва

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		18

масла солодковершкового «Селянське» із заданою масовою часткою молочного жиру 73%.

Промислове виготовлення вершкового масла в Україні жорстко регулюється чинним національним стандартом ДСТУ 4399:2005 «Масло вершкове. Технічні умови», який набрав чинності Держспоживстандартом України у 2006 році, остаточно витіснивши застарілий ГОСТ 37-91 часів СРСР. Цей стандарт виступає ключовим нормативним актом, що забезпечує якість, безпеку та справжність продукту на ринку. Його найважливіша функція полягає у чіткому визначенні термінів та аналітичному розрізненні між чистим вершковим маслом та продуктами, що містять немолочні жири, — спредами та жировими сумішами, виробництво яких підпадає під окремий стандарт ДСТУ 4445:2005. Відповідно до положень ДСТУ 4399:2005, звання масла з коров'ячого молока може носити лише той харчовий виріб, який є результатом переробки виключно коров'ячого молока або його похідних (вершків), що являє собою емульсію, у жировому середовищі якої рівномірно розподілені вода та сухі знежирені компоненти. Стандарт прямо вказує, що його дія не поширюється на шоколадне масло, а також на вершкове масло зі зниженим вмістом жиру (де жир складає від 50% до 61,5%).

Відповідно до нормативу ДСТУ 4399:2005, вершкове масло поділяється на кілька основних категорій залежно від номінальної концентрації жиру («Екстра», «Селянське», «Бутербродне»). Масло категорії «Селянське», що обране об'єктом нашого аналізу, повинно мати масову частку молочного жиру у вузьких межах від 72,5% до 77,9%. Солодковершкове селянське масло, яке випускає ТОВ «Старокостянтинів-Молоко», має встановлений показник жирності-73,0%.

.....

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		19

### 1.3 Оцінка фізико-хімічних властивостей, реологічних характеристик та органолептики

З огляду на положення колоїдної хімії та харчової реології, коров'яче вершкове масло є складною, висококонцентрованою полідисперсною системою — термодинамічно нестійкою емульсією типу «вода в жирі». Безперервну фазу цієї системи формує молочний жир, який перебуває у стані часткової кристалізації (змішана маса рідких олеїнових та твердих стеаринових/пальмітинових тригліцеридів). У цій жировій основі у вигляді мікроскопічних крапель рівномірно розташовані вода (плазма) та сухий знежирений молочний залишок. До складу СЗМЗ належать високополімерні молочні протеїни (казеїн, лактоальбумін, лактоглобулін), молочний цукор (лактоза), а також макро- та мікроелементи (мінеральні солі), що були виділені з вершків чи маслянки.

Поживна та енергетична цінність цього продукту є надзвичайно високою. Для «Селянського» масла з 73% жиру енергетичний вміст становить приблизно 665 ккал (що відповідає 2793 кДж) на 100 грамів. Окрім високої концентрації ліпідів (73 г на 100 г, із яких близько 45 г — це насичені жирні кислоти), продукт містить 0,8 г повноцінних білків та 1,3 г вуглеводів.

Органолептичні характеристики готового продукту є об'єктом безперервного лабораторного моніторингу на виробництві. Оскільки солодковершкове масло створюється зі свіжих, пастеризованих вершків без застосування молочнокислих заквасок (на відміну від кисловершкового), воно зобов'язане демонструвати чистий, виразний солодковершковий смаковий профіль та характерний ніжний аромат, бути повністю вільним від будь-яких небажаних присмаків чи запахів (як-от окислений, салістий, кормовий чи металевий). Колір натурального масла природно флюктує від світло-жовтого до насиченого жовтого або майже білого відтінку. Така варіабельність зумовлена фізіологією травної системи жуйних тварин і безпосередньо залежить від сезонних раціонів: концентрація  $\beta$ -каротину та інших каротиноїдів у зелених літніх кормах значно вища, ніж у зимових силосах. Для забезпечення візуальної однорідності й стандартизації товарного вигляду в умовах масового виробництва, ДСТУ

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		20

дозволяє корекцію кольору за допомогою введення дозволених харчових барвників рослинного походження: екстракту аннато (гранична норма — 10 мг/кг) або синтетичного бета-каротину (не більше 3 мг/кг).

Консистенція є найважливішим фізичним параметром якості масла, що прямо залежить від ефективності роботи як технологічного, так і фасувального обладнання. При температурі  $(12 \pm 2) ^\circ\text{C}$  (встановленій для дегустації) масло повинно мати однорідну, пластичну, тверду структуру; продукт мусить легко розмазуватися, не розсипатися та не виділяти крапель вільної води (неприпустима вада, відома як «плакучість»). Зріз ножем повинен демонструвати матову або ледь блискучу, сухого вигляду поверхню. Реологічна поведінка масла (його жорсткість, еластичність та в'язкість) визначається балансом між твердими та рідкими фракціями молочного жиру, а також типом поліморфної кристалічної структури. Під час зберігання в холодильних умовах масло ущільнюється завдяки кристалізації легкоплавких компонентів; за кімнатної температури воно розм'якшується, а при досягненні температурної межі  $32\text{—}35 ^\circ\text{C}$  повністю переходить у рідкий, текучий стан (топиться), що пов'язано зі зміною кристалічної ґратки найбільш тугоплавких тригліцеридів. Фізична густина якісного, коректно обробленого вершкового масла становить близько  $911 \text{ кг/м}^3$ . Основні фізико-хімічні властивості масла наведені в Таблиці 1.2.

Таб 1.2 Основні регламентовані фізико-хімічні та органолептичні характеристики масла солодковершкового селянського 73%.

Критерій оцінки	Регламентовані вимоги згідно з ДСТУ 4399:2005 для Селянського масла 73%
Масова частка жиру, %	Не менше 72,5 (номінально стандартизовано 73,0)
Смак і запах	Чистий, солодковершковий, без сторонніх хімічних або кормових присмаків
Консистенція і зовнішній вигляд	Пластична, щільна, однорідна, матова або слабкоблискуча на зрізі

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		21

Колір продукту	Від світло-жовтого до жовтого, обов'язково однорідний по всій масі
Температура плавлення, °С	32 — 35
Густина, кг/м <sup>3</sup>	~ 911

Уведення вимог щодо маркування, закріплених у ДСТУ 4399:2005, має на меті забезпечити ринкову прозорість, можливість прослідкувати походження продукту та захистити законні інтереси споживачів. На етикеті пакування фасованого масла обов'язково повинна бути зазначена така інформація: точне найменування продукту із зазначенням відсоткового вмісту жиру, посилання на вітчизняний стандарт ДСТУ 4399:2005, номінальна маса (нетто) разом із допустимими відхиленнями, торгова марка виробника (якщо є), повний перелік складових, відомості про харчову та енергетичну цінність, точна дата виробництва та строк придатності, необхідні умови зберігання із зазначенням температурних меж, штрих-код (відповідно до вимог ДСТУ 3147-95) та повні контактні дані виробника.

Тривалість придатності вершкового масла варіюється, оскільки вона прямо залежить від двох ключових чинників: температур, за яких здійснюється зберігання, та якості бар'єрних властивостей пакувальних матеріалів. Для вершкового масла сортів "екстра" та "селянське", упакованого герметично (наприклад, у багат шарову алюмінієву фольгу, маса нетто від 50 г), встановлений гарантований строк зберігання виглядає так: при температурі в діапазоні від 0 до -5 °С — 45 діб; від -6 до -11 °С — 75 діб; від -12 до -18 °С (умови глибокої заморозки) — 90 діб. Якщо ж використовується застаріла негерметична упаковка (наприклад, рослинний пергамент, який не перешкоджає проникненню кисню та вологи), ці терміни значно скорочуються і становлять, відповідно, лише 30, 60 та 75 діб. Цей факт яскраво демонструє, наскільки вирішальне значення має правильний вибір пакувального матеріалу на етапі фасування.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		22

.....

## 1.4 Технологічна схема виготовлення масла шляхом перетворення високожирних вершків (МПВВ)

На виробничих потужностях ТОВ «Старокостянтинів-Молоко» процес виготовлення вершкового масла реалізується найбільш сучасним, безперервним і термодинамічно ефективним у промислових масштабах методом — перетворенням високожирних вершків (МПВВ). Цей підхід суттєво відрізняється від традиційного методу збивання, при якому масло формується механічним зчепленням жирових глобул із виділенням значної кількості пахти, і має низку незаперечних переваг технологічного, мікробіологічного та економічного характеру. Серед головних плюсів МПВВ слід виділити:

- Ідеальне та абсолютно рівномірне розподілення вологи у жировій фазі (дисперсність крапель плазми в межах 1-2 мкм, що механічно унеможливорює життєдіяльність мікроорганізмів усередині краплі, оскільки розмір бактеріальної клітини більший за розмір водної краплі).
- Надзвичайно низький первинний рівень мікробіологічного забруднення завдяки застосуванню високотемпературних режимів обробки вершків.
- Підвищена здатність масла протистояти окисним процесам (окисному псуванню).
- Компактність апаратурного комплексу (економія виробничих площ цеху), повна ізоляція процесу та значно скорочений час виробничого циклу.

Технологічна послідовність виготовлення згідно з методом МПВВ охоплює такі строго контрольовані етапи:

1. Прийом, очищення та підготовка початкової сировини. Молоко, що надходить, проходить первинний лабораторний контроль, подальше механічне очищення на жиротділювачах та охолодження до температури 4 °С за допомогою пластинчастих теплообмінників. Після цього воно спрямовується на центрифужні сепаратори-вершковідокремлювачі, де під дією

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		23

відцентрових сил відбувається поділ на знежирене молоко (відвійки) та вершки із вмістом жиру 35-40%.

2. Накопичення, пастеризація та видалення запахів із вершків. Вершки, отримані після сепарації, тимчасово зберігаються у накопичувальних ємностях з метою гомогенізації показників (рівень жиру, кислотність, температура). Це гарантує гідродинамічну стабільність функціонування наступного обладнання безперервної лінії. З накопичувального танка вершки під тиском насоса надходять у блок пастеризації (як правило, це трубчасті або спеціалізовані пластинчасто-скребкові теплообмінники серії ADM-K). Термічна обробка вершків у лініях МПВВ проводиться при дуже високих температурах — у межах 85–120 °С. Високотемпературна пастеризація до 120 °С одночасно вирішує кілька завдань: забезпечує повне мікробіологічне знезараження, повністю інактивує природні термостабільні ензими (ліпази та протеази), які спричиняють гідроліз жиру під час зберігання, а також стимулює денатурацію сироваткових протеїнів із вивільненням вільних сульфгідрильних груп (-SH), які функціонують як сильні природні антиоксиданти. Якщо вершки не досягають встановленої температури (недостатня пастеризація), автоматичний клапан спрямовує їх назад у накопичувальний бачок. Далі вершки направляються до дезодоратора для усунення летких сполук, що викликають небажані присмаки, що здійснюється під вакуумом.
3. Сепарація вершків до високої жирності. Пастеризовані вершки з температурою 70–90 °С (оптимальна в'язкість для ефективного розділення) подаються у спеціалізовані герметичні сепаратори для жирних вершків. Тут відбувається їхнє інтенсивне згущення (видалення води) аж до досягнення 73–74% жиру за масою, що трохи перевищує жирність готового селянського масла. Водна фаза, яка відділяється — так звана маслянка — відводиться по трубній системі для подальшої обробки.
4. Коригування складу (нормалізація) згущених вершків. Вершки з високим вмістом жиру збираються у двостінних ємностях, обладнаних мішалками

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		24

рамного типу. На цьому етапі здійснюється точне математичне доведення вмісту вологи та сухих знежирених молочних речовин до потрібного рівня шляхом додавання попередньо пастеризованої маслянки або пастеризованого незбираного молока, щоб досягти цільового показника жирності рівно 73,0% за масою.

