

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет митної справи, матеріалів, технологій та гостинності
Кафедра харчових технологій та хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

ПРОЄКТ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА
ШВИДКОРОЗЧИННОГО СУХОГО МОЛОКА
25 % ЖИРНОСТІ

спеціальність 181 «Харчові технології»

освітня програма «Харчові технології»

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ХТ-41
Базан Степан Андрійович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Тараймович Ірина Володимирівна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2026 р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Тараймович Ірина Володимирівна

(підпис)

Луцьк – 2026 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет митної справи, матеріалів та технологій

Кафедра харчових технологій та хімії

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 18 Виробництво та технології

Спеціальність: 181 Харчові технології

Освітня програма: Харчові технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ХТХ,

д.т.н., професор

_____ І.М. Дударев

06 січня 2026 р.

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

Базану Степану Андрійовичу

1. Тема кваліфікаційної роботи: **Проект цеху з виробництва швидкорозчинного сухого молока 25% жирності.**

Керівник роботи: к.т.н., доцент Тараймович Ірина Володимирівна

затвержені наказом вищого навчального закладу від 20 грудня 2025 р. № 956/01-07.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи: 16 червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: Розробити проєкт цеху з виробництва швидкорозчинного сухого молока 25% жирності для задоволення потреб споживачів на території міста чисельністю 213 661 осіб. Кількість робочих днів на рік приймається міських молокозаводів та цехів із випуском незбираної продукції менших підприємств (до 15 т/змін) – 300 змін на рік, річна потреба сухого молока – 0,5 кг на особу. При розрахунку виробничої потужності цехів приймається 8-годинна робоча зміна.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити): Проаналізувати стан виробництва молочної продукції в Україні та світі, подати характеристику сировини та вимоги до показників якості готової продукції; розрахувати потребу споживачів виробів в продукції цеху; розробити технологічну схему виробництва та розрахувати витрати сировини на виробництво швидкорозчинного сухого молока 25% жирності., скласти машино-апаратну схему виробництва та підібрати технологічне обладнання в лінію; розрахувати площі виробничого та побутового приміщень цеху, складських приміщень; розробити компоновальний план цеху з розташуванням обладнання в цеху; скласти схеми технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва; розробити заходи контролю якості та безпечності продукції відповідно до вимог НАССР; розглянути питання екологізації виробництва та організації охорони праці на ньому.

5. Перелік графічного матеріалу (2 аркуші формату А1): машинно-апаратна схема виробництва швидкорозчинного сухого молока 25% жирності.; план цеху з розташуванням технологічного обладнання.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Сидорук Т.Є., асистент кафедри ХТХ		

7. Дата видачі завдання: 06 січня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з матеріалами за темою кваліфікаційної роботи з різних джерел інформації. Аналіз асортименту сухого молока. Визначення мети та завдань роботи	06.01.26-15.01.26 10.02.26-25.02.26	
2	Аналіз характеристик сировини для виробництва продукції цеху. Розрахунок потреб населення в продукції цеху	26.02.26-15.03.26	
3	Розроблення технологічної схеми виробництва продукції, опис технології виробництва продукції	16.03.26-26.03.26	
4	Проведення технологічних розрахунків	27.03.26-15.04.26	
5	Складання машино-апаратної схеми виробництва продукції та вибір технологічного обладнання в лінію	16.04.26-01.05.26	
6	Розрахунок площ цеху різного призначення та розроблення плану цеху з розташуванням обладнання	02.05.26-16.05.26	
7	Складання схем технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва. Розроблення заходів контролю якості та безпечності продукції відповідно до вимог НАССР	17.05.26-27.05.26	
8	Розгляд питань екологізації виробництва та організації охорони праці на ньому. Формулювання загальних висновків	28.05.26-05.06.26	
9	Оформлення пояснювальної записки та виконання креслень	06.06.26-16.06.26	
10	Нормоконтроль кваліфікаційної роботи	17.06.26-20.06.26	
11	Перевірка кваліфікаційної роботи на наявність ознак плагіату, рецензування	17.06.26-20.06.26	

Здобувач вищої освіти _____ (Базан С.А.)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ (Тараймович І.В.)

АНОТАЦІЯ

Базан С.А. Проєкт цеху з виробництва швидкорозчинного сухого молока 25 % жирності. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Харчові технології» спеціальності 181 «Харчові технології». Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2026.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків та списку використаних джерел.

У роботі розроблено проєкт цеху з виробництва швидкорозчинного сухого молока. Вивчено асортимент сухих молочних продуктів, тенденції розвитку галузі та характеристику сировини, розраховано потребу населення в готовій продукції. Досліджено фізико-хімічні та мікробіологічні властивості сирого молока; визначено вимоги стандартів до його якості, жирності та вмісту сухих речовин. Описано технологію виробництва швидкорозчинного сухого молока: приймання та фільтрування сировини, сепарування і нормалізування, пастеризування, випаровування, гомогенізування, розпилювальне сушіння, агломерація з додаванням емульгаторів та фасування готового порошку. Розраховано витрати молока, допоміжних матеріалів (лецитину, пакувальної тари), визначено поживну та енергетичну цінності продукту.

Складено машинно-апаратну схему виробництва сухого молока та підібрано відповідне технологічне обладнання. Обґрунтовано площі виробничих, складських і побутових приміщень цеху, розроблено план з розташуванням обладнання та потоками руху сировини і персоналу. Складено схеми технохімічного й мікробіологічного контролю виробництва. Розроблено план НАССР для забезпечення безпечності продукції, а також розглянуто питання екологізації виробництва і організації охорони праці.

Ключові слова: швидкорозчинне сухе молоко, технологія виробництва сухого молока, матеріальні розрахунки сухого молока, енергетична та поживна цінності продукту, машинно-апаратна схема.

					ХТ.ЛСМ.00.00.0000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Базан С.А.				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Тараймович І.В.						
Н. контр.	Сидорук Т.Є.				ЛНТУ, ФММТ каф. ХТХ, гр. ХТ-41		
Затверд.	Дударев І.М.						

ANNOTATION

Bazan S. A. Project of a Plant for the Production of Instant Milk Powder with 25% Fat Content. Manuscript.

Bachelor's qualification thesis of the educational program "Food Technologies", specialty 181 "Food Technologies". Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026.

The qualification thesis consists of an introduction, five chapters, general conclusions, and a list of references.

The thesis presents a project of a workshop for the production of instant whole milk powder. The assortment of milk powder products, trends in the development of the industry, and the characteristics of raw materials were studied, and the population's demand for the finished product was calculated. The physicochemical and microbiological properties of raw milk were investigated; the standard requirements for its quality, fat content, and dry matter content were determined. The technology for producing instant whole milk powder is described, including receiving and filtering raw materials, separation and normalization, pasteurization, evaporation, homogenization, spray drying, agglomeration with the addition of emulsifiers, and packaging of the finished powder. The consumption of milk and auxiliary materials, including lecithin and packaging materials, was calculated, and the nutritional and energy values of the product were determined.

A machine and equipment flow diagram for milk powder production was developed, and the appropriate technological equipment was selected. The areas of the production, storage, and utility premises of the workshop were substantiated, and a layout plan with equipment placement and flows of raw materials and personnel was developed. Schemes of technochemical and microbiological control of production were prepared. A HACCP plan was developed to ensure product safety, and issues related to the environmental sustainability of production and occupational health and safety were considered.

Keywords: instant whole milk powder, milk powder production technology, material calculations for milk powder, energy and nutritional value of the product, machine-instrumental scheme.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА СУХОГО МОЛОКА.....	9
1.1 Асортимент і характеристика продукції.....	9
1.2 Характеристика сировини для виробництва продукції.....	12
1.3 Розрахунок потреби населення в продукції.....	16
1.4 Мета та завдання роботи.....	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	18
2.1 Технологія виробництва швидкорозчинного сухого молока.....	18
2.2 Технологічні розрахунки.....	21
2.3 Машинно-апаратурна схема виробництва сухого молока.....	28
2.4 Вибір технологічного обладнання.....	31
2.5 Висновки до розділу 2.....	34
3 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	35
3.1 Розрахунок площ виробничих та складських приміщень.....	35
3.2 Розроблення плану цеху з розташуванням технологічного обладнання.....	39
3.3 Висновки до розділу 3.....	40
4 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЯКІСНОГО ТА БЕЗПЕЧНОГО ХАРЧОВОГО ПРОДУКТУ.....	41
4.1 Технохімічний та мікробіологічний контроль.....	41
4.2 Контроль якості та безпечності продукту відповідно до вимог НАССР.....	44
4.3 Висновки до розділу 4.....	47
5 ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	48
5.1 Екологізація виробництва.....	48
5.2 Організація охорони праці на виробництві.....	49

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ

Арк.

5

5.3 Висновки до розділу 5.....	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54
ДОДАТКИ.....	60
ДОДАТОК А.....	61
ДОДАТОК Б.....	62

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

Молоко здавна вважається одним із найцінніших харчових продуктів, оскільки містить широкий спектр поживних речовин, що легко засвоюються організмом людини. У його складі поєднуються повноцінні білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини та вітаміни, необхідні для нормального росту, розвитку та підтримання здоров'я. Завдяки збалансованому складу молоко і продукти його перероблення відіграють важливу роль у раціоні дітей, дорослих і людей похилого віку [1, 2].

Світова тенденція до зростання споживання молочної продукції зумовлює постійне вдосконалення технологій її виробництва. Підвищення попиту пов'язане як із зростанням чисельності населення, так і з підвищенням рівня життя та культури харчування. Саме тому протягом останніх десятиліть обсяги виробництва молока у світі стабільно зростають. Ефективна та безперебійна робота молочних підприємств має стратегічне значення для продовольчої безпеки, адже дозволяє забезпечувати населення якісними та доступними продуктами.

В Україні функціонує понад 350 підприємств, що спеціалізуються на виробництві різних видів молочної продукції, зокрема незбираного молока та продуктів його перероблення. З економічної точки зору молочна галузь є однією з найбільш прибуткових у харчовій промисловості. Це зумовлює необхідність створення сприятливих умов для розвитку підприємств із переробки молока, впровадження сучасних технологій, підвищення енергоефективності та забезпечення конкурентоспроможності української продукції як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках.

Особливе місце в структурі молочної промисловості займає виробництво молочних консервів і сухих молочних продуктів [3, 4]. Цей напрям є одним із найбільш індустріалізованих і технологічно оснащених. Консервування молока, вершків та інших молочних продуктів здійснюють з метою подовження строку їх зберігання, збереження поживної цінності та розширення асортименту. Крім того,

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

така переробка дозволяє нівелювати сезонні коливання якості та складу сирого молока, що природно змінюється протягом року.

Виготовлення сухих молочних продуктів дає змогу максимально зберегти корисні компоненти молока, водночас значно зменшивши його об'єм і масу за рахунок видалення вологи. Це полегшує транспортування та зберігання продукції. Однією з переваг сухих молочних продуктів є їх зручність у використанні: перед споживанням вони легко відновлюються до стану рідкого молока, що забезпечує свіжість та добрі органолептичні властивості. При цьому сучасні технології дозволяють мінімізувати втрати сировини, а кількість відходів у процесі виробництва є незначною.

Попит на сухі молочні продукти щороку зростає як в Україні, так і за її межами. Це пояснюється їх універсальністю, тривалим строком зберігання та широкими можливостями застосування у харчовій промисловості, громадському харчуванні й домашньому споживанні. У зв'язку з цим актуальним є розширення виробничих потужностей та модернізація існуючих підприємств для задоволення зростаючих потреб ринку.

Загалом молочні продукти залишаються однією з ключових складових збалансованого харчування. Вони забезпечують організм необхідними поживними речовинами, сприяють підтриманню фізіологічних функцій та формують приємні смакові властивості раціону. Зростання світового попиту на молочну продукцію стимулює подальший розвиток галузі, впровадження інновацій та підвищення ефективності виробництва, що є важливою умовою стабільного забезпечення населення якісними продуктами харчування [5, 6].

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було використано інструменти штучного інтелекту (ШІ) виключно для уточнення формувань та опрацювання джерел інформації. Усі твердження, висновки та результати досліджень належать автору та ґрунтуються на власному аналізі, а отримані результати від генерованого ШІ були перевірені на вірогідність та відповідність академічній доброчесності.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА СУХОГО МОЛОКА

1.1 Асортимент і характеристика продукції

Сухі молочні порошки поділяють на знежирене молоко (SMP), повне молоко (WMP) та сухі вершки. Повне сухе молоко містить природний молочний жир і використовується для виробництва відновленого молока, молочних сумішей, кондитерських виробів та кормів для немовлят. За міжнародними стандартами (Codex), у готовому порошку повинно бути не менше 26 % і не більше 42 % жиру, вміст води – не більше 5 %, а частка білка в сухій речовині – не менш як 34 %.

Більшість сучасних виробників контролюють склад молока на етапі нормалізування. Конвенційне повне сухе молоко містить близько 26–30 % жиру. Типова хімічна характеристика порошку: білок – 26,5 %, лактоза – 38 %, жир – 26,75 %, волога – 2,25 %, мінеральні речовини – 6 %. Калорійність становить близько 498 ккал на 100 г продукту [2].

Асортимент розширюється за рахунок агломерованих або інстантних порошків. Вони утворюються при поверненні найдрібніших частинок у зону розпилення, що сприяє утворенню пористих, легко змочуваних агломератів. Для поліпшення розчинності до агломератів часто додають невелику кількість лецитину та мінеральних речовин. Інстантні порошки швидко розчиняються навіть у холодній воді, що дозволяє їх використовувати для приготування напоїв та сумішей.

Виробництво сухого молока в Україні зосереджене на кількох спеціалізованих підприємствах, які випускають різні види порошків – знежирені, незбирані та сухі вершки – у транспортній та споживчій тарі [7, 8].

Наведено коротку характеристику основних виробників [7, 9].

1. ПАТ «Ічнянський завод сухого молока та масла» (Чернігівська обл.). Підприємство виробляє широкий асортимент: молоко сухе незбиране жирністю 26 % у 25-кг мішках, молоко сухе знежирене до 1,5 % жиру у 25-кг мішках, а

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

також роздрібну продукцію – 250-г пакети незбираного сухого молока і 150-г упаковки сухих вершків 42% жиру. Продукти виготовляють із пастеризованого коров'ячого молока без додавання інгредієнтів.

2. ТОВ «Рихальський завод сухого молока» (Житомирська обл.). На підприємстві випускають сухе молоко незбиране 26 % жиру, знежирене молоко (<1,5 % жиру) та сухі вершки 42 % жиру. Продукція фасується у 25-кг мішки з крафт-паперу з поліетиленовим вкладишем; типові показники – 34 % білка, 26 % жиру і 2,5 % вологи для незбираного молока, 34 % білка, 1,5 % жиру і 5 % вологи для знежиреного порошку та 42 % жиру для сухих вершків. Уся продукція виготовляється згідно з ДСТУ 4273:2015.

3. ПрАТ «Куликівське молоко» (Чернігівська обл.). На основних потужностях у селищі Куликівка виробляють сухе знежирене молоко, вершкове масло та вершки. Підприємство сертифіковане за системами HACCP, ISO 22000 та ISO 9001 і має дозвіл HALAL, хоча детальна інформація про фасування порошку у відкритих джерелах відсутня.

4. ПрАТ «Вінницький молочний завод “Рошен”» (Вінницька обл.). Завод спеціалізується на виробництві повного сухого молока (Full Cream Milk Powder, FCMP). Технічна специфікація встановлює такі параметри: вологість не більше 4 %, жир не менше 26 %, білок (у сухій речовині) не менше 34 %, відсутність сторонніх домішок; упаковка – 25-кг багат шарові паперові мішки з поліетиленовим вкладишем. На роздрібному ринку продаються 1-кг пакети незбираного сухого молока в дой-паку з жирністю 26 %.

5. КП «Магдалинівський маслозавод» (Дніпропетровська обл.). Підприємство випускає сухе знежирене молоко (1,5 % жиру) у поліетиленових пакетах масою 1 кг. Згідно з описом, продукт містить ≈ 34 % білка, не більше 5 % вологи та має термін зберігання 18 місяців; він відповідає ДСТУ 4271:2015 та не містить ГМО. Порошок широко використовується у харчовій та косметичній промисловості.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Таблиця 1.1 – Основні виробники сухого молока та асортимент продукції

Виробник, регіон	Продукція (жирність)	Фасування
ПАТ «Ічнянський завод сухого молока та масла», Чернігівська обл.	Молоко сухе незбиране (26 %), молоко сухе знежирене ($\leq 1,5$ %), сухі вершки (42 %)	25 кг мішок, 250 г пакет, 150 г пакет
ТОВ «Рихальський завод сухого молока», Житомирська обл.	Сухе молоко незбиране (26 %), сухе молоко знежирене ($< 1,5$ %), сухі вершки (42 %)	25 кг мішок з крафт-паперу та поліетиленовим вкладишем
ПрАТ «Куликівське молоко», Чернігівська обл.	Сухе знежирене молоко	невідомо
ПрАТ «Вінницький молочний завод «Рошен»», Вінницька обл.	Молоко сухе незбиране (FCMP, 26 %)	25 кг багатошаровий мішок з поліетиленовим вкладишем; 1 кг дой-пак
КП «Магдалинівський маслозавод», Дніпропетровська обл.	Молоко сухе знежирене (1,5 %)	1 кг поліетиленовий пакет (також 500 г)

Джерело: укладено автором

Як видно з таблиці 1.1, український ринок сухого молока представлений невеликою кількістю спеціалізованих підприємств, що виробляють переважно три категорії порошків: знежирене молоко, повне молоко 26 % жиру та сухі вершки. Найбільший асортимент мають Ічнянський та Рихальський заводи, які пропонують як промислові 25-кілограмові мішки, так і споживчі пакети (250 г та 150 г). Завод «Рошен» зосереджений на виробництві повного сухого молока і постачає продукцію у 25-кг мішках і 1-кг дой-паках, що орієнтовані на кондитерську галузь та роздрібний продаж. Підприємства «Куликівське молоко» та «Магдалинівський маслозавод» виготовляють переважно сухе знежирене молоко, що використовується як сировина у переробній промисловості [9, 10].

Експерти відзначають, що значна частина українського сухого молока експортується до країн Європейського Союзу, які є найбільшими імпортерами

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

цього продукту. Попит на внутрішньому ринку залишається відносно низьким, хоча в останні роки виробництво зростає завдяки виходу нових операторів (зокрема виробників морозива). Вітчизняні ціни залишаються стабільними, оскільки збільшення пропозиції компенсується девальвацією гривні [10]. Таким чином, попит з боку експорту та розширення асортименту, особливо інстантних порошків, стимулює розвиток галузі, а реалізація проєкту цеху у Луцьку дозволить задовольнити місцеві потреби та долучитися до зростаючого ринку.