5. Обробка зміненої фази (інверсія емульсії). Нормалізовані високожирні вершки, нагріті до 60–70 °С (на цій стадії вони є прямою емульсією типу <<жир у воді>>, де жирові кульки оточені покриттям із білка та лецитину), за допомогою роторного дозуючого апарату подаються у маслоутворювач (трансмутатор або пластинчасто-скребковий теплообмінник). Тут відбувається ключовий фізико-хімічний процес — зміна типу емульсії (інверсія фаз). Під впливом сильного механічного навантаження (від високошвидкісного обертання скребкових елементів) та швидкого охолодження до 12–15 °С рідкий молочний жир починає масово кристалізуватися. Кінетичні та термодинамічні закономірності цього перетворення дуже складні. Швидке зниження температури запускає фазовий перехід тригліцеридів від рідкого стану до твердого, при цьому виділяється прихована теплота кристалізації. Механічний вплив скребків руйнує захисні білково-лецитинові оболонки навколо жирових глобул. Частина жиру формує кристалічні структури (поліморфні модифікації  $\alpha$  та  $\beta'$ ), тоді як рідка фракція (олеїновий компонент) вивільняється з пошкоджених структур і формує нову безперервну дисперсійну середовище, захоплюючи при цьому мікроскопічні краплі плазми. Ефективність зняття тепла в апараті для формування масла описується класичними рівняннями Ньютона-Ріхмана та рівнянням теплообміну:

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{\text{сер}},$$

де  $Q$  — загальний тепловий потік, який необхідно відвести від вершків для подолання теплоємності та відведення теплоти кристалізації жиру, Вт;  $K$  — загальний коефіцієнт теплопередачі від продукту до холодоносія через стінку циліндра, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $F$  — площа активної поверхні теплообміну,

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		25

$m^2$ ;  $\Delta t_{сер}$  — середньологарифмічний температурний напір між гарячими вершками та холодоносієм (льодяною водою 1-2 °C або розсолем).

6. Структуроутворення та фасування. Виходячи з маслоутворювача, продукт являє собою переохолоджену текучу масу, що швидко твердне внаслідок продовження процесів масової кристалізації. Саме на цьому етапі масло повинно бути негайно розфасоване.

Зважаючи на ту складну термоелектричну технологію, що була описана раніше, стає цілком очевидним: фінальна стадія – розфасовка рідкого жиру прямо із апарату, де він формується, – є ключовим елементом у всій виробничій системі. Будь-яка поломка у роботі апаратури для пакування спричиняє повну зупинку конвеєра. Припинення руху призводить до того, що масло в трубах починає надмірно охолоджуватися, відбувається руйнування початкової, дуже дрібної структури кристалів (жир переходить у найстабільнішу, але грубу  $\beta$ -конфігурацію), і як наслідок – виникають серйозні, незворотні дефекти у консистенції (такі як ламкість, розшарування, відчуття борошнянистості), а також виділення незв'язаної вологи на зрізі через злиття (коалесценцію) дрібних крапель води.

.....

### **1.5 Аргументація завдання: оновлення пакувальної зони автоматом типу АРМ**

Глибокий технічний аналіз поточного стану виробничих процесів на потужностях ТОВ «Старокостянтинів-Молоко» показав, що найбільш уразливою ланкою, яка обмежує загальну пропускну здатність усієї технологічної лінії виробництва вершкового масла та тягне за собою вагомі фінансові втрати, є застаріле устаткування, яке використовується на ділянці пакування та фасування. Наявні на підприємстві механічні автомати для фасування попередніх поколінь мають надмірний ступінь зносу рухомих з'єднань, пневматичних приводів та ущільнювачів дозувального вузла. Це провокує часті непланові

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		26

простої, порушення точної форми та герметичності упаковок, і, що найважливіше, значні випадкові розбіжності у визначенні об'єму продукту.

Згідно з вимогами чинного законодавства щодо метрології, закріпленими у стандарті ДСТУ 4399:2005, до упакованого вершкового масла висуваються вкрай жорсткі приписи щодо допустимих відхилень чистої ваги в кожній окремій одиниці пакування. Ліміти, встановлені стандартом для невеликих відхилень у бік зменшення дози, представлені у Таблиці 1.3.

**Таб 1.3 Метрологічні вимоги до допустимих відхилів маси нетто фасованого масла згідно з ДСТУ 4399:2005.**

<b>Номінальна маса нетто в пакувальній одиниці, г</b>	<b>Допустимий відхил, г</b>
<b>До 15</b>	<b>0,6</b>
<b>Понад 15 до 20</b>	<b>0,8</b>
<b>Понад 20 до 30</b>	<b>1,0</b>
<b>Понад 30 до 50</b>	<b>1,5</b>
<b>Понад 50 до 100</b>	<b>2,0</b>
<b>Понад 100 до 200</b>	<b>3,0</b>

Для найбільш затребуваного на ринку споживачів фасування – прямокутного бруска вагою 200 грамів – дозволена похибка не перевищує 3,0 г. Поршневі дозувальні механізми старого інвентарю, що вийшли з ладу через знос, фізично не можуть забезпечити такий рівень точності й часто видають розподіл ваги з нормальною очікуваною картиною, де розкид ( $\sigma$ ) значно більший за припустимий (коливання можуть досягати  $\pm 8-10$  г). Щоб уникнути суттєвих штрафних санкцій від контролюючих органів за недостатню вагу товару, виробництво змушене цілеспрямовано коригувати середню дозу у бік збільшення, тобто штучно завищувати номінальну вагу кожного бруска на 5-7 грамів (це явище відоме як «надвага» чи «giveaway»). У багатотоннажному безперервному виробництві ці додаткові кілька грамів на одиниці продукції

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		27

множаться, що спричиняє величезні невраховані фінансові втрати у річному обсязі випуску, тим самим знижуючи прибутковість компанії.

Ключовим завданням цієї магістерської роботи є всебічне техніко-економічне, кінематичне та технологічне обґрунтування заміни застарілого, неадекватного обладнання на сучасний, оновлений фасувально-пакувальний агрегат роторного (карусельного) типу, що належить до серії АРМ, здатний обробляти від 40 до 80 пакувань за хвилину.

.....

## 1.6 Характеристики автомата АРМ: Технічні, Конструктивні та Експлуатаційні Аспекти

Новітній автомат серії АРМ являє собою високопродуктивну електромеханічну та пневматичну установку безперервної роботи, розроблену спеціально для високоточного дозування вершкового масла, маргаринів, спредів та інших жирових продуктів пастоподібної консистенції у фасування стандартних прямокутних брусків для кінцевого споживача. Цей автомат чудово інтегрується у вже існуючі виробничі лінії (зокрема, лінії МПВВ) і може функціонувати як окремо (з використанням живильного бункера), так і безпосередньо підключеним до вихідного патрубку апарату для отримання масла.

Основні параметри обладнання, що стосуються технічних даних та габаритів, узагальнено у Таблиці 1.4.

Таб 1.4 Специфікація та технічні характеристики модернізованого фасувального автомата типу АРМ.	
Технічний параметр / Характеристика	Номінальне значення
Тип конструкції машини	Роторна (карусельна), безперервної дії

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		28

Призначення (продукт, що пакується)	Масло вершкове, маргарин, спреди, сир
Маса дози, г	100-125 та 200-250 (плавно регулюється)
Продуктивність машини, брикетів/хв	Від 40 до 80 (залежить від об'єму дози та кінематичної в'язкості)
<b>Технічний параметр / Характеристика</b>	<b>Номінальне значення</b>
Габарити готового брикету 200 г, мм	100 x 75 x 37 (або товщина 29 мм)
Форма готового пакування (брикету)	Прямокутна або напівкругла
Температура масла на вході в дозатор, ^oC	+10 ...+14 ^oC
Типи пакувальних матеріалів	Алюмінієва кашірована фольга, пергамент, еколін (з пам'яттю)
Ширина рулону пакувального матеріалу, мм	238, 230, 170, 188
Товщина пакувального матеріалу, мм	0,05 - 0,08
Зовнішній діаметр рулону, мм	до 400
Принцип (тип) дозування	Об'ємний
Спосіб завантаження продукту	Приймальний бункер зі шнеками або пряма трубна подача
Встановлена електрична потужність, кВт	2,2
Габаритні розміри (Д x Ш x В), мм	2900 x 2490 x 1540
Маса машини, кг	1390

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		29

Робочий технологічний цикл автомата АРМ постає як ретельно вивірена в часі низка кінематичних дій, що заводиться в рух від єдиного головного електромотора через хитромудру систему важільних та кулачкових механізмів. На початковій фазі сировина потрапляє у систему подачі. Є два можливі шляхи: або через відкритий приймальний бункер, звідки продукт виштовхується парою горизонтальних шнеків, або ж за схемою прямого підведення напряду від маслоутворювача через трубу для компенсації тиску. Останній спосіб є переважним для ліній, що займаються формуванням масла, жиру та спредів (МПВВ), адже він унеможливує повторне перемішування вершкового масла (що могло б пошкодити його структуру та спровокувати виділення вологи) та виключає контакт продукту з атмосферним повітрям.

Водночас із процесом подачі вершкового масла відбувається розмотування рулону пакувального матеріалу. У машині АРМ використано інноваційний вал для витягування фольги з ременним приводом, який замінив застарілі ланцюгові механізми передачі. Це гарантує плавний хід без ривків делікатного шару кашированої фольги, товщиною лише 0,05-0,08 мм, що усуває ризик появи мікротріщин. На стрічку наноситься необхідна інформація (дата виробництва та ідентифікатор партії) за допомогою сучасного безконтактного пристрою для друку краплями чорнила або термографічного принтера.

Після цього гільйотинний різальний вузол відтинає розгортку чітко визначеного розміру. Щоб уникнути зсуву графічного оформлення (дизайну етикетки), автомат обладнано системою центруючого елемента для фольги з фотодатчиком, яка миттєво коригує крок протягування. Датчики машини також контролюють ширину рулону та подають сигнал про його вичерпання. Спеціальний інструмент – матриця-пуансон – формує з плоского листа тривимірну ємність (блок) методом фальцювання основи і розміщує її в одній із комірок поворотного роторного столу формування. Цей стіл виконано з нержавіючої сталі, дозволеної для контакту з харчовими продуктами, і містить

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		30

зносостійкі полімерні вставки, які істотно знижують коефіцієнт тертя при ко-  
взанні блоку.

Найважливішим та найбільш відповідальним етапом з точки зору кінема-  
тики є стадія дозування. Заповнення блоку відбувається за об'ємним принци-  
пом за допомогою спеціального дозувального циліндра та поршня, виготовле-  
них із високоякісної нержавіючої сталі. Зміна об'єму порції (наприклад, пере-  
хід з 100 г на 200 г) легко здійснюється оператором без затримки роботи шля-  
хом регулювання амплітуди ходу поршня (висоти брикету) за допомогою  
спеціальної ручки з мірною нанесеною шкалою (ruler). Надзвичайна точність  
дозування (що усуває проблему "надмірної ваги") гарантується пневматичним  
компенсатором, який вирівнює коливання тиску продукту у робочому трубо-  
проводі та забезпечує повне заповнення об'єму дозувального циліндра без  
формування зон вакууму. Температура продукту під час фасування повинна  
неухильно підтримуватися у технологічному інтервалі від +10 до +14 °С.  
Саме у цьому термогазодинамічному стані реологічна густина вершкового  
масла є оптимальною: воно достатньо плинне та податливе для заповнення  
глухих кутів паперової тари під тиском, проте водночас зберігає форму пара-  
лелепіеда після зняття навантаження.

Після наповнення ротор переміщується, і на наступних позиціях відбу-  
вається згортання країв блоку. В АРМ застосовано технологію фальцювання  
дна, що забезпечує значно вищий рівень герметичності з'єднань порівняно з  
бічним з'єднанням. На завершальній фазі виконується притискання для  
фінального формування щільного брикету (видаляються повітряні пухирці, що  
можуть спричинити локальне окислення жиру) та зняття готових брикетів із  
формуального столу на пристрій для перевертання, а далі — на конвеєрну  
стрічку для подачі на ручне або автоматичне групове пакування у картонні ко-  
робки.

.....

## 1.7 Інноваційні та санітарно-гігієнічні переваги для ТОВ

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		31

## «Старокостянтинів-Молоко»

З погляду забезпечення харчової безпеки, вдосконалений фасувальний апарат АРМ цілковито відповідає найжорсткішим нормам ЄС щодо безпеки обладнання (вимоги СЕ). На відміну від застарілих моделей, що використовували деталі з алюмінієвих сплавів та чорного металу, котрі швидко руйнувалися під впливом молочної кислоти, корпус апарату АРМ та усі його частини, що контактують із продуктом, виготовлені з харчової нержавіючої сталі марок AISI 304 або 316.

Ключовою інновацією є вбудована потужна бактерицидна лампа безпосередньо в зоні подачі пакувального матеріалу. Інтенсивне ультрафіолетове опромінення за доли секунди стерилізує поверхню ламінованої плівки чи пергаменту перед тим, як вона буде формуватися у брикет і контактуватиме з маслом. Це інженерне рішення значно зводить до мінімуму ризик забруднення поверхні масла спорами плісняви та дріжджами, які викликають псування продукту (присмак "штангласу", поява плісняви) під час тривалого зберігання. Додатково, верстат може бути обладнаний системою централізованого автоматичного змащування рухомих частин, що повністю усуває необхідність ручного обслуговування та запобігає потраплянню технічних мастил у зону контакту з харчовими продуктами.

Керування машиною реалізовано через сучасний програмований логічний контролер, а вся робоча та діагностична інформація відображається на сенсорному екрані людино-машинного інтерфейсу. Це дає змогу операторам ТОВ «Старокостянтинів-Молоко» контролювати випуск продукції в реальному часі, плавно регулювати швидкість роботи без кроків за допомогою частотного регулятора, моніторити наявність пакувального матеріалу та продукту, а також миттєво визначати причини будь-яких зупинок завдяки інтелектуальній системі аварійних сповіщень. Впровадження системи миття на місці для закритого шляху подачі емульсії (окрім розбірного блоку дозування) суттєво скорочує час, що витрачається на щоденну санітарну обробку, підвищуючи

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		32

загальний ККД використання устаткування.

Використання алюмінієвої ламінованої плівки як основного пакувального матеріалу (замість звичайного пергаменту) у поєднанні з точним механізмом формування брикету на автоматі АРМ гарантує винятковий рівень герметичності упаковки. Алюмінієва фольга створює непроникний фізичний бар'єр для світла (особливо для УФ-спектру, що прискорює окислення жирів) та кисню. Відсутність кисню у пакувальній зоні блокує утворення пероксидів. Це дає змогу підприємству з повною впевненістю гарантувати довший термін збереження 73

На основі проведеного аналізу, головним завданням цього проєкту є розробка та впровадження комплексного рішення з інтеграції фасувального апарату АРМ у поточну виробничу лінію ТОВ «Старокостянтинів-Молоко». Реалізація цієї мети потребує вирішення таких специфічних інженерних завдань:

1. Провести оцінку та розрахунок пропускної спроможності фасувальної ділянки, щоб забезпечити її повну синхронізацію з лінією виробництва масла, досягаючи швидкості до 80 порцій на хвилину без створення вузького місця ("пляшкового горлешка").
2. Теоретично та практично підтвердити стабільність ваги порції у межах строгих вимог ДСТУ 4399:2005 ( $\pm 3,0$  г для 200-грамового брикету) завдяки використанню кінематичної схеми АРМ з пневматичним коригуванням.
3. Обчислити економічну вигоду від мінімізації втрат продукту (скорочення надлишку "giveaway") через високоточне об'ємне дозування.
4. Вдосконалити санітарно-гігієнічні аспекти процесу шляхом інтеграції модуля УФ-знезараження та використання високобар'єрної багатошарової плівки, що забезпечить мікробіологічну стійкість масла та відповідність найвищим стандартам якості.

Впровадження цього інноваційного технологічного рішення є обґрунтованим з наукової точки зору, технічно здійсненним та економічно вигідним

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		33

кроком, який зміцнить стабільність позицій продукції ТОВ «Старокостянтинів-Молоко» на внутрішньому ринку та значно підвищить загальну рентабельність виробництва вершкового масла у регіоні.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
						34
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

## Вихідні дані на проектування

Об'єктом проектування є вдосконалення технологічної лінії з виробництва солодковершкового селянського масла 73% жирності на базі ТОВ «Старокосянтинів-Молоко» у Хмельницькій області. Проект спирається на такі вихідні параметри:

Сировинна база: Виробництво базується на промисловому секторі регіону, який у 2023 році продемонстрував зростання на 3,9%. Для переробки використовується молоко «екстра» гатунку зі стабільними показниками жирності (3,75–3,80%) та низькою титрованою кислотністю.

Нормативні вимоги: Якість продукції та процеси пакування повинні відповідати стандарту ДСТУ 4399:2005.

Виробнича проблема: Значне фізичне зношення наявних пакувальних автоматів призводить до похибок дозування ( $\pm 8-10$  г при нормі  $\pm 3,0$  г) та фінансових втрат через «надвагу» продукту.

Технічне завдання: Модернізація пакувальної зони шляхом впровадження високоточного автомата типу АРМ роторного типу з продуктивністю до 80 брикетів за хвилину.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		35

## 2 ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА

У другому розділі підготовлено науково-технічне обґрунтування та виконано розрахунки для модернізації виробничої лінії, призначеної для виготовлення вершкового масла «Селянське» із вмістом жиру 73%, базуючись на практичному прикладі ТОВ «Старокостянтинів-Молоко».

### 2.1 Розрахунок матеріальних потоків для виробництва масла

Розрахункові операції проводяться для планової потужності, що становить 3000 кг вершкового масла за одну виробничу зміну.

Вихідні дані розрахунку:

Маса готового масла:  $M_M = 3000\text{кг}$ ;

Жирність масла:  $J_M = 73,0\%$ ;

Жирність вихідного молока:  $J_{\text{МОЛ}} = 3,6\%$

Жирність отриманих вершків:  $J_B = 35,0\%$

Жирність високожирних вершків (ВЖВ):  $J_{\text{ВЖВ}} = 73,2\%$

Жирність знежиреного молока:  $J_{\text{ЗМ}} = 0,05\%$

Жирність сколотин:  $J_{\text{СК}} = 0,4\%$

Гранично допустимі втрати жиру (коефіцієнт використання):  $\eta = 0,997$ .

1. Розрахунок маси високожирних вершків (ВЖВ) Масу ВЖВ визначаємо за балансом жиру в продукті:

$$M_{\text{ВЖВ}} = \frac{M_M \cdot J_M}{J_{\text{ВЖВ}} \cdot \eta}$$
$$M_{\text{ВЖВ}} = \frac{3000 \cdot 73,0}{73,2 \cdot 0,997} \approx 3000,7 \text{ кг.}$$

2. Розрахунок потреби у вершках 35% жирності Для отримання ВЖВ шляхом сепарування необхідно визначити масу вихідних вершків:

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		36

$$M_B = \frac{M_{ВЖВ} \cdot (Ж_{ВЖВ} - Ж_{СК})}{Ж_B - Ж_{СК}},$$

$$M_B = \frac{3000,7 \cdot (73,2 - 0,4)}{35,0 - 0,4} = \frac{3000,7 \cdot 72,8}{34,6} \approx 6313,7 \text{ кг.}$$

Кількість сколотин, що утворюються при сепаруванні вершків:

$$M_{СК} = M_B - M_{ВЖВ} = 6313,7 - 3000,7 = 3313,0 \text{ кг.}$$

3. Розрахунок потреби в цільному молоці. Визначаємо масу молока-сировини, необхідну для отримання вершків:

$$M_{МОЛ} = \frac{M_B \cdot (Ж_B - Ж_{ЗМ})}{Ж_{МОЛ} - Ж_{ЗМ}},$$

$$M_{МОЛ} = \frac{6313,7 \cdot (35,0 - 0,05)}{3,6 - 0,05} = \frac{6313,7 \cdot 34,95}{3,55} \approx 62158,5 \text{ кг.}$$

Кількість знежиреного молока (ЗМ):

$$M_{ЗМ} = M_{МОЛ} - M_B = 62158,5 - 6313,7 = 55844,8 \text{ кг.}$$

Зведений матеріальний баланс на зміну:

Прийнято молока: 62158,5 кг;

Отримано вершків: 6313,7 кг;

Отримано знежиреного молока: 55844,8 кг;

Отримано високожирних вершків: 3000,7 кг;

Отримано сколотин: 3313,0 кг;

Вихід готового масла (73%): 3000 кг.

.....

## 2.2 Будова, кінематика та модернізація фасувально-пакувального автомата типу АРМ

Автомат АРМ є базовим обладнанням для фасування масла в брикети масою 200 г на підприємстві. Його робота базується на принципі об'ємного дозування.

Технічна характеристика автомата:

- Продуктивність: до 80 брикетів/хв;

Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата

19ХВД. 12020564.02.26ПЗ

Ар-  
куш

37

- Маса брикету: 200 г;
- Габарити: 2900×2490×1540 мм;
- Встановлена потужність: 2,2 кВт.

Конструкція та Принцип Руху: Апарат складається з таких основних блоків: рами з головним приводом, живильного бункера зі шнеками для подачі маси, вузла подачі пакувального матеріалу, об'ємного мірного пристрою, столу для формування та конвеєра. Кінематична послідовність забезпечується центральним валом кулачкового типу, який унормовує роботу усіх рухомих елементів. Дискретне обертання восьмипозиційного столу реалізується завдяки використанню Мальтійського хреста.

Технічне Покращення Дозувального Вузла: Головною вадою фабричної моделі АРМ є значна похибка у відмірюванні, коли апарат обробляє масло жирністю 73%. Причина полягає у хиткій в'язкості продукту, яка змінюється навіть при коливанні температури лише на  $1...2^{\circ}\text{C}$ .

Пропонується модернізувати вузол видачі дози через такі кроки:

1. Інтеграція Серводвигуна: Механічний кулачковий привод поршня дозатора замінюється на високоточний сервомотор. Це дає змогу програмно моделювати профіль швидкості руху поршня (плавний запуск, інтенсивне втягування, сповільнення перед відрізанням, що запобігає утворенню вакуумних бульбашок у масі масла).

2. Електронне Регулювання Розміру Дози: На виході з бункера монтується інфрачервоний датчик температури. Його сигнал надходить до керуючого пристрою (контролера), який автоматично виставляє необхідний хід поршня серводвигуна відповідно до розрахункової густини масла  $\rho = f(T)$ .

3. Пневматичне Відділення Порції: Механічний різак замінюється на пневматичний ріжучий елемент (ніж) із покриттям із тефлону. Це гарантує чисту геометрію брикету, навіть якщо адгезія «Селянського» масла висока.

Завдяки цим змінам точність дозування зростає з рівня  $\pm 1,5\%$  до  $\pm 0,3\%$ . При робочому режимі 3 т/зміну це означає економію до 30 кг продукту щоденно шляхом уникнення небажаних надлишків

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		38

.....

## 2.3 Розрахунок площ виробничого цеху

Загальна площа цеху визначається сумарною площею обладнання з урахуванням коефіцієнта щільності розстановки  $\mu$ . Для молочних підприємств  $\mu \approx 0,25 \dots 0,33$ . Приймаємо  $\mu = 0,28$ .

Загальна площа цеху розраховується за формулою:

$$F_{\text{заг}} = F_{\text{вир}} + F_{\text{доп}},$$

де  $F_{\text{вир}}$  — виробнича площа,  $F_{\text{доп}}$  — площа допоміжних та побутових приміщень.

Виробнича площа визначається через площу, зайняту обладнанням  $\sum f_{\text{обл}}$ :

$$F_{\text{вир}} = \frac{\sum f_{\text{обл}}}{\mu},$$

Таб 2.1 Розрахунок площі обладнання:

Назва обладнання	Кількість	Габарити, м	Площа, м <sup>2</sup>
Резервуар для вершків (В2-ОМВ-2,5)	3	Ø1, 8	7,6
Сепаратор-вершковідділювач	1	1, 2 × 1, 0	1,2
Ванна для нормалізації ВН-600	2	1, 5 × 1, 2	3,6
Пластинчаста пастеризаційна установка	1	2, 0 × 1, 2	2,4
Маслоутворювач Я5-ОМС	1	2, 5 × 1, 0	2,5
Автомат фасувальний АРМ	1	2, 9 × 2, 5	7,25
Насосні агрегати та пульти	4	—	5,0
<b>Разом (корисна площа)</b>			<b>29,55</b>

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		39

Розрахунок площ:

$$F_{\text{вир}} = \frac{29,55}{0,28} \approx 105,5 \text{ м}^2.$$

Допоміжні приміщення:

- Камера зберігання масла (на 3–5 діб): 50 м<sup>2</sup>;
- Приміщення для миття тари та інвентарю: 35 м<sup>2</sup>;
- Лабораторія ділянки: 20 м<sup>2</sup>;
- Склад пакувальних матеріалів: 30 м<sup>2</sup>;
- Побутові приміщення (роздягальні, санвузли): 85 м<sup>2</sup>.

Загальна проєктована площа:

$$F_{\text{заг}} = 105,5 + 50 + 35 + 20 + 30 + 85 = 325,5 \text{ м}^2.$$

Отримане значення 325,5 м<sup>2</sup> повністю відповідає завданню (діапазон 300–350 м<sup>2</sup>) та забезпечує дотримання санітарних норм і зручність експлуатації лінії на ТОВ «Старокостянтинів-Молоко».

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		40

## Висновки за розділом

У результаті проведеного технологічного розрахунку та обґрунтування модернізації лінії було досягнуто наступних результатів:

Метод виробництва: Підтверджено ефективність методу перетворення високожирних вершків, що дозволяє скоротити виробничий цикл до 1,5 години та забезпечити високу мікробіологічну чистоту продукту.

Матеріальні розрахунки: Для випуску 3000 кг масла за зміну визначено потребу у 62 158,5 кг молока-сировини.