1.2 Характеристика сировини для виробництва продукції

Основною сировиною для виробництва швидкорозчинного сухого молока є сире коров'яче молоко. Хімічний склад молока варіабельний та залежить від породи, віку, кормів, часу лактації та умов утримання. У середньому воно містить 88–88,5 % води, 3,2–3,5 % білків, 3–4 % жиру, 4,8–5 % лактози та близько 0,8 % зольних речовин. Калорійність 1 л сирого молока становить приблизно 685 ккал. Лактоза надає молоку солодкуватий смак, а жири формують емульсійну структуру та забезпечують високу енергетичну цінність [11].

Крім макронутрієнтів, молоко містить вітаміни А, D, B₂, B₁ та макро- і мікроелементи – кальцій (≈ 122 мг/100 см³), фосфор, калій, натрій, цинк, мідь тощо.

Молоко надходить на підприємство в охолодженому вигляді (2–4°C) у цистернах або флягах. Під час приймання проводять органолептичні випробування (консистенція, колір, запах), визначають кислотність, температуру, ступінь забруднення та наявність інгібіторних речовин. Сировина фільтрується й очищується в сепараторних установках для видалення пилу й механічних домішок. Нормативи передбачають, що молоко повинно містити не менше 3,5 % жиру і 8–9 % сухих речовин без жиру, загальна частка сухих речовин 12,5 %. На цьому етапі також визначають наявність антибіотиків, хлор-іона та важких металів [12].

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Для отримання 25 % жирності проводять нормалізування молока. Для цього вершки змішують зі знежиреним молоком до заданої частки жиру (звичайно 4,0–4,2 % у сирому молоці) [13]. ДСТУ 4556:2006 вказує, що для виробництва швидкорозчинного (інстантного) порошку допускають використання [14]:

- цільного коров'ячого молока не нижче другого сорту, кислотністю не більше 20 °Т;
 - знежиреного молока, одержаного шляхом сепарування, кислотністю $\leq 20^\circ\text{T}$;
 - вершків з вмістом жиру до 40 %, кислотністю плазми $\leq 20^\circ\text{T}$;
- емульгаторів (натуральний лецитин або фосфоліпіди) та топленого масла для регулювання складу.

Нормалізування гарантує, що в готовому порошку частка молочного жиру перебуває в межах 26–30 %. На практиці співвідношення вершків та знежиреного молока підбирають так, щоб після випаровування та сушіння залишковий жир становив 25 % маси порошку.

Для знищення патогенної мікрофлори та інактивування ферментів молоко пастеризують чи попередньо нагрівають при 75–120 °С. Рекомендоване пастеризування для сухого молока – 85 °С протягом 15 с; коротший час нагрівання запобігає втратам вітамінів та денатурації білків. Теплове оброблення також покращує термостабільність концентрату, зменшуючи схильність до утворення піни під час випаровування та сушіння.

Після пастеризування молоко охолоджують до 55–60 °С та спрямовують на випарювання. На цьому етапі інгібують ферментативні процеси, але залишають достатню температуру для ефективного концентрування [15].

Відповідно до ДСТУ 4273:2015 та Codex Alimentarius сухе молоко класифікують:

- за видом сировини: знежирене, повне незбиране з 20 % або 25 % жиру та сухі вершки (42 % жиру).

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- за способом сушіння: розпилювальне або плівкове. Для швидкорозчинних порошків застосовують розпилювальні сушарки.

- за сортами: вищий (преміум) та перший, що відрізняються за розчинністю, чистотою та титрованою кислотністю [14, 16, 17].

Згідно органолептичних вимог сухий порошок повинен мати смак та запах, характерні для пастеризованого молока, без сторонніх чи прогірклих нот; консистенція – порошкоподібна, без грудок; колір – від білого до світло-кремового. У порошку першого сорту допускається незначна наявність світло-коричневих часточок, але без присмаку карамелі.

Фізико-хімічні норми наведено в таблиці 1.2. Для повного сухого молока масова частка вологи не повинна перевищувати 4 %, жиру – не менше 25 %, домішок розчинності – 0,3–0,4 см³. Титровану кислотність допускають 17–21 °Т, а чистота повинна відповідати групі I (вище сорту). Для сухих вершків допустима волога ≤4 %, масова частка жиру ≥42 %.

Таблиця 1.2 – Фізико-хімічні показники сухого молока та сухих вершків

Показник	Норма для сухого молока 25 % (вищий сорт)	Норма для сухих вершків	Джерело
Масова частка вологи, %	≤4 %	≤4 %	ДСТУ 4273
Масова частка жиру, %	≥25 %	≥42 %	ДСТУ 4273
Індекс розчинності (см ³ осаду)	≤0,3 (вищий сорт) / ≤0,4 (перший сорт)	–	ДСТУ 4273
Титрована кислотність, °Т	17–21	15–20	ДСТУ 4273
Чистота (група)	I (відсутність видимих домішок)	I	ДСТУ 4273

Джерело: укладено автором з використанням [14, 17]

Мікробіологічні показники. ДСТУ 4556:2006 встановлює, що у 1 г продукту кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів не повинна перевищувати 5×10⁴ КУО, у 0,1 г продукту не допускаються бактерії групи кишкової палички (*E. coli*). Патогенні мікроорганізми, зокрема *Salmonella*

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

і *Staphylococcus aureus*, а також *Listeria monocytogenes* у 25 г продукту не дозволяються. Ці вимоги гарантують мікробіологічну безпеку порошку [14].

Вміст важких металів у готовому сухому молоці не повинен перевищувати встановлені граничні рівні: свинець $\leq 0,1$ мг/кг, миш'як $\leq 0,05$ мг/кг, кадмій $\leq 0,03$ мг/кг та ртуть $\leq 0,005$ мг/кг. Допустимий вміст мікотоксинів, антибіотиків, гормональних препаратів, пестицидів та радіонуклідів регламентують санітарні правила (ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000).

Від якості сирого молока безпосередньо залежить вихід і властивості порошку, тому стандарт ДСТУ 3662:2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови поділяє молоко за категоріями. Таблиця 1.3 узагальнює основні критерії для вищого, першого й другого сортів [11].

Таблиця 1.3 – Характеристика молока-сировини

Показник	Вищий сорт	Перший сорт	Другий сорт	Джерело
Титрована кислотність, °Т	16–17	<19	<20	ДСТУ 3662
Група чистоти	I	I	II	ДСТУ 3662
Загальне бактеріальне забруднення, КУО/мл	$\leq 300\ 000$	$\leq 500\ 000$	$\leq 3\ 000\ 000$	ДСТУ 3662
Масова частка сухих речовин, %	$\geq 11,8$	$\geq 11,5$	$\geq 10,6$	ДСТУ 3662
Кількість соматичних клітин, тис./мл	≤ 400	≤ 600	≤ 800	ДСТУ 3662

Джерело: укладено автором з використанням даних [11]

Стандарт ДСТУ 2662:2018, прийнятий у 2018 р. на заміну ДСТУ 3662-97 наблизився до вимог ЄС та скоротив категорії до трьох: *екстра*, *вищий* і *перший*. Для молока екстра класу мікробіологічна забрудненість не повинна перевищувати 100 тис. КУО/мл, для вищого – 300 тис., для першого – 500 тис.; у всіх категоріях кількість соматичних клітин обмежується 400 тис./мл.

Сирий матеріал після приймання зберігають у холодильних силосах при 2–4 °С не більше 12 год, щоб не допустити розвитку мікрофлори та підвищення кислотності. Транспортування здійснюють із дотриманням санітарних правил у

спеціальних ізотермічних цистернах. Для готового інстантного порошку ДСТУ 4556:2006 регламентує умови зберігання: температура 1–10 °С та відносна вологість повітря $\leq 85\%$; термін придатності – не більше 6 місяців, а при упаковуванні в середовищі азоту – до 12 місяців. Пакування повинно забезпечувати герметичність і захист від вологи; для споживчої тари використовують картонні пачки з внутрішнім поліетиленовим пакетом, для транспортної – паперові мішки масою до 20 кг.

1.3 Розрахунок потреби населення в продукції

Згідно вихідних даних чисельність населення м. Луцька (2026 р.) – 213 661 осіб.

Актуальне середнє споживання сухого молока в Україні становить лише 0,16 кг на особу на рік, тоді як у країнах ЄС споживання сухих молочних порошків досягає 1–2 кг.

Фізіологічна норма споживання молока та молочних продуктів для українців – 380 кг на рік; фактичне споживання у 2024 р. становило 196,8 кг, тобто лише 51,8 % від норми.

Для підвищення споживання молочної продукції та часткової заміни рідкого молока пропонується розглянути річну потребу 0,5 кг сухого молока на особу – удвічі більше за актуальний рівень, але нижче середнього рівня ЄС. Розрахуємо річну потребу:

$$Q_{\text{порошок}} = N_{\text{нас}} \times q_{\text{на ос}} = 213\,661 \times 0,5 \text{ кг} = 106\,831 \text{ кг} \approx 107 \text{ т/рік.} \quad (1.1)$$

Для задоволення попиту міста та забезпечення частини регіонального ринку пропонується проектувати цех продуктивністю 464 т готового порошку на рік. Такий обсяг дає можливість споживати $\approx 0,56$ кг порошку на особу за умови реалізації лише на внутрішньому ринку Луцька.

Виробництво незбираного сухого молока вимагає значної кількості молока: із 100 л (≈ 103 кг) повного молока отримують ≈ 13 кг готового порошку.