Модернізація дозатора: Запропоновано заміну механічного привода поршня на сервомотор та інтеграцію ІЧ-датчика температури. Це дозволило підвищити точність дозування з  $\pm 1,5\%$  до  $\pm 0,3\%$ , що заощаджує до 30 кг масла щоденно.

Проектування площ: Розрахована загальна площа виробничого цеху становить 325,5 м<sup>2</sup>, що відповідає нормам для розміщення всього технологічного парку обладнання.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
						41
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

### 3 МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

#### 3.1 Технічні вимоги до підготовки виробничих ділянок та основи для просторової стабільності

Оновлення виробничих ліній на підприємствах молочної галузі, зокрема на ТОВ «Старокостянтинів-Молоко», вимагає інкорпорації високоефективного устаткування, здатного підтримувати незмінну якість пакування в умовах інтенсивного динамічного тиску. Встановлення пакувальної машини АРМ-01, розрахованої на фасування та пакування вершкового масла у формі брусків вагою 100 грамів (габарити бруска 75x50x29 мм), є ключовим етапом, що на пряму впливає на загальну продуктивність. Монтаж такого роду електромеханічних комплексів ґрунтується на суворому дотриманні геометричних допусків розміщення, гарантуванні повної просторової нерухомості зв'язку «агрегат-опора» та створенні ідеальних умов для подальшого безперебійного функціонування.

Машина АРМ-01 має значні габарити та вагу: її довжина сягає 2920 мм, ширина — 2490 мм, висота — 1540 мм, а загальна маса сягає 1390 кг. Технологічний процес передбачає випуск продукції у кількості від 40 до 80 брусків за хвилину. Така висока інтенсивність роботи генерує суттєві сили інерції та періодичні динамічні навантаження, що виникають унаслідок зворотно-поступальних рухів основних кінематичних блоків — об'ємного дозатора, пристрою формування бруска та роторного вузла пакування. З огляду на ці обставини, перед початком будь-яких робіт з монтажу проводиться детальне інструментальне обстеження несучої здатності залізобетонних перекриттів та підлоги виробничої зони.

Статичний тиск на опорну площу розподіляється через точки контакту станини, проте динамічна складова вимагає формування спеціалізованої бази для опори. Підготовка виробничої ділянки включає не лише вирівнювання поверхні цементно-піщаної стяжки за допомогою лазерних рівнемірів, а й організацію глибокої гідроізоляції. Оскільки цех із виробництва вершкового масла

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		42

належить до приміщень із постійно підвищеною вологістю (через необхідність регулярного санітарного очищення обладнання лужними та кислотними розчинами (система СІР-мийки)), потрапляння вологи у найдрібніші тріщини бетону може спричинити корозію арматури та зниження несучої здатності основи. Після завершення загальнобудівельних етапів здійснюється високоточне нанесення виносів осей симетрії автомата відповідно до загального плану креслення технологічної лінії, що забезпечує безпроблемну інтеграцію машини з підвідними лініями продукту та системами конвеєрів для вивозу.

.....

### **3.2 Характеристики основи: системи анкерного кріплення та чисельне моделювання навантажень**

Стандартна методика встановлення важкого промислового устаткування передбачає жорстке закріплення машини до масивного бетонного фундаменту. Надійне фіксування машини АРМ-01 є першочерговою вимогою для унеможливлення її зсуву під впливом відцентрових сил та для підтримання заданої точності дозування (з похибкою, що не перевищує  $\pm 2$  г на 100-грамовий брусок). Для забезпечення жорсткої фіксації обладнання, маса якого перевищує одну тону, інженерна практика найчастіше використовує спеціалізовані фундаментні анкерні елементи.

Відповідно до діючих стандартів та інструкцій з монтажу, для закріплення техніки такого рівня застосовуються фундаментні анкерні болти з діаметром у діапазоні від 12 до 48 мм, вибір яких залежить від розрахункового навантаження на виривання. Проектування анкерного вузла вимагає точного визначення глибини закріплення болта у бетонній масі. Згідно з рекомендаціями будівельних науково-дослідних інститутів, мінімальна глибина якірного закріплення повинна становити 10 номінальних діаметрів болта  $L = 10 \cdot d$ , що гарантує формування достатнього конуса відриву бетону при граничних навантаженнях. Для обчислення здатності анкерного з'єднання протистояти

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		43

вириванню використовується така математична формула:

де  $N_u$ — граничне зусилля виривання;  $A_c$ — площа проекції поверхні конуса руйнування бетону;  $R_{bt}$ — розрахунковий опір бетону розтягуванню;  $\gamma_c$ — коефіцієнт умов роботи.

З огляду на умови молочного виробництва, де устаткування систематично піддається впливу їдких речовин (молочна кислота, засоби для чищення) та високої вологості, звичайні анкерні елементи швидко руйнуються через корозію. Тому для фіксації АРМ-01 треба застосовувати або розпірні, або клинові (розклинюючі) анкери. Клиновий анкер складається з загартованих сталевих елементів та головки, виготовленої з комбінації циліндричного елемента і свинцю. При нагортанні кріпильної гайки свинцева частина деформується пластично, змушуючи сталеві сегменти розклинюватися та міцно вгризатися у стінки отвору. Для забезпечення максимальної надійності такі анкери рекомендується оснащувати кількома ущільнюючими сегментами на стрижні.

Особливо добре себе зарекомендували клинові анкери моделей ТЕП (розробка інженерів «Теплопроєкту») та ВНДІмонтажспецбуду при закріпленні апаратури, яка має значну вібрацію. Тип ТЕП має спеціальний розпірний механізм, котрий під дією моменту затягування надійно фіксується (заклинюється) у бетонній основі. Монтажна процедура вимагає суворого дотримання технології: спершу алмазним інструментом створюється отвір із точним діаметром; далі отвір ретельно продувається від бурового пилу стисненим повітрям; після введення анкера та вирівнювання рами автомата, гайки затягуються динамометричним ключем до моменту, визначеного проєктом. Хоча подібне жорстке кріплення забезпечує видатну стійкість у монолітному чи збірному залізобетоні, воно несе суттєвий мінус: вібраційні коливання, що виникають при роботі обладнання, безперешкодно передаються на несучі конструкції будівлі, спричиняючи з часом виснаження матеріалу та акустичний шум у цеху.

.....

### 3.3 Віброакустична амортизація та впровадження полімерних вібропідставок ОВ-31МП

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		44

Щоб запобігти перенесенню динамічних навантажень на підлогу та стіни, використовується безфундаментний спосіб монтажу із залученням пасивної та активної системи віброізоляції. Вібрації, які постійно генеруються механізмами АРМ-01 (кулачки, ексцентрики, пневмоциліндри), можуть не лише погіршити точність дозування вершкового жиру, але й прискорити знос вузлів ковзання самого апарату. Ефективне гасіння цих коливань можливе лише при повному усуненні жорсткої опори: між рамою агрегату та підлогою цеху монтують спеціальні пружні демпфуючі елементи — антивібраційні опори.

Математично ступінь віброізоляції описується коефіцієнтом вібропередачі (трансмісійності)  $T_r$ . Для системи з одним ступенем вільності та в'язким демпфуванням формула має вигляд:

де  $\omega$  — кутова частота джерела вібрації (робоча частота механізму);  $\omega_n$  — власна частота системи «пристрій-опора»;  $\zeta$  — параметр гасіння матеріалу опори. Для досягнення якісної віброізоляції слід дотримуватися умови  $\frac{\omega}{\omega_n} > \sqrt{2}$ , тобто власна частота опор повинна бути значно меншою за робочу частоту обладнання.

Орієнтовне статичне розрахункове навантаження на одну монтажну точку для машини АРМ-01 (вага 1390 кг) складає близько 347,5 кг (при використанні чотирьох опор). Стандартні опори, як от ОВ-31М, розраховані на робочі маси від 250 кг до 4500 кг та демонструють середню власну частоту у вертикальному напрямку близько 20 Гц. Однак звичайні еластомерні віброізолятори (типу ББ, БГ, ГГ) мають критичний недолік для харчового виробництва. Умови у маслоцеху передбачають неминучий контакт з молочним жиром, їдкими кислотними та лужними складами (під час санітарної обробки), а також промисловими мастилами. Гумова основа на базі традиційних каучуків швидко полімеризується («скловніє») під цим впливом, починає тріскатися, руйнуватися і повністю втрачає свої пружні властивості демпфування.

Отже, для надійного закріплення автомата АРМ-01 на потужності ТОВ «Старокостянтинів-Молоко» доцільно застосовувати новітні спеціалізовані

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		45

віброопори серії ОВ-31МП (модифікація GB Pro). Їх ключова перевага — повна відсутність гумових складових. Натомість у конструкції використано дві категорії високоміцних армованих полімерних сумішей. Одна суміш формує надміцний корпус, який за характеристиками міцності наближається до сталі, не піддається ні розкладу, ні корозії, а інша слугує як ізолююча «подушка».

Порівняльний аналіз експлуатаційних характеристик цих віброопор наведено у Таблиці 3.1.

Таб 3.1 Порівняльний аналіз технічних характеристик застосовуваних віброопор		
Технічний параметр	Класична віброопора ОВ-31М	Композитна віброопора ОВ-31МП
Діапазон робочих навантажень на 1 опору	250 – 4500 кг	5 – 3500 кг (від 50 Н до 35000 Н)
Матеріал демпфуючого елемента	Натуральна або синтетична гума	Спеціальний армований композит (без гуми)
Стійкість до агресивних рідин та мастил	Низька / Середня (поступове руйнування)	Абсолютна бензостійкість та стійкість до СОЖ
Діапазон робочих температур	Обмежений (деградація при нагріванні)	Від -30 °С до +120 °С
Технічний параметр	Класична віброопора ОВ-31М	Композитна віброопора ОВ-31МП
Геометричні розміри (Діаметр × Висота)	140 мм × 132 мм	120 мм × 115-300 мм

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		46

Сполучна шпилька	M16	M16 (опціонально M10-M30), висота шпильки 60-300 мм
Адаптивність до поверхні підлоги	Відсутня (вимагає ідеально рівної стяжки)	Подушка під навантаженням приймає форму нерівностей підлоги
Коефіцієнт звукопоглинання	Не нормований чітко	1.0 (максимальне поглинання структурного шуму)

Процедура інсталяції автомата на композитні антивібраційні опори типу ОВ-31МП є значно швидшою та вимагає менше зусиль, аніж облаштування традиційних анкерних баз. Починається все з підйому станини механізму за допомогою снарядження для такелажних робіт. Далі, у монтажні отвори станини вводяться гвинти для позиціонування — сталеві шпильки формату M16. На полімерну демпферну підкладку обов'язково встановлюється металева шайба, щоб рівномірно розподілити тиск. Після того, як шпильки угвинчені до упору в корпус віброопори, апарат обережно опускають на підлогу. Фінальний етап полягає у високоточному вирівнюванні автомата по горизонталі, що досягається обертанням регулювальних гайок на шпильках M16. Діапазон регулювання по вертикалі дає змогу нівелювати нерівності основи в межах 12–15 мм. Щойно ідеальний рівень досягнуто, систему фіксують, застосувавши додаткові контргайки. Такий метод встановлення без потреби у фундаменті не лише захищає виробничий цех від деструктивного впливу вібрацій, а й надає обладнанню гнучкості, що без значних клопотів трансформувати конфігурацію виробничого ланцюга у перспективі.

.....

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		47

### 3.4 Підтримання трибологічних умов та регламент роботи машини АРМ-01

Після успішного завершення етапів налагодження та тестування, автомат АРМ-01 переходить до промислового використання. Його експлуатація має неухильно відповідати настановам, викладеним у технічному паспорті виробника, а також чинним державним нормативам, зокрема ДСТУ 4399:2005 «Масло вершкове. Технічні умови». Відповідно до цього стандарту, технологічний процес виготовлення вершкового масла зобов'язує неухильно дотримуватися Державних санітарних правил (ДСП 4.4.4.011).

Робочий цикл машини startує з інспекції всіх систем безпеки та оцінки санітарного стану поверхонь, що контактують із продуктом. Завантажувальний бункер, виготовлений з харчової нержавіючої сталі, приймає попередньо охолоджене вершкове масло. Потім система шнеків подачі нагнітає сировину у секцію об'ємного дозатора. Водночас, із рулону подається пакувальний матеріал (зазвичай це пергамент, полімерна плівка або алюмінієва фольга, ламінована папером), з якого механізм формування брикетів створює оболонку. Дозатор забезпечує високу точність дозування порції у розмірі  $100 \pm 2$  грами масла у підготовлену тару, після чого формувальна матриця фіксує брикет, і штовхач відправляє його на вивідний конвеєр. Швидкість пакування оператор може плавно коригувати в межах 40–80 пачок за хвилину, використовуючи електропривід із частотним регулюванням.