Для річної продуктивності 464 000 кг порошку кількість сировини становитиме:

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

$$V \text{ молока} = 100 \text{ л} / 13 \text{ кг} \times 120\,000 \text{ кг} \approx 3569231 \text{ л.} \quad (1.2)$$

При густині молока 1,03 кг/л це близько 3570 т сирого молока на рік. Така потреба відповідає середньому переробленню $\approx 14,5$ т молока за зміну (при 245 робочих днів).

1.4 Мета та завдання роботи

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – проектування цеху з виробництва швидкорозчинного сухого молока, який забезпечить населення Луцька високоякісним продуктом, допоможе збільшити споживання молочних продуктів до рекомендованого рівня та створить додану вартість для локальної сировини.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

1. Проаналізувати сучасний стан та тенденції розвитку молочної галузі – вивчити асортимент і характеристику сухих молочних продуктів, оцінити попит та споживання на українському та європейському ринку.

2. Визначити якісний склад сировини та її відповідність вимогам стандартів та розрахувати необхідну кількість сировини для забезпечення планованої виробничої потужності.

3. Скласти технологічну схему виготовлення швидкорозчинного сухого молока з визначенням оптимальних режимів кожної операції.

4. Розробити рецептуру продукту, здійснити масовий баланс сировини, розрахувати втрати під час сушіння та енергетичні витрати; визначити харчову та енергетичну цінність готового продукту.

5. Спроекувати машинну-апаратурну схему та здійснити підбір обладнання для виробництва сухого швидкорозчинного молока.

6. Спроекувати план розміщення обладнання у цеху та визначити площі виробничих і складських приміщень.

7. Проаналізувати систему управління безпечністю харчових продуктів на основі принципів НАССР, а також організувати технохімічний і мікробіологічний контроль на всіх етапах.

8. Опрацювати заходи з екологізації виробництва та охорони праці.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Технологія виробництва швидкорозчинного сухого молока

Процес виробництва складається з низки взаємопов'язаних операцій (рис. 2.1).

Сухе молоко 25% жирності виробляють із пастеризованого незбираного молока або суміші його з вершками, шляхом згущення та наступним його висушуванням на розпилювальних сушильних установках.

Сире молоко надходить до заводу в охолоджених автоцистернах. На стадії приймання його фільтрують та піддають швидким лабораторним тестам на кислотність, запах, наявність антибіотиків та води. Вимірюють також жирність та вміст сухих речовин, при чому типова сировина містить 3,5–4,5 % жиру й 8–9 % сухих речовин без жиру. Після приймання молоко зберігають у ізотермічних силосах при температурі не вище 5 °С до подальшого перероблення [2, 18].

Далі відбуваються процеси фільтрування та сепарування. Для видалення механічних домішок молоко пропускають через фільтри та сепаратори. Центрифуга одночасно виконує функції очищення і розділення молока на вершки та знежирене молоко. На цьому етапі також нормалізують вміст жиру, відбираючи потрібну кількість вершків для отримання сировини, з якої вийде порошок з 25 % жирності.

Далі нормалізоване молоко пастеризують при температурі 75–120 °С з витриманням 15–30 с, найчастіше використовуючи режим 85 °С/15 с. Пастеризування знищує патогенні мікроорганізми, інактивує ферменти та викликає часткову денатурацію сироваткових білків, що покращує термостабільність і розчинність порошку.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

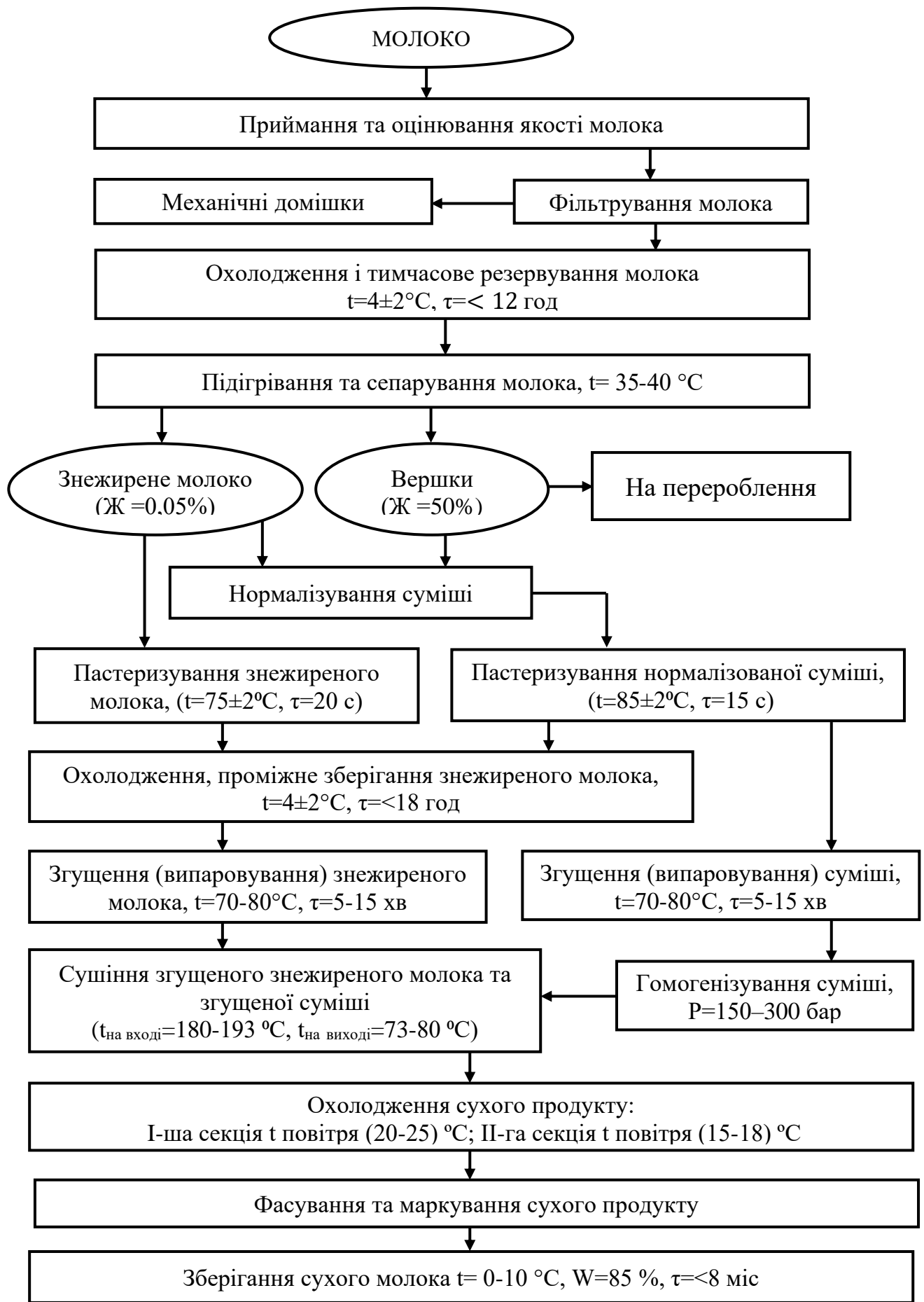


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва сухого молока

Джерело: розроблено автором

Наступною технологічною операцією є випаровування (концентрування). Для цього пастеризоване молоко надходить у випарну установку із кількома ефектами. Вакуум дозволяє кип'ятити молоко за 55–70 °С, тому теплове ушкодження мінімальне. З початкового вмісту сухих речовин 12,5 % молоко концентрують до 45–50 %, що приблизно відповідає видаленню понад 85 % води. Сучасні випарники оснащуються системами багатократного використання пари (multiple-effect) та механічної компресії, що суттєво економлять енергію [19].

На наступному етапі концентрована суміш піддається гомогенізуванню при тиску 150–300 бар, що подрібнює жирові кульки до розміру менше 1 мкм, запобігаючи їхньому відшаруванню при сушінні та подальшому відновленні. Для виробництва незбираного сухого молока рекомендують двоступеневе гомогенізування.

Далі проводиться процес розпилювального сушіння, для цього концентрат із вмістом сухих речовин 50 % надходить у розпилювальну сушарку. У порожнині сушарки високошвидкісний диск або форсунка перетворює рідину на дрібні краплі діаметром 10–100 мкм. Гаряче повітря (160–180 °С для незбираного сухого молока) вступає у контакт з краплями і забезпечує випаровування вологи за 5–20 с. Завдяки ефекту охолодження при випаровуванні температура частинок не досягає температури повітря.

Після першої стадії порошок містить близько 4–8 % вологи. Для доведення вологості до 2–5 % порошок надходить на другу стадію сушіння у вібраційний або псевдорозріджений шар, де здійснюється кінцеве видалення вологи, охолодження та агломерація.

Для отримання швидкорозчинних порошоків дрібні частинки змішують у струмені повітря, формуючи пористі агломерати. Додають лецитин або мінеральні речовини, які поліпшують змочуваність та швидкість розчинення. При цьому контролюють температуру й вологість, щоб уникнути грудкування.

Наступним етапом є виділення порошку та очищення повітря. Основну масу порошку відокремлюють у циклоні, який може утримувати понад 90 % сухого продукту. Дрібні частинки затримують у рукавному фільтрі, що зменшує

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

втрати та попереджає утворення пилу. Очищене повітря після фільтрів виводять через вентилятор.

Далі отриманий продукт направляють на охолодження, просіювання та фасування. Порошок охолоджують до 30–40 °С, щоб запобігти конденсації вологи та окисненню жиру. Далі його просіюють для видалення грудок і фасують у багатошарові пакети по 25 кг чи іншу відповідну тару. Для захисту від окиснення пакування наповнюють азотом; згідно з рекомендаціями Rotronic, швидкорозчинне сухе молоко пакують у поліетиленові мішки та контейнери на 25 або 600 кг.

2.2 Технологічні розрахунки

У вихідному молоці (12,5 % сухих речовин) міститься 87,5 % води. Після випаровування та розпилення води залишається приблизно 2–5 %, тому близько 85 % маси сировини переходить у відхід (вода), а 13 % – у готовий порошок [20].

Кількість сировини та енергетичний баланс розраховують так:

- Сировина: 120000 кг / 0,13 \approx 923000 л молока на рік або \approx 896 т (за густини 1,03 кг/л).
- Добове завантаження: за 245 робочих днів – \approx 490кг/зміну готового продукту.
- Витрати води: близько 810 т на рік видалається як випаровування.

За даними норм проектування режиму роботи цеху з виробництва сухого незбираного та сухого знежиреного молока наступний:

кількість діб максимального навантаження протягом року – 245 діб;

розрахункова кількість змін роботи в добу – 1 зміна;

кількість змін за рік – $1,0 \cdot 245 = 245$;

кількість годин роботи на рік – $245 \cdot 8 = 1960$ год.

Розподіл готової продукції згідно обраного асортименту поданий в таблиці 2.1.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Таблиця 2.1 – Асортимент готової продукції

Група виробів	Найменування виробів	ДСТУ
Сухі молочні продукти	Молоко сухе 25% жирності	ДСТУ 4273:2015 Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови
	Молоко сухе знежирене	ДСТУ 4273:2015 Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови

Джерело: розроблено автором

Масова частка жиру молока коров'ячого незбираного – 3,4%, густина незбираного молока – 1027 кг/м³, густина знежиреного молока – 1030 кг/м³.

1) За формулою Ферінгтона визначаємо сухий молочний залишок молока коров'ячого незбираного за формулою 2.1

Згідно формули Ферінгтона обчислюємо масову частку сухого молочного залишку в незбираному молоці. Цей показник характеризує сумарний вміст усіх сухих речовин молока та визначається з урахуванням масової частки жиру в молоці та його густини, вираженої в градусах ареометра.

Кількість теплоти, затраченої на сушіння знаходимо по кількості теплоти Q, необхідної для нагрівання повітря в калорифері:

$$СМЗ_m = 4,9 \cdot Ж_m + D/4 + 0,5, \quad (2.1)$$

де СМЗ_м – сухий молочний залишок незбираного молока, %;

Ж_м – масова частка жиру незбираного молока, %;

D – густина молока незбираного, °А.

Після підстановки числових значень, отримаємо:

$$СМЗ_m = (4,9 \cdot 3,4 + 27)/4 + 0,5 = 11,66\%.$$

2) Визначаємо сухий знежирений молочний залишок молока коров'ячого незбираного згідно формули 2.2. Фактично цей показник відображає ту частину

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

сухих речовин, яка залишається після умовного вилучення жирової фази, тобто містить білки, лактозу, мінеральні речовини та інші нежирові компоненти.

$$СЗМЗ_m = СМЗ_m - Ж_m, \quad (2.2)$$

де СЗМЗ – сухий знежирений молочний залишок незбираного молока, %.

Після підстановки числових значень, отримаємо:

$$СЗМЗ_m = 11,66 - 3,6 = 8,06\%.$$

3) Аналогічний розрахунок проводять і для знежиреного молока. За формулою (2.3) визначають масову частку сухого молочного залишку у знежиреному молоці, враховуючи його густину та залишкову масову частку жиру.

$$СМЗ_{zn} = \rho_{zn}/4 + Ж_{zn,m} + 0,59, \quad (2.3)$$

де СМЗ_{zn} – сухий молочний залишок молока знежиреного, %;

ρ_{zn} – густина молока знежиреного, °А;

$Ж_{zn,m}$ – масова частка жиру молока знежиреного, %.

Після підстановки числових значень, отримаємо:

$$СМЗ_{zn} = 30/4 + 0,05 + 0,59 = 8,14\%.$$

4) Далі обчислюють сухий знежирений молочний залишок знежиреного молока згідно формули (2.2). Оскільки в такій сировині вміст жиру мінімальний, значення СЗМЗ майже збігається із загальною масовою часткою сухих речовин, однак для точності технологічного балансу цей показник визначають окремо.

$$СЗМЗ_{zn} = 8,14 - 0,05 = 8,09\%.$$

5) Після встановлення складу обох компонентів розраховують кількість знежиреного молока, необхідного для нормалізування незбираного молока. Для цього використовують формулу (2.4), у якій враховують масу незбираного молока, співвідношення масової частки жиру продукту до масової частки його сухих знежирених речовин, а також прийняті технологічні втрати. У вихідних даних норми втрат становлять: за жиром – 0,44 %, за сухим молочним залишком – 0,69 %.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$K_{\text{норм.зн.}} = \frac{Ж_{\text{м}} - \text{СЗМЗ}_{\text{м}} \cdot Q_p}{\text{СЗМЗ}_{\text{зн}} \cdot Q_p - 0,05} \cdot K_{\text{м}}, \quad (2.4)$$

$K_{\text{норм.зн.}}$ – кількість знежиреного молока для нормалізування незбираного молока, кг;

$K_{\text{м}}$ – кількість незбираного молока, кг;

Q_p – співвідношення масової частки жирності сухого молока, % до масової частки сухих знежирених речовин готового продукту (сухого молока), %.

Після підстановки числових значень, отримаємо:

$$Q_p = \frac{Ж_{\text{с.м.}}}{\text{СЗМЗ}_{\text{с.м.}}} = \frac{25,0}{74,9} = 0,334. \quad (2.5)$$

$$K_{\text{норм.зн.}} = \frac{3,4 - 8,06 \cdot 0,334}{8,09 \cdot 0,334 - 0,05} \cdot 3500 = 934,4 \text{ кг.}$$

6) Знаючи кількість незбираного та знежиреного молока, визначають загальну масу молочної суміші за формулою (2.6). Отримане значення є базою для подальшого матеріального балансу, оскільки саме ця суміш надходить на наступні стадії технологічного процесу.

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{м}} + K_{\text{норм.зн.}} \quad (2.6)$$

$K_{\text{сум}}$ – кількість молочної суміші, що використовується для подальшого перероблення, кг

Після підстановки числових значень, отримаємо:

$$K_{\text{сум}} = 3500 + 934,4 = 4434,4 \text{ кг.}$$

7) Масову частку жиру в отриманій молочній суміші визначають із рівняння жиробалансу. Такий підхід дає змогу встановити фактичний вміст жиру в нормалізованій суміші після змішування вихідних компонентів і перевірити, чи відповідає він проектному значенню.

$$K_{\text{сум}} \cdot Ж_{\text{сум}} = K_{\text{м}} \cdot Ж_{\text{м}} + K_{\text{норм.зн.}} \cdot Ж_{\text{норм.зн.}} \quad (2.7)$$

$$\text{Звідси, } Ж_{\text{сум}} = \frac{K_{\text{м}} \cdot Ж_{\text{м}} + K_{\text{норм.зн.}} \cdot Ж_{\text{норм.зн.}}}{K_{\text{сум}}}$$

Після підстановки числових значень, отримаємо:

$$Ж_{\text{сум}} = \frac{3500 \cdot 3,4 + 934,4 \cdot 0,05}{4434,4} = 2,7\%.$$

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

8) Після визначення жиру розраховують сухий знежирений молочний залишок суміші за формулою (2.7), щоб з'ясувати, який фактичний вміст нежирових сухих речовин має нормалізована сировина перед згущуванням і сушінням.

$$СМЗ_{\text{сум}} = 3500 \cdot 8,06 + 934,4 \cdot 8,09 / 4434,4 = 8,07\%.$$

9) На наступному етапі визначають загальний сухий молочний залишок молочної суміші. Цей показник отримують як сумарну характеристику всіх сухих речовин нормалізованої суміші та використовують у подальших розрахунках виходу готового продукту.

$$СМЗ_{\text{сум}} = 8,07 + 2,44 = 10,51\%.$$

10) Далі встановлюють норму витрат нормалізованої суміші на 1000 кг сухого незбираного молока. У цьому розрахунку враховують масу готового продукту, масову частку сухих речовин у сухому незбираному молоці та прийняті втрати. Такий етап є ключовим, оскільки він пов'язує склад вихідної рідкої суміші з кількістю цільового сухого продукту. Для сухих молочних продуктів саме вміст сухих речовин і вологи є базовими нормованими показниками, що контролюються окремими стандартами.

$$N_{\text{вит}} = K_{\text{м.с.}} \cdot СР_{\text{м.с.}} / (СМЗ_{\text{сум}} \cdot (1 - 0,01 \cdot P_{\text{сзмз}})) \quad (2.8)$$

$N_{\text{вит}}$ – норма витрат нормалізованої молочної суміші на 1 т сухого незбираного молока;

$K_{\text{м.с.}}$ – кількість молока сухого незбираного (1 т), кг;

$СР_{\text{м.с.}}$ – масова частка сухих речовин в молоці сухому незбираному, %.

Норми втрат наступні: Пж – 0,44%; Псмз – 0,69%.