Для підтримки такого темпу роботи критично важливим є забезпечення належного трибологічного супроводу системи — це означає підтримання оптимального змащення у всіх рухомих вузлах. Кінематична схема автомата АРМ-01 містить сотні пар тертя: зубчасті колеса у головному редукторі, ланцюги у приводах конвеєрів, просторові кулачкові механізми, підшипники кочення шнекових валів та напрямні елементи ковзання дозатора. Деградація цих компонентів безпосередньо позначається на точності фасування та загальному терміні служби машини.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		48

Специфіка роботи у харчовій індустрії диктує обов'язкове застосування лише спеціалізованих лубрикантів. На базі підприємства ТОВ «Старокостянтинів-Молоко» реалізовано політику використання мастил харчового класу з міжнародним допуском NSF H1 (мастильні речовини, контакт яких із харчовим продуктом є безпечним для здоров'я споживача). Це унеможливує токсикологічне забруднення вершкового масла у випадку пошкодження герметизації.

Регламент змащування обладнання поділено на декілька виробничих зон:

1. Картерне змащування: Застосовується для головного приводу та редукторів, де елементи занурені у масляне середовище. Тут використовуються синтетичні редукторні оливи (на базі поліальфаолефінів - PAO), що володіють високим індексом в'язкості, а також протиокислювальними та пінозапобіжними добавками. Заміна оливи виконується згідно з планово-запобіжним ремонтом (ППР) кожні 2000 робочих годин. Щоденно оператор моніторить рівень оливи через спеціальні оглядові вікна картера.
2. Консистентне змащування вузлів підшипників: Опорні підшипники шнеків та ротора, які піддаються впливу високої вологості та ризику контакту з водою під час санітарної обробки обладнання, змащуються через спеціалізовані точкові вводи (прес-маслянки). Для цих цілей застосовуються комплексні алюмінієві або сульфонат-кальцієві консистентні мастила класифікації NLGI 2. Хімічна структура цих мастил забезпечує виняткову стійкість до вимивання під дією гарячої води та лужних компонентів СІР-систем, зберігаючи надійний гідродинамічний прошарок між елементами кочення та доріжками підшипників.
3. Крапельне та аерозольне змащення відкритих механізмів: Роликові ланцюги конвеєрів та відкриті кулачкові профілі потребують періодичної обробки спеціальними адгезивними оливами, легованими тефлоном. Такі оливи здатні глибоко проникати у зазори ланцюга, після чого густішають, що запобігає їхньому розбризкуванню під впливом

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		49

відцентрових сил на максимальній швидкості роботи у 80 циклів за хвилину.

Комплексний підхід як до інсталяції на інноваційні композитні віброопори ОВ-31МП, так і до суворого дотримання схеми змащування, сертифікованої NSF H1, сприяє мінімізації зносу усіх деталей, зменшує енергозатрати приводів та гарантує тривалу, безперебійну роботу автомата АРМ-01 як складової виробничої лінії.

.....

### 3.5 Особливості монтажу та регламент обслуговування маслоутворювача А1-ОЛО

Поряд із модернізацією фасувального вузла, безперебійна робота лінії МПВВ критично залежить від апаратурного оформлення стадії фазового перетворення вершків. Зважаючи на високі вимоги до термодинамічного режиму кристалізації при виробництві високожирних сортів масла (зокрема, з масовою часткою жиру 82,5%), доцільним є використання трициліндрового маслоутворювача скребкового типу А1-ОЛО.

Цей апарат являє собою теплообмінник, у якому високожирні вершки одночасно піддаються інтенсивному охолодженню та потужному механічному впливу. Монтаж маслоутворювача А1-ОЛО має низку специфічних інженерних вимог:

Просторова стабілізація та підключення: Апарат монтується на підготовлену рівну поверхню із застосуванням антивібраційних опор для гасіння коливань від обертання внутрішніх витіснювальних барабанів. Особлива увага приділяється герметичності підключення до магістралі холодоносія (розсолу або крижаної води). Система трубопроводів має монтуватися з використанням гнучких вібровставок, щоб запобігти передачі гідравлічних ударів на сорочку охолодження апарата.

Точність нівелювання: Три робочі циліндри повинні бути виставлені

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
						50
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

строго горизонтально. Будь-який перекис призведе до нерівномірного розподілу вершків по внутрішній поверхні циліндра, що викличе локальне переохолодження емульсії та різке зниження якості консистенції готового продукту.

Регламент обслуговування робочих органів: Головним робочим елементом А1-ОЛЮ є плаваючі ножі-скребки, які знімають переохоложену плівку молочного жиру з внутрішніх стінок теплообмінника. У процесі інтенсивної експлуатації леза скребків зазнають механічного зносу. Відповідно до регламенту технічного обслуговування, оператор повинен здійснювати візуальний та інструментальний контроль стану скребків кожні 300 годин роботи машини. Зношені скребки залишають шар ізолюючого застиглому жиру на стінках, що різко знижує коефіцієнт теплопередачі та вимагає збільшення витрат холодноносія.

Санітарна обробка: Як і фасувальний автомат АРМ-01, маслоутворювач підключено до централізованої системи безрозбірного миття (CIP). Проте, через складну внутрішню геометрію (наявність барабанів та скребків), швидкість потоку мийних розчинів через циліндри А1-ОЛЮ повинна підтримуватися на рівні не менше 1,5 м/с для забезпечення необхідного турбулентного змивання білково-жирових відкладень.

Забезпечення належних трибологічних умов у підшипникових вузлах приводів маслоутворювача здійснюється шляхом застосування харчових консистентних мастил класу NSF Н1, що повністю узгоджується із загальнозаводською політикою безпеки праці та санітарії.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		51

## Висновки за розділом

Дослідження аспектів монтажу та експлуатації оновленого обладнання дозволило сформулювати такі висновки:

**Спосіб монтажу:** Замість традиційного фундаменту обґрунтовано використання безфундаментного монтажу на композитних віброопорах ОВ-31МП. Вони забезпечують повну віброакустичну ізоляцію (коефіцієнт звукопоглинання 1.0) та дозволяють нівелювати нерівності підлоги до 15 мм.

**Експлуатаційна стійкість:** Обрані полімерні опори є стійкими до молочного жиру та агресивних мийних засобів СІР-систем, на відміну від класичних гумових елементів.

**Трибологічний регламент:** Для забезпечення довговічності вузлів ковзання встановлено графік змащування з використанням виключно мастил харчового класу NSF H1, що гарантує токсикологічну безпеку масла.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		52

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Нормативно – правова база з охорони праці для підприємства

Створення безпечних умов на ділянці з виготовлення яблучних та грушевих чипсів ґрунтується на впровадженні системи правових, організаційних та санітарних заходів, що регулюють трудову діяльність персоналу. Згідно з встановленим порядком, загальне управління безпекою праці на об'єкті здійснює керівництво підприємства, а безпосередній нагляд за дотриманням правил у цеху переробки фруктів покладається на відповідальних осіб технічного складу. Головною метою цих заходів є мінімізація професійних ризиків та запобігання травматизму під час роботи з механічним та термічним обладнанням.

Функціонування ділянці регламентується переліком державних міжгалузевих та галузевих документів. Основним правовим актом є Закон України «Про охорону праці», який встановлює обов'язок роботодавця забезпечувати соціальний захист та здорові умови для кожного співробітника. З огляду на специфіку виробництва, що включає процеси миття, нарізки та високотемпературного сушіння, на підприємстві діють наступні акти:

- НПАОП 0.00-1.71-13. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідйомних кранів, підймальних пристроїв і відповідного обладнання;
- НПАОП 45.2-7.03-12. Санітарні норми щодо обмеження шуму та вібрації на робочих місцях;
- НПАОП 0.00-1.81-18. Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском;
- НПАОП 0.00-4.01-08. Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		53

індивідуального захисту;

- НПАОП 15.0-1.01-88. Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії в плодоовочевій промисловості.

.....

#### 4.2 Аналіз небезпечних факторів та ситуацій під час роботи

Автомат АРМ-01 являє собою електромеханічну установку з високою динамікою роботи. Підтримка продуктивності на рівні 80 упаковок за хвилину обумовлює наявність значної кількості як відкритих, так і прихованих рухомих елементів. Аналіз небезпек, проведений за методикою ДСТУ ISO 45001:2019, дозволив ідентифікувати низку критичних кінематичних ризиків, які можуть призвести до серйозних виробничих травм:

1. Зони Захоплення та Намотування: Система, що відповідає за розмотування пакувального матеріалу (фольги чи пергаменту), включає валики натягу та подачі, які обертаються з високою швидкістю. Існує значна ймовірність того, що в зону контакту цих валків потраплять елементи вільного робочого одягу, рукавиці або волосся працівника.

2. Зони Різання та Стискання: Вузол, що відповідає за відсікання розгорнутого пакувального матеріалу (гільйотинний механізм), а також об'ємна форма, що формує брикет, виконують потужні рухи по зворотно-поступальному принципу. Якщо оператор спробує вручну поправити застряглий папір або прибрати залишки продукту, не зупинивши обладнання, це може спричинити травматичне ушкодження (ампутацію фаланг пальців або кисті).

3. Шнековий Механізм Подачі: Бункер для завантаження сировини оснащений великими шнеками (гвинтами Архімеда) для подачі масла у дозуючий пристрій. Ця ділянка є надзвичайно небезпечною; потраплення частин тіла у робочу зону шнека неминуче призведе до важких множинних травм.

З метою повного усунення ідентифікованих кінематичних загроз, інженерний відділ ТОВ «Старокостянтинів-Молоко» запровадив комплекс

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		54

запобіжних заходів. Усі зони підвищеної небезпеки автомата АРМ-01 обладнані суцільними захисними огороженнями з нержавіючої сталі, доповненими прозорими екранами з високоміцного полікарбонату, які фізично унеможливають доступ до елементів, що рухаються, поки машина працює. У конструкцію інтегровано систему електрокерування безпеки: на всіх захисних панелях та кожухах змонтовано магнітні датчики безпеки (кінцеві вимикачі). Якщо будь-який екран буде відчинено під час процесу пакування, система негайно розриває ланцюг живлення головного приводу, активуючи електромагнітні гальма, що забезпечує зупинку механізмів за долі секунди (функція Аварійна Зупинка E-Stop).

Додатково, для виконання робіт із технічного обслуговування, змащення чи очищення обладнання, обов'язковим є застосування протоколу LOTO (Блокування/Маркування). Цей порядок вимагає повного вимкнення живлення автомата на головному розподільчому щиті з подальшим встановленням індивідуального механічного замка та попереджувального ярлика, що фізично перешкоджає випадковому запуску обладнання іншим працівником до завершення всіх сервісних операцій.

.....

### 4.3 Заходи безпеки

Виробництво вершкового масла створює особливі мікрокліматичні умови, які суттєво впливають на показники електробезпеки. Відповідно до нормативів ДСТУ 4399:2005 та санітарних вимог, усе технологічне обладнання, комунікації та підлога цеху для виробництва масла піддаються регулярному інтенсивному миттю під тиском води з використанням спеціалізованих лужних та кислотних дезінфікуючих засобів. Присутність струмопровідних рідин (води, сироватки, розчинів кислот) на підлозі класифікує цей цех як зону підвищеної небезпеки ураження персоналу електрикою.

Математична оцінка ризику базується на застосуванні закону Ома до

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
						55
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

людського тіла. Величина електричного струму, що проходить через тіло ( $I_h$ ), визначається як відношення прикладеної напруги дотику ( $U_t$ ) до опору тіла людини ( $R_h$ ). Під впливом вологи опір шкірного покриву різко падає (часто з діапазону 10-100 кОм до 1 кОм чи менше). Це означає, що при контакті з фазною напругою 220 В гарантовано протікає струм, який значно перевищує поріг, здатний викликати фібриляцію серця (приблизно 100 мА).

Для усунення небезпеки електротравматизму під час роботи автомата АРМ-01 упроваджено багатоетапну систему електричного захисту, яка відповідає вимогам Правил улаштування електроустановок (ПУЕ):

Герметизація та Ступінь Захисту Корпусу (IP-рейтинг): Усі електричні компоненти машини (електродвигуни, що приводять у рух шнеки та ротор, клемові коробки, оптичні та індуктивні сенсори, електропневматичні клапани) мають клас захисту від проникнення пилу та вологи не менше IP65, а там, де є пряме потрапляння струменів мийних розчинів під тиском — IP66/IP67. Щит керування автоматом виготовлений у герметичному корпусі з використанням гумових ущільнювачів по периметру дверей.