Після підстановки числових значень, отримаємо:

$$N_{\text{вит}} = 1000 \cdot 96 / (10,51 \cdot (1 - 0,01 \cdot 0,69)) = 9197,6 \text{ кг.}$$

11) Після визначення норми витрат обчислюють кількість нормалізованої суміші, необхідної для виготовлення 490 кг сухого молока, за формулою (2.9). Це

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

дозволяє перейти від питомого розрахунку на 1 т продукції до фактичного виробничого завдання цеху.

$$K_{\text{сум}} = N_{\text{вит}} \cdot K_{\text{м.с.}} \quad (2.9)$$

Після підстановлення числових значень, отримаємо:

$$K_{\text{сум}} = 9197,6 \cdot 0,49 = 4507 \text{ кг.}$$

12) Далі за пропорцією визначають кількість коров'ячого незбираного молока жирністю 3,4 %, яку потрібно використати для приготування суміші, нормалізованої на сухе молоко жирністю 25 %. На цьому етапі встановлюють, яка саме частка вихідної сировини припадає на незбиране молоко.

$$13) 4434,4 - 3500$$

$$X - 4507$$

$$\text{Звідси} \Rightarrow X = \frac{(4507 \cdot 3500)}{4434,4} = 3557,3 \text{ кг.}$$

14) Після цього за формулою (2.10) визначають кількість вершків, яку необхідно додати до незбираного для отримання суміші потрібного складу. Підсумкові значення незбираного молока та вершків повинні узгоджуватися з масою суміші, обчисленою раніше, та забезпечувати необхідне співвідношення між жиром і сухими знежиреними речовинами.

$$K_{\text{м.н.}} = K_{\text{сум}} - K_{\text{м.}} \quad (2.10)$$

$$\text{Отже, } K_{\text{м.н.}} = 4507 - 3557,3 = 949,7 \text{ кг.}$$

Далі проведемо технологічні розрахунки процесу виготовлення сухого знежиреного молока.

Сухе молоко отримують шляхом нормалізування вихідного молока, концентрування сухих речовин і подальшого сушіння, що узгоджується як із промисловими описами технології, так і з міжнародною класифікацією *skimmed milk powder*.

На виробництво сухого знежиреного молока надходить 25 000 кг знежиреного молока.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Насамперед визначають масову частку сухого молочного залишку в знежиреному молоці за відповідною формулою, у якій враховують густину цієї сировини.

$$СМЗ = D_0/4 + Ж_{зн} + 0,86, \quad (2.11)$$

де D_0 – густина знежиреного молока в градусах ареометра, °А.

Після підстановлення числових значень, отримаємо:

$$СМЗ = 32/4 + 0,05 + 0,86 = 8,91\%.$$

Масу готового сухого молока визначають за формулою матеріального балансу сухих речовин. При цьому до розрахунку вводять масову частку сухого молочного залишку в сухому молоці та втрати продукту під час виробництва. Такий підхід дає змогу перейти від кількості рідкої незбираної сировини до теоретично й технологічно обґрунтованої маси готового порошку.

$$M_{СЗМ} = \left(M_{ЗЗМ} + \frac{СМЗ}{СМЗ_{СЗМ}} \right) \cdot \left(100 - \frac{В_{СЗМ}}{100} \right), \quad (2.12)$$

де $СМЗ_{СЗМ}$ – вміст сухого молочного залишку у сухому молоці, %;

$В_{СЗМ}$ – втрати сухого молока в процесі виробництва.

Після підстановлення числових значень, отримаємо:

$$M_{СЗМ} = \left(25000 + \frac{8,16}{97} \right) \cdot \left(100 - \frac{3,4}{100} \right) = 2031,5 \text{ кг.}$$

Отже, загальна кількість надходження сировини до цеху виробництва сухого молока становитиме: для виготовлення сухого незбираного молока – 4507 кг нормалізованої суміші, а для виготовлення сухого молока – 25 000 кг знежиреного молока.

Окрім основної сировини (молока), у процесі агломерації додають 1–2 % лецитину для поліпшення розчинності. Для забезпечення вологи та температурного режиму використовують пару для випарника та повітря для сушарки.

На етапі фасування потрібні багатошарові крафт-мішки (25 кг) з поліетиленовим вкладишем або біг-беги (600 кг).

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Зведені дані розрахунків продуктів наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Зведений розрахунок продуктів

Продукт	Вхідна сировина, кг	Нормалізована суміш, кг	Вихід готового продукту, кг
Сухе молоко (25 % жиру)	3557,3 кг коров'ячого незбираного молока (3,4 % жиру)	4507	490 кг
	949,7 кг вершків		
Сухе знежирене молоко	25 000 кг знежиреного молока	25 000	2 031,5 кг

Джерело: розроблено автором

Таблиця 2.3 подає розраховану харчову цінність 100 г та 25 г (типова порція для приготування склянки напою) швидкорозчинного сухого молока.

Таблиця 2.3 – Харчова цінність сухого молока

Показник	Склад у 100 г порошку, г	Склад у 25 г, г
Білок	26,5	6,6
Лактоза (вуглеводи)	38,0	9,5
Жир	25,0	6,24
Енергія	498 ккал/100 г (2083кДж)	125ккал/25г

Джерело: розроблено автором

При відновленні 25 г порошку до 200 мл молока енергетична цінність напою становить близько 125 ккал; питома масова частка білка відповідає вимогам до молочної продукції [21].

2.3 Машинно-апаратурна схема виробництва сухого молока

Інформація про окремі операції технологічного циклу є необхідною для правильного узгодження параметрів обладнання, режимів його роботи та взаємної продуктивності ланцюгів. Виробничий цикл отримання сухого молока складається з кількох послідовних етапів:

1. приймання та попереднє оброблення сировини;
2. очищення і нормалізування молока;
3. теплове пастеризування нормалізованої молочної суміші заданої жирності;
4. охолодження пастеризованої суміші;
5. концентрування у вакуум-випарній установці;
6. гомогенізування концентрату;
7. сушіння у розпилювальній сушарці;
8. фасування, пакування та маркування готового порошку.

Технологічна лінія включає молоковоз, витратомір, декілька насосів, охолоджувачі та підігрівачі, резервуари, пластинчастий підігрівач, вершковідокремлювач, трубчастий пастеризатор, вакуум-випарну установку, розпилювальну сушарку та фасувальний агрегат. Такий комплекс дозволяє автоматично й послідовно виконувати всі операції.

Сире молоко після приймання підігривають до температури близько 35–40 °С, що знижує його в'язкість та полегшує видалення механічних і бактеріальних домішок у відцентрових очисниках. За низької кислотності та невеликого бактеріального обсіменіння можливе холодне очищення без підігрівання. Подальше змішування пройденого через очисник охолодженого молока з вершками дозволяє вирівняти його хімічний склад – цей процес називають нормалізуванням. Найчастіше нормалізують за масовою часткою жиру: до вихідного незбираного молока додають потрібну кількість знежиреного молока або вершків, або ж відбирають вершки через сепаратор-вершковідокремлювач.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

двоступеневому режимі) розмір жирових кульок зменшується, що зменшує відділення поверхневого жиру й покращує стабільність продукту.

Надлишкові теплові та механічні впливи можуть призводити до небажаних втрат жиру у молоко, тому важливо контролювати умови перекачування, зберігання та кислотність. З коректувального баку загущений концентрат дозувальним насосом потрапляє до сушильної камери. У розпилювальній сушарці продукт розпилюється й контактує з гарячим повітрям (165–180 °С), перетворюючись на дрібні частинки, які висихають. Великі частинки збираються на дні камери та транспортуються в циклонну систему, де відпрацьоване повітря очищають від порошку. Ефективність циклонного збору сягає 95–97 % [24 – 27].

Охолоджений порошок надходить у бункери й далі на фасування. Через високу гігроскопічність лактози необхідна герметична тара – багатошарові мішки з поліетиленовими вкладишами або біг-беги. Формування властивостей сухого молока відбувається у два етапи: спочатку при випарюванні масова частка сухих речовин підвищується від 11,5 до 48–50 %, що супроводжується зростанням кислотності, в'язкості та густини; далі у процесі сушіння вміст сухих речовин доводять до 96 %, і продукт набуває сипучості [28]. Парова енергія для вакуум-випарної установки подається від парового котла.

2.4 Вибір технологічного обладнання

У виробництві сухого молока задіяно широкий комплекс основного та допоміжного устаткування. Технологічний цикл охоплює усі стадії перероблення: приймання і резервування сировини, теплове оброблення, концентрування, сушіння та фасування. На кожному етапі використовуються спеціалізовані апарати: розпилювальна сушарка, вакуум-випарний апарат, насосне обладнання різних типів, пластинчасті підігрівачі, сепаратор-очищувач для видалення механічних домішок, сепаратор-нормалізатор для регулювання жирності, резервуари для проміжного та тимчасового зберігання, пастеризаційно-охолоджувальна установка, система підігріву пари, підігрівальна

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

камера, паровіддільник, трубчасті підігрівачі, конденсатор для відбору вторинної пари, двоступеневий гомогенізатор, накопичувальна ванна з мішалкою, калорифер для підігріву сушильного повітря, розпилювальний диск або форсунка, циклони для вловлення порошку, система пневмотранспорту та фасувальний апарат [29 – 31].

Характеристика обладнання, що використовується у виробництві сухого молока наведена у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5. – Опис основного технологічного та допоміжного обладнання

Назва обладнання	Прод-сть, м3/год	Кількість, шт	Основні габаритні розміри, мм	Потужність, кВт
1	2	3	4	5
Приймальне відділення				
Резервуар В2-ОХР50	5000 л	5	4965x3450x8960	-
Лічильник СВШ-15	15	1	460x380x920	
Відцентровий насос Я9-ОНЦ-4	10000 л	2	810x310x327	3
Сепаратор-молокоочисник Ж5- ОМЕ-С	15 м ³ /год	1	990x800x1250	1,5
Пластинчастий підігрівач ООЛ-15	15 м ³ /год	1	1600x600x1050	1,5
Апаратний цех				
Сепаратор-нормалізатор Ж5-ОС2Н-С	10 м ³ /год	3	1200x850x1780	4,4
Пастеризаційно - охолоджувальна установка А1-ОНС-10	10 м ³ /год	1	5400x3500x2500	23,7

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
Ємність Я1-ОСВ-4	4500 л	1	2200x1835x3969	-
Сепаратор- вершковідокремлювач А1-ОЦР-10	10 м ³ /год	2	1238x783x1400	11
Резервуар Я1-ОСВ-5	6000 л	2	2500x2135x3230	-
Резервуар Я1-ОСВ-10	10000 л	2	3000x2180x5310	-
Резервуар Г2-ОТ2-А	2000 л	2	1560x1520x2047	-
Система підігріву пари П8-ОАБ	5000 л	1	1500x890x1450	1,75
Трубчастий пастеризатор ООТ-М	3 м ³ /год	1	1430x700x1400	2,5
Гомогенізатор А1-ОГ2-С	0,5 м ³ /год	2	1800x900x645	3,0
Вакуум-випарна установка «Віганд» 4000	4 м ³ /год	2	6000x4500x3800	60,0
Установка сушильна розпилювального типу А1-ОР2Ч	0,5 м ³ /год	1	12000x13000x12500	12,5
Вібраційний змішувач СмВ 1,0	3 м ³ /год	1	1856x1812x1986	5,0
Фасувальне відділення				
Фасувальний апарат АФ-35-ОМ (У)	2100 уп/год	2	1700x1200x3100	1,5

Джерело: укладено автором

Крім основних агрегатів, в лінії передбачено допоміжну техніку – зокрема СІР-мийку (Clean-in-Place). Вона забезпечує автоматичне очищення внутрішніх поверхонь апаратів і трубопроводів, не потребує розбирання обладнання, що суттєво економить час та гарантує санітарну безпеку. Таке об'єднання різного устаткування в єдину автоматизовану систему дозволяє підтримувати задані режими пастеризації, випаровування, гомогенізування та сушіння, контролювати параметри потоку і запобігати забрудненню.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Основні енерговитрати припадають на випарну установку та сушарку. Енергоефективність досягається завдяки багатократному використанню вторинної пари в випарнику та рекуперації тепла у пастеризаторі. Перехід на природний газ або біопаливо для генерації пари та встановлення частотних перетворювачів на вентиляторах зменшить витрати енергії.

2.5 Висновки до розділу 2

1. Розроблена технологічна схема виробництва швидкорозчинного сухого молока, що охоплює всі стадії виробництва сухого молока. Контроль параметрів на кожній стадії є вирішальним для забезпечення якості та зниження енерговитрат.

2. Проведені технологічні розрахунки свідчать, що для виготовлення 490 кг сухого молока потрібно близько 4500–4700 кг нормалізованої молочної суміші; при цьому приблизно 85 % маси сировини переходить у випаровану воду, що визначає високу енергоємність процесу. Розрахунки також дозволили визначити оптимальні параметри роботи обладнання та обґрунтувати вибір апаратів і їх потужностей.

3. Спроектовано машинно-апаратну схему, що є комплексом апаратів, які забезпечують послідовне і безперервне виконання всіх операцій. Така інтеграція обладнання дозволяє автоматизувати процес, зменшити втрати сировини та забезпечити високу якість готового продукту.

4. Для дотримання санітарних вимог у лінії передбачено СІР-мийку (Clean-in-Place), що автоматично очищує внутрішні поверхні обладнання без його розбирання і тим самим забезпечує належну гігієну та скорочує час простоїв. Енергоефективність підвищується за рахунок використання багатократного випаровування у випарниках, рекуперації тепла та переходу на енергоощадні джерела пари.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок площ виробничих та складських приміщень

Площу виробничого цеху визначають за формулою

$$F_{ц} = K \Sigma F_{об}, \quad (3.1)$$

де $\Sigma F_{об}$ – сумарна площа, зайнята під технологічним обладнанням,

K – коефіцієнт запасу площі, який враховує проходи, транспортні засоби та обслуговування апаратів.

Для приймально-миючих відділень K становить 6–7, а для інших цехів – 4–5.

Таблиця 3.1 – Розрахунок площ обладнання

Назва обладнання	Кількість, шт	Орієнтовна площа одного апарата, м ²	Загальна площа, яку займає обладнання, м ²
1	3	4	
Резервуар В2-ОХР50	2	17,13	34,26
Лічильник СВШ-15	1	0,17	0,17
Відцентровий насос Я9-ОНЦ-4	2	0,25	0,50
Апаратний цех			
Сепаратор-молокоочисник Ж5- ОМЕ-С	1	0,79	1,58
Пластинчастий підігрівач ООЛ-15	1	0,96	0,96
Сепаратор-нормалізатор Ж5-ОС2Н-С	3	1,02	3,06
Пастеризаційно-охолоджувальна установка А1-ОНС-10	1	18,9	18,9

1	2	3	4
Ємність Я1-ОСВ-4	1	4,04	4,04
Сепаратор- вершковідокремлювач А1-ОЦР-10	2	0,97	1,94
Резервуар Я1-ОСВ-5	2	5,34	10,68
Резервуар Я1-ОСВ-10	2	6,54	13,08
Резервуар Г2-ОТ2-А	2	2,37	4,74
Система підігріву пари П8-ОАБ	1	1,34	1,34
Трубчастий пастеризатор ООТ-М	1	1,0	1,0
Гомогенізатор А1-ОГ2-С	2	1,62	3,24
Вакуум-випарна установка «Віганд» 4000	2	27	54
Установка сушильна розпилювального типу А1-ОР2Ч	1	144	144
Вібраційний змішувач СМВ 1,0	1	3,36	3,36
Фасувальний апарат АФ-35-ОМ (У)	2	2,04	4,08
Всього			305,27

Джерело: укладено автором

Передусім потрібно визначити, скільки місця буде займати зона приймання та санітарного оброблення цистерн.

Для цього спершу розраховують потік автоцистерн на годину за формулою:

$$n_{\text{маш}} = M_{\text{год}} / M_{\text{ц}}, \quad (3.2)$$

де $n_{\text{маш}}$ – кількість автоцистерн, що прибувають за годину;

$M_{\text{год}}$ – годинний обсяг приймання молока відповідно до виробничого графіка, кг/год;

$M_{\text{ц}}$ – місткість однієї автомолцистерни, кг.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

У нашому випадку при 15 000 кг/год та ємності 12 000 кг отримаємо $n_{\text{маш}} = 15000 / 12000 \approx 2$ цистерни на годину.

Далі визначають тривалість обслуговування однієї цистерни. Загальний час прийому складається з фактичного зливу молока, допоміжних операцій та миття тари:

$$T_{\text{заг}} = T_{\text{пр}} + T_{\text{д}} + T_{\text{м}}, \quad (3.3)$$

де $T_{\text{пр}}$ – час зливу (20–60 хв),

$T_{\text{д}}$ – допоміжні операції (2–5 хв),

$T_{\text{м}}$ – миття автомолцистерни.

Якщо врахувати два авто та припустити 60 хв на злив, 5 хв на допоміжні операції й 14 хв на миття кожної цистерни, отримаємо $T_{\text{заг}} = 60 + 5 + 28 = 93$ хв. Час миття знаходять як $T_{\text{м}} = n_{\text{маш}} \times T_{\text{м.м}}$, при цьому $T_{\text{м.м}} = 14$ хв за наявності лужного миючого розчину або 11 хв без нього; у проєктованому цеху 2×14 хв = 28 хв.

Для забезпечення безперервної роботи визначають число постів приймання-миття за формулою:

$$П = T_{\text{заг}} / 60, \quad (3.4)$$

при $T_{\text{заг}} = 93$ хв це приблизно 1,55, тобто слід передбачити не менше двох постів.

Загальна площа відділення прийому і миття розраховується як добуток кількості постів $П$ на площу одного поста F_1 . За умови, що кожен пост займає близько 11 м^2 , отримаємо $F_{\text{пр}} = 2 \times 11 \approx 22 \text{ м}^2$. Якщо ж площа одного поста приймається 72 м^2 (з урахуванням проходів і технічних зон), то відповідно $F_{\text{пр}} = 2 \times 72 = 144 \text{ м}^2$.

Основні технологічні апарати й резервуари вибрано з урахуванням необхідної продуктивності (3,9 т молока на зміну) й сучасних брендів обладнання. Для кожної позиції вказано орієнтовну зайняту площу (без проходів) та модель або виробника.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Для підрахунку площі приймального відділення використовується коефіцієнт $K=6$ (оскільки воно обслуговує транспортні засоби й потребує широких проходів), а для апаратного відділення $K=1,5$.

Сумарна площа обладнання приймального вузла $F_{об.прийм.}$ дорівнює $8,8 \text{ м}^2$, тоді розрахункова площа приймального відділення:

$$F_{ц.прийм.} = 6 \times F_{об.прийм.} \approx 6 \times 8,8 = 52,8 \text{ м}^2. \quad (3.5)$$

Сумарна площа технологічного обладнання апаратного відділення $F_{об.апарат.}$ становить $305,27 \text{ м}^2$. Площа апаратного відділення:

$$F_{ц.апарат.} = 1,5 \times F_{об.апарат.} \approx 1,5 \times 305,27 = 458 \text{ м}^2. \quad (3.6)$$

Площа силосів для молока визначається за кількістю резервуарів: 3 шт. по 5 м^2 , тобто 15 м^2 .