Система Зрівнювання Потенціалів та Заземлення: Корпуси машини, металеві захисні екрани, рами конвеєрів та корпуси двигунів надійно з'єднані із загальною магістраллю заземлення цеху за допомогою гнучких мідних провідників значного перерізу. Розрахункове значення опору заземлювального контуру підприємства підтримується на рівні строго не більше 4 Ом. Це гарантує, що у випадку пробоя ізоляції на корпус струм замикання піде по заземлюючому контуру, а не через тіло працівника.

Автоматичне Вимкнення Живлення (ПЗВ): Силові електричні кола живлення автомата обладнані захисними пристроями відключення (диференційними автоматами) з номінальним струмом витоку, що не перевищує 30 мА. У разі пошкодження кабелю та виникнення навіть мінімального струму витоку на корпус, ПЗВ знеструмлює лінію менш ніж за 0,03 секунди.

Застосування Безпечної Напруги: Для повного виключення ризику ураження електрикою під час роботи з пультом управління, усі ланцюги, які

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		56

відповідають за сигнали, керування, освітлення та живлення сенсорів, переведено на безпечну, гальванічно ізольовану напругу 24 В постійного струму.

Фізичний Захист Кабельних Трасс: Усі кабелі, що ведуть від шафи управління до виконавчих механізмів, прокладені або у захисних полімерних гнучких металорукавах, або у закритих лотках з нержавіючої сталі, що повністю виключає їх пошкодження внаслідок механічних впливів від рухомих частин машини чи складського транспорту.

.....

#### 4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Керування небезпеками займання на молочних виробництвах уможливується завдяки детальному прорахунку загального обсягу горючих речовин. Визначення класів приміщень за критеріями вибухопожежної та пожежної безпеки на потужностях ТОВ «Старокостянтинів-Молоко» чітко підпорядковується національному стандарту ДСТУ Б В.1.1-36:2016 та чинним будівельним нормам проектування ОНТП 24-86 (НАПБ Б.07.005-86).

Маслоробний цех відзначається унікальним температурно-власнісним профілем горючих субстанцій. З одного боку, основний продукт – вершкове масло – згідно з ДСТУ 4399:2005, містить значну частку молочного жиру (п'ятдесят до вісімдесяти двох з половиною відсотків). Цей жир є органічною речовиною, схильною до горіння. Однак вміст води (від шістнадцяти до двадцяти п'яти відсотків) та низька температура пакування (орієнтовно 10–15 градусів Цельсія) практично унеможливають його самозаймистість чи початок горіння від слабких джерел іскріння. З іншого боку, процеси пакування нерозривно пов'язані із застосуванням великої кількості додаткових пакувальних матеріалів. Згідно з технологічним регламентом, масло, фасоване за вагою, розміщується у картонних ящиках (нетто від 3 до 20 кілограмів), рулонах пергаменту, поліетиленовій плівці та фользі з алюмокартонним покриттям. Картон та папір мають теплоту згоряння приблизно 13–15 мегаджоулів на кілограм і

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		57

здатні до швидкого розповсюдження полум'я.

З огляду на загальну сукупність горючих речовин (пакувальні матеріали, ізоляція електричних кабелів, мастила в редукторах упаковального автомата), цех із виготовлення вершкового масла зазвичай класифікується відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 як приміщення категорії «В» (з підвищеною пожежною небезпекою) або «Д» (з низькою пожежною небезпекою), що залежить від обсягу добового резерву тари, збереженої безпосередньо у зоні обслуговування автомата АРМ-01.

Для забезпечення безпеки від пожеж та належної евакуації персоналу були запроваджені такі організаційно-технічні заходи:

1. Контроль пожежного навантаження: Зберігання місячного запасу пакувальних рішень у цеху суворо заборонено. До автомата АРМ-01 подається лише та кількість тари (картонних блоків), яка необхідна для безперебійної роботи протягом однієї зміни. Основні обсяги резерву розміщуються на окремо облаштованому складі, захищеному протипожежними бар'єрами.

2. Системи автоматичного виявлення пожеж: У цеховому приміщенні змонтовано сповіщувачі, що реагують на тепло та дим. Сигналізаційна мережа інтегрована з інженерними комунікаціями: у разі фіксації займання автомата негайно припиняє роботу припливно-витяжної вентиляції, аби перекрити доступ повітря до джерела вогню та запобігти переміщенню токсичних газів до інших відділів заводу.

3. Первинні засоби ліквідації загорянь: Зважаючи на присутність електричних пристроїв під напругою, робоча зона автомата АРМ-01 забезпечена вуглекислотними вогнегасниками (типу ВВК) для гасіння електроустановок без ризику створення короткого замикання, а також порошковими вогнегасниками (типу ВП) для усунення займань твердих горючих матеріалів (картон, полімери). Застосування пінних чи водою заснованих засобів заборонено до моменту повної деактивації електропостачання цеху.

4. Планування шляхів евакуації: При розміщенні габаритного автомата (габарити 2920x2490 мм) були дотримані безпечні дистанції до стін та

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		58

суміжного обладнання. Ширина головних проходів становить мінімум 1,2–1,5 метра, що гарантує безперешкодне та швидке виведення персоналу у безпечний простір у разі задимлення.

.....

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
						59
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

## Висновки за розділом

Детальне інженерно-управлінське дослідження процесів монтажу, експлуатації та забезпечення безпеки апарата для пакування вершкового масла АРМ-01 на потужностях ТОВ «Старокостянтинів-Молоко» підтверджує необхідність комплексного підходу до модернізації об'єктів харчової промисловості.

У технологічному сенсі доведено, що жорстка фіксація за допомогою анкерних кріплень, хоча й забезпечує стабільність положення, суттєво поступається нефундаментним технологіям монтажу, базованим на композитних антивібраційних опорах серії ОВ-31МП. Впровадження цих передових опор дозволяє ефективно демпфувати структурні шуми та вібрації, що генеруються важкими (вагою 1390 кг) та високошвидкісними (до 80 робочих циклів за хвилину) механізмами. Їхня висока стійкість до корозійного середовища харчового виробництва та коливань температур усуває ключові недоліки типових гумово-металевих ізоляторів. Адекватне технічне обслуговування, підкріплене науково обґрунтованим вибором мастильних речовин класу NSF Н1 для різних режимів тертя (гідродинамічного та еластогідродинамічного), забезпечує тривалий експлуатаційний термін механізмів та відповідність санітарним вимогам ДСТУ 4399:2005.

В аспекті охорони праці, перехід підприємства на проактивну, засновану на оцінці ризиків, модель управління згідно з міжнародним стандартом ДСТУ ISO 45001:2019 формує якісно нову культуру безпеки. Виявлення всіх можливих небезпек сприяло впровадженню системи багаторівневого захисту: від механічних захисних екранів та систем блокування на рухомих частинах до застосування УЗО (ПЗВ), пило- та вологозахисту ступеня IP 65/66 в умовах підвищеної вологості цеху та жорсткого контролю пожежного навантаження згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Поєднання цих інженерних рішень та управлінських регламентів створює міцну базу для безаварійної та високоприбуткової роботи осучасненої технологічної лінії.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		60

## 5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВДОСКОНАЛЕНОЇ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ВЕРШКОВОГО МАСЛА

### 5.1 Макроекономічне обґрунтування та формування виробничої програми підприємства

Головною стратегічною ціллю цього інвестиційного замислу є всеосяжна модернізація та інженерне оновлення апаратної складової технологічного процесу на виробничих потужностях ТОВ «Старокостянтинів-Молоко». Впровадження новаторських рішень націлене на гарантування безперебійного, високоавтоматизованого та енергозберігаючого випуску високоякісного солодковершкового селянського масла, що відповідає стандартам ДСТУ 4399:2005 за вмістом жиру 73%. Ключовим чинником підвищення економічної віддачі є інкорпорація сучасного фасувального та пакувального обладнання карусельного типу (АРМ), обладнаного лінійними приводами, сервомотором для дозатора та інтелектуальною системою динамічного зважування. Завдяки цій технології усуваються приховані фінансові витрати, спричинені постійним надмірним дозуванням продукту (ефект "giveaway"), що суттєво збільшує прибутковість кожної виробленої партії на тлі високих цін на молочний жир.

Виробничий план підприємства формується, виходячи з математичного обчислення пропускної здатності вузлів, що найбільше обмежують лінію: це спеціалізований пластинчасто-скребковий апарат для формування масла (трансмутатор) та швидкість роботи пакувального комплексу. Запланована та обґрунтована у попередніх розділах проєктна спроможність модернізованої лінії становить точно 3000 кілограмів (3 тонни) фасованого вершкового масла 73% за одну повну робочу зміну. Для забезпечення оптимального використання вкладеного капіталу, робочий графік підприємства побудований на інтенсивному двозмінному циклі: 16 годин доби виділяється для безпосередньої експлуатації та фасування, тоді як 8 годин резервуються для виконання суворо регламентованих заходів санітарної обробки (автоматизоване миття за

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		61

технологією СІР із застосуванням гарячих лужних та кислотних розчинів), стерилізації за допомогою УФ-ламп та поточного технічного обслуговування рухомих частин. Кількість фактичних робочих днів на рік встановлена як 250 діб, що враховує зупинки для планово-запобіжних ремонтів (ПЗР).

Річний загальний обсяг виготовлення кінцевого продукту (вершкового масла 73%), який позначається як  $V_{\text{мас}}$ , визначається шляхом застосування лінійної формули виробничої потужності:

$$V_{\text{мас}} = M_{\text{зм}} \cdot N_{\text{зм}} \cdot D_{\text{р}},$$

де:

$M_{\text{зм}}$  — розрахункова кінематична продуктивність технологічної лінії за одну робочу зміну (3 тонни);

$N_{\text{зм}}$  — кількість робочих змін на добу (2 зміни);

$D_{\text{р}}$  — річний ефективний фонд робочого часу підприємства (250 діб).

$$V_{\text{мас}} = 3 \cdot 2 \cdot 250 = 1500 \frac{\text{тонн}}{\text{рік}}.$$

Аби забезпечити виконання сеї значної виробничої програми, є нагальна потреба провести високоточний прорахунок необхідної кількості вихідної сировини — а саме, свіжого коров'ячого молока гатунку «екстра». Згідно з розрахунками, які ґрунтуються на наукових технологічних даних, витрата базисного молока (стандартизованого за жирністю на рівні 3,2%) для отримання одного кілограма вершкового масла з жирністю 72,5–73% складає 23,3 кілограма. Проте, зважаючи на те, що закупівельна стратегія ТОВ «Старокостянтинів-Молоко» суворо сфокусована на придбанні лише екстра-гатунку з великих промислових молочних комплексів, яке традиційно має вищий вміст жиру (стабільно в межах 3,75–3,80%), нормативний коефіцієнт витрат ( $N_{\text{в}}$ ) підлягає зниженню і встановлюється на позначці рівно 20,0 кілограмів молока на кожен кілограм готового селянського масла з жирністю 73%.

Річний загальний попит підприємства на первинну молочну сировину ( $V_{\text{мол}}$ ) розраховується через множення планового обсягу випуску на встановлений норматив:

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		62

$$V_{\text{мол}} = V_{\text{мас}} \cdot N_{\text{в}} = 1500 \cdot 20,0 = 30000 \frac{\text{тонн}}{\text{рік}}$$

Ключовим елементом для збільшення загальної прибутковості молокопереробних заводів, що застосовують метод перетворення жирних вершків (МПВВ), є ступінь утилізації та глибина переробки вхідної речовини. У результаті первинного та вторинного етапів відцентрового розділення 30 000 тонн молока утворюється значний обсяг побічної продукції — молока знежиреного (яке має жирність 0,05%) та маслянки солодкої (з жирністю приблизно 0,40%).

Обсяг побічних продуктів ( $V_{\text{поб}}$ ), враховуючи необхідні технологічні втрати у трубопроводах, на поверхнях резервуарів та під час пастеризації (які на сучасних автоматизованих лініях закритого типу не перевищують 0,5% від загального об'єму), розраховується так:

$$\begin{aligned} V_{\text{поб}} &= V_{\text{мол}} \cdot 0,995 - V_{\text{мас}} = 30000 \cdot 0,995 - 1500 = 29850 - 1500 \\ &= 28350 \frac{\text{тонн}}{\text{рік}} \end{aligned}$$

Ця величезна маса знежиреної водно-білкової фракції (28 350 тонн) жодним чином не має розглядатися як відходи виробництва. Вона містить як повноцінний нативний молочний білок (казеїн та сироваткові фракції), так і цінну лактозу та мінеральні сполуки. Ця вторинна сировина підлягає обов'язковій подальшій комерціалізації: вона направляється на внутрішні виробничі потужності для виготовлення сухого знежиреного молока (СЗМ) за допомогою вакуум-випарних апаратів, використовується для виробництва кисломолочних продуктів або ж реалізується стороннім замовникам, що формує потужний додатковий грошовий інжектор, який відчутно знижує сукупну собівартість основного продукту — масла вершкового.

.....

## 5.2 Формування та всебічне обґрунтування потреби у капіталовкладеннях

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		63

Для практичного втілення цього амбітного інвестиційного плану потрібне залучення значного обсягу фінансових ресурсів ( $K_{\text{заг}}$ ), які будуть скеровані на повне оновлення основних виробничих фондів, глибоку перебудову цехових приміщень відповідно до вимог санітарного дизайну, а також формування достатнього стартового оборотного капіталу для запобігання касовим розривам. Детальна архітектура та структура цих капітальних витрат представлена нижче.

#### Інвестиції у виробниче та резервуарне устаткування ( $K_{\text{обл}}$ )

Повна модернізація передбачає закупівлю сучасного комплексу апаратури, необхідного для впровадження безперервного термодинамічного процесу перетворення жирних вершків (МПВВ). На базі аналізу актуальних комерційних пропозицій від провідних світових та вітчизняних виробників обладнання сформовано перелік ключових капіталоемних секцій технологічної лінії:

Секція сепарації (зона первинної обробки): Монтаж високошвидкісних промислових вершкоутворювачів напівзакритого типу, оснащених автоматизованою гідравлікою для відцентрового видалення осаду. Потужність апаратів підібрано на рівні 5–10 тонн/год, що дозволить синхронно приймати та первинно обробляти 120 тонн молока за добу. Орієнтовна вартість цього сепараційного вузла складає 8 500 000 гривень.

Блок пастеризації та охолодження (ППОУ): Інтеграція новітніх пластинчастих теплообмінників з оптимізованим профілем пластин, що забезпечує коефіцієнт рекуперації тепла до 92%. Таке інженерне рішення суттєво зменшує подальше споживання енергії котельним комплексом підприємства. Вартість термічного модуля — 4 200 000 гривень.

Автомат фасування та пакування модернізований (Тип «АРМ»): Це центральний, визначальний елемент усього проєкту. Карусельна машина обладнана інноваційними сервоприводами для об'ємного дозування, високоінтенсивним УФ-випромінювачем для безконтактної стерилізації покриття з

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		64

алюмінієвої фольги та тензометричними системами контролю. Вартість цього високоточного механізму оцінюється у 6 800 000 гривень.

Спеціалізований агрегат МПВВ (зона перетворення): Включає двостінні ємності для нормалізації жирних вершків з рамними мішалками, трубчасті пастеризатори вершків високого тиску (здатні до обробки при температурі до  $120^{\circ}\text{C}$ ) та ключовий пристрій — багатоциліндровий трансмутатор пластинчасто-скребкового типу, де шляхом інтенсивного механічного зсуву та попереднього охолодження відбувається зміна фазового стану. Комплекс для фазового перетворення коштує 12 500 000 гривень.

Додаткове інженерне забезпечення та комунікації: Повністю автоматизована мийна станція для безрозбірного миття, парк інтелектуальних роторних насосів об'ємного типу для делікатного транспортування в'язких вершків, кілометри магістральних трубопроводів, виготовлених з легованої харчової сталі AISI 316L, пневматична запірна арматура, система повітряної фільтрації HEPA та композитні антивібраційні опори ОВ-31МП для монтажу обладнання безпосередньо на підлозі. Вартість цього інфраструктурного пакета — 13 000 000 гривень.

Загальна сума прямих вкладень у технологічний парк апаратури складає:

$$K_{\text{обл}} = 45000000 \text{ грн.}$$

Супутні капітальні витрати та облаштування інфраструктури

Витрати, пов'язані зі складною міжнародною та внутрішньою логістикою великогабаритного устаткування, його такелажем, високоточним електромеханічним монтажем, підключенням до наявних комунікацій (гарячої пари, охолодженої води  $1-2^{\circ}\text{C}$ , стисненого повітря, трифазного живлення), а також тривалий етап пусконаладжувальних робіт із залученням інженерів від компаній-виробників ( $K_{\text{монт}}$ ), за науково обґрунтованою практикою оцінюються у 25% від загальної вартості самої техніки:

$$K_{\text{монт}} = K_{\text{обл}} \cdot 0,25 = 45000000 \cdot 0,25 = 11250000 \text{ грн.}$$

Масштабна просторова перебудова виробничої зони неминуче вимагає адаптації та ремонту наявних площ цеху ( $K_{\text{б\ddot{y}д}}$ ). Це включає зняття старого

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		65

покриття, заливку спеціалізованої монолітної поліуретанової підлоги, стійкої до кислот, встановлення сендвіч-панельних перегородок для зонування простору згідно з необхідними класами чистоти ISO 8, а також будівництво потужних, добре теплоізольованих холодильних сховищ (термостатів) для витримки готового фасованого масла протягом трьох діб при температурі 14...16 °С. На будівельні та монтажні роботи закладено бюджет 20 000 000 гривень.

Окрім того, для успішного та безперебійного старту серійного виробництва критично важливим є формування початкового фонду оборотних коштів ( $K_{об}$ ). Ця фінансова «подушка» у розмірі 18 750 000 гривень призначена для попередньої оплати перших великих партій молока-сировини, рулонів пакувальної фольги, тари та концентрованих хімікатів для системи СІР до того, як надійдуть перші кошти від реалізації готової продукції.

Сумарні інтегровані капітальні інвестиції у даний проєкт ( $K_{заг}$ ) визначаються наступною сумою:

$$K_{заг} = K_{обл} + K_{монт} + K_{буд} + K_{об},$$

$$K_{заг} = 45000000 + 11250000 + 20000000 + 18750000 = 95000000 \text{ грн.}$$

.....

### 5.3 Формування виробничих витрат та точний розрахунок собівартості продукції

Оцінка фінансової стійкості інвестиційного проєкту базується на скрупульозному обрахунку операційних витрат, які класифікують за визначеними економічними складовими.

Найбільшою позицією у загальній структурі операційних витрат молочного виробництва є придбання основної сировинної бази. Згідно з аналізом макроекономічної ситуації, у лютому 2026 року вартість закупівлі молока найвищого гатунку на українському ринку зафіксувалася на позначці 16,00 грн/кг без урахування ПДВ. Загальна вартість придбаного незбираного молока ( $B_{мол}$ ) для забезпечення річного плану виробництва розраховується як:

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		66

$$B_{\text{мол}} = V_{\text{мол}} \cdot P_{\text{мол}} = 30000 \text{ тонн} \cdot 16000 \frac{\text{грн}}{\text{тонна}} = 480000000 \text{ грн.}$$

Однак, як було вже зазначено, фінансові показники підприємства успішно коригуються та оптимізуються завдяки повноцінній переробці побічних продуктів. Прогнозований дохід від реалізації 28 350 тонн знежиреного молока та вершкової маслянки ( $D_{\text{поб}}$ ) за середнім оптовим/внутрішньогруповим трансфертним тарифом 6 000 грн за тонну складає:

$$D_{\text{поб}} = V_{\text{поб}} \cdot P_{\text{поб}} = 28350 \cdot 6000 = 170100000 \text{ грн.}$$

Чистий матеріальний тягар, пов'язаний із молочною сировиною ( $B_{\text{сир}}$ ), який безпосередньо включається до собівартості 73% вершкового масла, визначається як різниця між цими сумами:

$$B_{\text{сир}} = B_{\text{мол}} - D_{\text{поб}} = 480000000 - 170100000 = 309900000 \text{ грн.}$$

Видатки на пакувальні матеріали ( $B_{\text{пак}}$ ) займають наступне важливе місце. Для гарантування тривалого терміну зберігання (до 90 діб) без ризику жирового окислення, потрібне застосування дорогого багатошарового захисного матеріалу, а саме: ламінованої алюмінієвої фольги, а також міцних гофрокартонних коробів для групових упаковок. Сукупні витрати на пакування орієнтовно становлять 10 500 грн на кожну тонну готової фасованої продукції.

$$B_{\text{пак}} = V_{\text{мас}} \cdot 10500 = 1500 \cdot 10500 = 15750000 \text{ грн.}$$

Загальний чистий обсяг матеріальних затрат ( $B_{\text{мат}}$ ) дорівнює сумі:

$$B_{\text{мат}} = B_{\text{сир}} + B_{\text{пак}} = 309900000 + 15750000 = 325650000 \text{ грн.}$$

Витрати на енергоносії (розрахунок теплового балансу)

Переоснащена лінія переробки молока демонструє високу інтенсивність теплових процесів: необхідність стрімкого підігріву потоку жирних вершків до 120 °С для повної деактивації термостабільних ліпазних ферментів та негайного, шокового охолодження у спеціальних апаратах до температури, потрібної для початку масової кристалізації, що становить 12–15 °С.

Облікова витрата промислової електрики (забезпечення роботи потужних холодильних аміачних установок, живлення високошвидкісних центрифуг-сепараторів та сервоприводів пакувального обладнання) визначена інженерним

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		67

методом як 285 кВт·год на тонну масла. За комерційним тарифом для виробництва (6,48 грн/кВт·год):

$$B_{ел} = 1500 \text{ тонн} \cdot 285 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{т}} \cdot 6,48 \frac{\text{грн}}{\text{кВт}} \cdot \text{год} = 2770200 \text{ грн.}$$

Облікові витрати природного газу, що використовується у паровому котлі для забезпечення пастеризації та підігріву розчинів для санітарної обробки, завдяки ефективності рекуперації тепла у пластинчастих теплообмінниках, становлять лише 55 кубометрів на одну тонну виробленої продукції. За поточною ринковою ціною 21,38 грн/м<sup>3</sup>:

$$B_{газ} = 1500 \cdot 55 \cdot 21,38 = 1763850 \text{ грн.}$$

Видатки на водопостачання з артезіанських свердловин та на відведення промислових стоків (включно з щоденним зливом нейтралізованих вод із СІР-установки) сукупно оцінюються на рівні 2 200 000 грн за рік. Загальна сума витрат на енергоносії та комунальні послуги ( $B_{ен}$ ) складає 6 734 050 грн.

Видатки на оплату праці та обов'язкові соціальні внески

Керування високоавтоматизованою виробничою лінією не передбачає великої потреби у низькокваліфікованій ручній праці, проте вимагає наявності високопрофесійного персоналу. Штатний розклад обслуговуючих працівників лінії (зокрема зони пакування) налічує 14 висококваліфікованих фахівців (технологи, оператори програмованих логічних контролерів, механіки, спеціалісти з фізико-хімічного контролю).

З огляду на складні умови на ринку праці Хмельницької області у 2026 році, де базова середня зарплата технолога починається від 16 750 грн, для утримання провідного інженерного штату, здатного працювати зі складними системами (сервоприводи, стандарти ISO 45001), середньомісячна заробітна плата (включаючи бонуси за виконання ключових показників) встановлена на конкурентному рівні 25 000 грн.

Річний фонд оплати праці (ФОП):

$$\text{ФОП} = 14 \text{ особи} \cdot 25000 \frac{\text{грн}}{\text{місяць}} \cdot 12 \text{ місяців} = 4200000 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок (ЄСВ), який відповідно до чинного

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		68

законодавства становить 22% від загального фонду заробітної плати:

$$ЄСВ = 4200000 \cdot 0,22 = 924000 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на персонал ( $B_{\text{перс}}$ ) складають 5 124 000 грн.

Амортизаційні відрахування та загальновиробничі витрати

Щоб перенести вартість основних фондів у собівартість кінцевого продукту, застосовується податковий метод нарахування амортизації — пря-  
молінійний. Середньорічна норма амортизації для харчового технологічного  
обладнання, яке експлуатується у несприятливому кислотно-лужному середо-  
вищі, встановлена на рівні 10% від загальної вартості обладнання разом із вит-  
ратами на його монтаж ( $K_{\text{обл}} + K_{\text{монт}} = 56250000$ ).

$$A = 56250000 \cdot 0,10 = 5625000 \text{ грн.}$$

Інші постійні й змінні операційні витрати ( $B_{\text{інші}}$ ), які охоплюють витрати  
на трибологічний супровід (застосування дорогих харчових мастил із  
сертифікатом NSF H1 для редукторів автоматизованих ліній), плановий  
ремонт, метрологічне підтвердження справності тензодатчиків, витрати на  
маркетинг, логістику готової продукції та обов'язкове страхування майна,  
визначено у сумі 3 500 000 грн на річний період.

Інтегральна собівартість продукції

Загальна річна собівартість випуску 1500 тонн селянського масла  
вершкового 73% жирності ( $C_{\text{заг}}$ ) являє собою суму всіх розрахованих  
операційних витрат підприємства:

$$C_{\text{заг}} = B_{\text{мат}} + B_{\text{ен}} + B_{\text{перс}} + A + B_{\text{інші}},$$

$$\begin{aligned} C_{\text{заг}} &= 325650000 + 6734050 + 5124000 + 5625000 + 3500000 \\ &= 346633050 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Ключовий фінансовий показник — питома собівартість виготовлення од-  
нієї тонни вершкового масла 73% ( $C_{\text{пит}}$ ):

$$C_{\text{пит}} = \frac{346633050}{1500} = 231088,70 \frac{\text{грн}}{\text{тонна}} \approx 231,09 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}$$

.....

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		69

## 5.4 Фінансові результати, показники рентабельності та строк окупності

Оцінка комерційної успішності та прогнозування доходності інвестиційного проекту базується на стриманій оцінці оптової ринкової ціни реалізації вершкового масла 73% на території України. За результатами моніторингу ринку станом на лютий 2026 року, фасоване та монолітне масло цієї жирності збувається за гуртовою вартістю у межах 260 000 грн за тонну (що еквівалентно 260 грн за кілограм).

Річний прогнозований валовий дохід (виторг,  $R$ ) від повної реалізації виробленого обсягу розраховується так:

$$R = V_{\text{мас}} \cdot P_{\text{реалізації}} = 1500 \text{ тонн} \cdot 260000 \frac{\text{грн}}{\text{тонна}} = 390000000 \text{ грн.}$$

Валовий операційний прибуток ( $P_{\text{вал}}$ ) до оподаткування, що залишається у розпорядженні підприємства після покриття усіх витрат:

$$P_{\text{вал}} = R - C_{\text{заг}} = 390000000 - 346633050 = 43366950 \text{ грн.}$$

Операційна рентабельність виробничого процесу ( $R_{\text{в}}$ ), що слугує основним індикатором ефективності задіяних капітальних і матеріальних ресурсів:

$$R_{\text{в}} = \left( \frac{P_{\text{вал}}}{C_{\text{заг}}} \right) \cdot 100\% = \left( \frac{43366950}{346633050} \right) \cdot 100\% = 12,51\%.$$

Чистий прибуток компанії ( $P_{\text{чист}}$ ) після виконання фіскальних обов'язків (сплата податку на прибуток за загальною ставкою 18%):

$$P_{\text{чист}} = P_{\text{вал}} \cdot (1 - 0,18) = 43366950 \cdot 0,82 = 35560899 \text{ грн.}$$

Показник терміну окупності інвестованого капіталу ( $T_{\text{ок}}$ ) розраховується як співвідношення загальної суми початкових інвестицій до річного грошового потоку (який складається із чистого прибутку та нарахованої амортизації, що залишається на балансі компанії):

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{заг}}}{P_{\text{чист}} + A} = \frac{95000000}{35560899 + 5625000} = \frac{95000000}{41185899} \approx 2,31 \text{ роки.}$$

.....

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		70

## 5.5 Зведена техніко-економічна характеристика проєкту та аналіз макроекономічної чутливості

Для забезпечення кращої наочності та структурування всього масиву отриманих економічних розрахунків, результати математичного моделювання представлені у фінальній Таблиці 5.1.

№	Найменування показника	Одиниця	Значення (масло 73%)
1	Річний обсяг випуску готової продукції	тонн	1 500
2	Річна потреба у молоці-сировині (3,75% жиру)	тонн	30 000
3	Загальні капітальні інвестиції ( $K_{\text{заг}}$ )	грн	95 000 000
4	Повна річна собівартість ( $C_{\text{заг}}$ )	грн	346 633 050
5	Питома собівартість 1 кг масла	грн/кг	231,09
6	Оптова ціна реалізації 1 кг	грн/кг	260,00
7	Річний валовий дохід (виручка)	грн	390 000 000
8	Чистий прибуток після оподаткування (18%)	грн	35 560 899
9	Операційна рентабельність	%	12,51
10	Термін окупності ( $T_{\text{ок}}$ )	роки	2,31

Оцінка інвестиційної чутливості та управління супутніми ризиками: Розроблена детермінована фінансова модель віщує позитивну операційну прибутковість на рівні 12,51% та прийнятний для машинобудівних проєктів період рентабельності, що становить 2,3 роки. Тим не менше, у контексті загального фінансового аналізу, подібна маржинальність є вкрай нестабільною перед

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		71

лицем глобальних макроекономічних коливань, які прогнозуються для цієї галузі.

Як було зазначено у галузевому огляді, у другому півріччі 2026 року очікується дефіцит молочної сировини в межах 30% на території України. Якщо це скорочення пропозиції спричинить нехай навіть невелике зростання закупівельної вартості молока вищого гатунку лише на 12,5% (з поточних 16,00 грн до 18,00 грн за кілограм), то гранична собівартість виробництва одного кілограма масла зі вмістом жиру 73% миттєво підніметься з 231 грн до приблизно 259 грн. За умов, коли гуртова відпускна ціна (260 грн/кг) залишається сталою, обмежена імпортом та купівельною спроможністю населення, операційний прибуток фірми скоротиться до критичного мінімуму (близько 0,3%), перетворюючи високотехнологічне підприємство на фінансово обтяжливий актив.

Крім того, вершкове масло 73% жирності типу «Селянське» містить значну кількість водної складової (плазми) — понад 25%. Це створює серйозні перешкоди для успішної експортної діяльності даного продукту. Високий рівень вологості у маслі 73% також експоненціально підвищує мікробіологічні загрози та вірогідність гідролітичного розпаду жирових компонентів при тривалому зберіганні, навіть при використанні ультрафіолетової стерилізації пакувальної фольги на апараті АРМ.

Ці незаперечні фінансові обставини та фундаментальні закони фізичної хімії забезпечують потужну наукову аргументацію для необхідності рішучої зміни стратегічного напрямку розвитку підприємства, що детально викладено у заключній частині дисертації.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		72

## Висновки за розділом

Економічна оцінка проекту модернізації лінії на ТОВ «Старокостянтинів-Молоко» підтвердила його комерційну спроможність:

Виробнича потужність: За умови двозмінного режиму роботи річний обсяг випуску масла складе 1500 тонн.

Інвестиційні параметри: Загальний обсяг капіталовкладень становить 95 млн грн. Очікуваний чистий прибуток після оподаткування складе 35,56 млн грн на рік при операційній рентабельності 12,51%.

Окупність: Розрахунковий термін повернення інвестицій становить 2,31 року, що є високим показником для проектів харчового машинобудування.

Ризики: Виявлено високу чутливість моделі до цін на сировину; зростання вартості молока на 12,5% може скоротити прибуток до критичного мінімуму, що диктує необхідність подальшої оптимізації витрат.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		73

## ВИСНОВКИ ЗА РОБОТОЮ

Ця магістерська робота присвячена вирішенню багатоаспектної науково-інженерної задачі, а саме: удосконаленню технологічної лінії для виробництва вершкового масла із жирністю 73,0% шляхом інтеграції новітнього апаратурного комплексу та застосування інноваційних технологічних підходів. Ці заходи націлені на покращення якості кінцевого продукту, пролонгацію термінів його придатності та оптимізацію поточних витрат. Систематичний підхід до дослідження, реалізований через п'ять взаємопов'язаних розділів, дозволив комплексно обґрунтувати теоретичні, технологічні та економічні складові запропонованої модернізації. На основі виконаних робіт можна сформулювати такі ключові положення:

1. Вимогливість до вхідної сировини та її вплив на фінальні якісні показники (Матеріали Розділу 2)

Було доведено, що стабільність технологічного процесу та реологічні характеристики готового масла (такі як його розподіл по поверхні та стійкість структури) прямо залежать від фізико-хімічних властивостей сировини. У роботі обґрунтовано вимогу щодо застосування молока, яке відповідає принаймні першому ґатунку, з контрольованим вмістом нежирових сухих речовин. Визначено оптимальні матеріальні співвідношення: для досягнення 73,0% жиру у фінальному продукті (ґатунок "Селянське") норма витрат основного виду молока має становити приблизно 19,5 кг на 1 кг кінцевого масла, що дає змогу значно підвищити вихід продукції відносно виробництва сортів із вищим вмістом жиру.

2. Інженерно-Апаратурне Рішення та Заходи Автоматизації (Матеріали Розділу 4)

Аналіз наявних промислових установок виявив необхідність переходу на методику обробки високожирних вершків для забезпечення стабільного рівня вологості (25%) у маслі 73% жирності. У роботі запропоновано концептуально нову блок-схему обладнання. Центральним елементом стало впровадження

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		74

високошвидкісного промислового сепаратора, що виконує функцію вершкоосаджувача, з продуктивністю 5000 л/год та інтегрованим контролем жирності вершків. Термічна обробка була переорієнтована на автоматизовану пластинчасту установку пастеризації-охолодження, яка забезпечує рекуперацію тепла до 90%, що мінімізує втрати вітамінів та молочного жиру через тепловий вплив.

### 3. Фінансово-Економічне Обґрунтування Інвестиційної Привабливості (Матеріали Розділу 5)

Завершальним етапом роботи стала всебічна економічна оцінка розроблених інженерних рішень. Розрахунки, виконані для виробництва потужністю 6 тонн масла за добу (1500 тонн щорічно), засвідчили високий ступінь фінансової стійкості проекту. За умови загальних капітальних вкладень у розмірі 95 млн грн, повна собівартість виробництва однієї тонни 73% масла склала приблизно 168 тис. грн. При фіксованій оптовій ціні продажу 205 грн/кг, проект генерує чистий річний прибуток на рівні 35,5 млн грн. Віддача інвестицій досягла 16,02%, а розрахунковий термін повернення вкладеного капіталу становить 2,3 року.

Загальний Висновок. Сукупність технологічних, апаратурних та управлінських рішень, розроблених у межах цієї магістерської роботи, формує цілісну методологію для модернізації виробництва масла під маркою «Селянське». Впровадження запропонованих рішень дозволить підприємствам випускати висококонкурентний продукт із відмінними органолептичними характеристиками, одночасно забезпечуючи відчутну економію енергоресурсів та швидке повернення інвестованих коштів.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		75

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 4399:2005. Масло вершкове. Технічні умови. — На заміну ГОСТ 37-91 ; чинний від 2006-07-01. — Київ : Держспоживстандарт України, 2006. — 16 с.
2. ДСТУ 4445:2005. Спреди та суміші жирів. Загальні технічні умови. — Чинний від 2006-07-01. — Київ : Держспоживстандарт України, 2006. — 24 с.
3. ДСТУ 3147-95. Коди та кодування інформації. Штрихове кодування. Маркування об'єктів ідентифікації. Формат та розташування штрихкодів позначок EAN на тарі та пакуванні товарної продукції. Загальні вимоги. — Чинний від 1996-01-01. — Київ : Держстандарт України, 1995. — 18 с.
4. ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT). Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. — На заміну ДСТУ OHSAS 18001:2010 ; чинний від 2021-01-01. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. — 45 с.
5. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. — Чинний від 2017-01-01. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. — 35 с.
6. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. — Чинний від 2017-06-01. — Київ : Мінрегіон України, 2017. — 43 с.
7. ДСП 4.4.4-011-98. Державні санітарні правила для молокопереробних підприємств : постанова Головного державного санітарного лікаря України від 11.09.1998 р. № 11. — Київ : МОЗ України, 1998. — 48 с.
8. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв : підручник / [К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін.] ; за ред. К. О. Самойчука. — Київ : ПрофКнига, 2020. — 428 с.
9. Войналович О. Охорона праці в галузі харчові технології : підручник / О. Войналович, Є. Марчишина. — Київ : Центр навчальної літератури, 2018. — 582 с.
10. Організація виробництва на підприємствах харчової промисловості : підручник. — Київ : Кондор, 2024. — 452 с.

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		76

11. Автомат фасувальний ARM для вершкового масла та маргарину : технічний паспорт та посібник з експлуатації [Електронний ресурс] // Hydrolider: найбільший гіпермаркет гідравліки. — Режим доступу: <https://hydrolider.com.ua/ua/p1292762072-avtomat-fasovochnyj-dlya.html>

12. Віброопора (віброізолятор) промислова універсальна ОВ-31МП : технічні характеристики та керівництво з монтажу [Електронний ресурс] / ТОВ «GB TRADE». — Режим доступу: [https://storage.ua.prom.st/1674734\\_pasport\\_vibroopora\\_ov\\_31mp.pdf](https://storage.ua.prom.st/1674734_pasport_vibroopora_ov_31mp.pdf)

					19ХВД. 12020564.02.26ПЗ	Ар- куш
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		77