Склад готового продукту проектують з урахуванням тривалості зберігання та маси продукції. Нормативи рекомендують визначати площу за формулою:

$$F_{склад} = \frac{A \cdot C}{m \cdot K}, \quad (3.7)$$

де A – маса продукції, що зберігається,

C – тривалість зберігання (у днях),

m – маса продукту, що припадає на 1 м^2 площі (норма навантаження),

K – коефіцієнт використання площі.

Для річного обсягу 120 т приймаємо, що одночасно у складі зберігається десятиденний запас: $A = (120 \cdot 10^3 / 365) \cdot 10 \approx 3\,300 \text{ кг}$.

За норми навантаження для мішків з порошком 500 кг/м^2 та коефіцієнта використання $0,7$ площа складу становитиме:

$$F_{склад} = 3,3 \cdot 103500 \cdot 0,7 \approx 9,4 \text{ м}^2.$$

Проте для зручності штабелювання й проходів площу збільшують до $\approx 150 \text{ м}^2$, що дозволяє зберігати близько 50 т продукції. Для складських приміщень сировини (санітарні силоси та резерви пакувальних матеріалів) прийнято приблизно 10 м^2 .

Отже, сумарна виробнича площа цеху (приймальне + апаратне відділення + силоси) дорівнює:

$$F_{виробн.} = 52,8 + 458 + 15 \approx 525,8 \text{ м}^2.$$

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Разом зі складськими приміщеннями (160 м²) фактична площа складе близько 685,8 м². Згідно з рекомендацією додавати 20–40 % для допоміжних і побутових площ, приймаємо коефіцієнт 1,3. Тоді загальна площа будівлі:

$$F_{\text{заг}}=1,3 \times 685,8 \approx 892 \text{ м}^2.$$

Для проектування одноярусного цеху використовують «будівельні квадрати»: один квадрат займає 72 м² (сітка колон 6×12 м). Кількість квадратів для нашого об'єкту становить $F_{\text{заг}}/72 \approx 12$ б.кв., що дає можливість розмістити виробничі зони, лабораторію, побутові приміщення та офіс адміністратора.

3.2 Розроблення плану цеху з розташування технологічного обладнання

Розміщення обладнання має забезпечувати прямолінійний рух продукту від приймання до фасування та виключати перехрещення потоків сирого та готового продукту. Будівля цеху проектується одноярусною (розміром 42 × 49 м) з окремими в'їздами для постачання сировини та відвантаження продукції. Нижче описано орієнтовну схему розташування зон.

Приймальна зона розміщена в північній частині будівлі, тут розміщені приймальні ємності, фільтр-колектор та сепаратор-очисник. Подача молока від автоцистерн здійснюється через герметизовані шланги. Силоси для молока встановлені вздовж зовнішньої стіни.

Пастеризувально-апаратне відділення розміщене в центральній частині будівлі. У цій зоні встановлені пастеризатор та гомогенізатор. Поряд із ними розташований випарний апарат, який з'єднано трубопроводами з пастеризатором та сушаркою.

Сушильний відсік розміщено в південній частині. Баштова сушарка займає центральне місце; її кінцеве дно з'єднується з вібраційним псевдорозрідженим шаром. Поблизу встановлені циклони та рукавний фільтр для виділення порошку та очищення повітря.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Фасувальна та складська зона розміщені в західній частині будівлі. Порошок із агломератора надходить на транспортер до фасувального автомата. Поряд розташований склад готової продукції з вентиляцією і стелажми та приміщення для пакування. Зона вантажних воріт відокремлює готову продукцію від технологічних приміщень.

У північно-західному куті розташовано лабораторію якості, кімнату для співробітників, санвузли та майстерню. До цеху також підведені кімнати для компресорного устаткування та електрощитової.

За рахунок такої компоновки процесні операції виконуються по лінійній траєкторії, що мінімізує перехрещення потоків і полегшує санітарну обробку. Ширина основних проходів становить не менше 1,2 м, що відповідає нормам безпеки та забезпечує доступ для ремонту й прибирання.

3.3 Висновки до розділу 3

1. За результатами розрахунку загальна площа цеху для виробництва 120 т швидкорозчинного сухого молока на рік становить приблизно 892 м². Розрахунок базується на сумі площ обладнання й складах та враховує коефіцієнт 1,3 на допоміжні приміщення. Для одноярусного рішення необхідно близько 12 будівельних квадратів по 72 м² кожний.

2. Розроблений план цеху передбачає логічне розташування обладнання за ходом технологічного процесу: від приймання сировини до фасування готового порошку. Компонування забезпечує прямоочність потоків, достатню ширину проходів і можливість установавання додаткового обладнання у разі збільшення продуктивності.

Визначені площі складських приміщень (≈ 160 м²) дозволяють створити запас готової продукції до 50 т, забезпечуючи безперервність поставок. Передбачено окремі зони для зберігання пакувальних матеріалів і допоміжних засобів.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЯКІСНОГО ТА БЕЗПЕЧНОГО ХАРЧОВОГО ПРОДУКТУ

4.1 Технохімічний та мікробіологічний контроль

Після побудови цеху важливо впровадити комплекс заходів із забезпечення якості й безпеки готової продукції. Ці заходи охоплюють оперативний технохімічний та мікробіологічний контроль, формування системи НАССР та виконання санітарно-гігієнічних програм. Виробництво інстантного сухого молока супроводжується ризиками мікробіального зараження, накопичення токсинів чи сторонніх речовин, тому контроль повинен здійснюватися на кожному етапі – від приймання сировини до фасування порошку [32].

У таблиці 4.1. наведено опис молока швидкорозчинного сухого, що виготовляється проєктованому цеху.

Таблиця 4.1. – Опис швидкорозчинного сухого молока

Показник	Опис
1	2
Вид та назва продукту	Сухе швидкорозчинне незбиране молоко 25 % жирності
Категорія продукту	Готовий до споживання після відновлення (висушений продукт перероблення молока)
Нормативний документ	ДСТУ 4273:2015 «Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови» сухе молоко повинно містити не менше 25 % молочного жиру та максимум 5 % вологи, а частка білка у сухих речовинах – не менше 34 %
Склад продукту	Пастеризоване нормалізоване молоко; середній хімічний склад: 26,5 % білка, 38 % лактози, 26,75 % жиру, 2,25 % вологи та 6 % мінеральних речовин. Для поліпшення розчинності додають 0,3–0,5 % лецитину; волога не перевищує 5 %

Продовження таблиці 4.1

1	2
Характеристика продукту (консистенція, смак, колір)	Однорідний агломерований порошок, частинки мають кулясту та агломеровану форму. Колір від білого до світло-кремового; допускається кремовий відтінок. Смак і запах – чисті, характерні для пастеризованого молока; допускається легкий присмак пастеризування
Термін придатності	У герметичному пакуванні при температурі ≤ 25 °C зберігається до 12 місяців; при температурі 0–10 °C – до 18 місяців (за умови відносної вологості повітря ≤ 75 –85 %)
Умови зберігання та транспортування	Зберігати в сухих, чистих, добре вентильованих складах при $t \leq 25$ °C і відносній вологості ≤ 75 –85 %; уникати прямого сонячного світла. Транспортувати у закритому транспорті відповідно до правил перевезення харчових продуктів, що швидко псуються
Маркування щодо безпеки	На етикетці вказують назву продукту, масову частку жиру, дату виготовлення, термін придатності, умови зберігання, реквізити виробника та попередження для людей з лактозною непереносимістю; маркування виконується відповідно до ДСТУ 4273:2015, ДСТУ ISO 22000 та принципів НАССР
Методи реалізації	Реалізується оптом та в роздріб; використовується як сировина у виробництві кондитерських виробів, напоїв, молочних коктейлів, сухих сумішей для морозива, випічки та інших продуктів
Використання за призначенням	Для споживання порошок відновлюють у теплій воді до отримання рідкого молока; також використовується у кулінарії та як білкова добавка в раціони спортсменів
Використання не за призначенням	Не рекомендується застосовувати для немовлят; не використовувати без попереднього відновлення; не рекомендовано людям із непереносимістю лактози
Передбачувані споживачі	Широке коло споживачів: домогосподарства, установи громадського харчування, туристичні та польові умови, промислові виробники харчових сумішей
Уразливі групи населення	Діти до 3 років, люди з непереносимістю лактози, алергією на молочний білок або з особливими дієтичними потребами

Джерело: розроблено автором

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Контроль за сировиною. На етапі приймання лабораторія проводить визначення щільності, масової частки жиру, білка, сухих речовин, кислотності, наявності інгібіторів (антибіотиків, антисептиків) і важких металів. Молоко повинно відповідати вимогам ДСТУ 2662:2018 щодо бактеріального забруднення й кількості соматичних клітин: для екстра класу вміст мікроорганізмів не перевищує 100 тис. КУО/мл, для вищого – 300 тис., для першого – 500 тис.; кількість соматичних клітин ≤ 400 тис./мл для всіх сортів. Аналізуються також вміст токсичних елементів і мікотоксинів; партії, що не відповідають нормам (кадмій $> 0,03$ мг/кг, свинець $> 0,05$ мг/кг, мікотоксин $M_1 > 0,0005$ мг/кг), підлягають відбракуванню.

Контроль виробничих параметрів. Під час пастеризування контролюють час і температуру (не менше 85°C і 15 с) та перевіряють ефективність теплового оброблення шляхом проведення проб на редуктазну пробу чи фосфатазу. Пастеризування є критичною контрольною точкою, оскільки воно знищує патогенні бактерії (*Mycobacterium bovis*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria*) і забезпечує безпеку подальших операцій. Контролюють також температуру при випаровуванні ($55\text{--}70^\circ\text{C}$) і вміст сухих речовин у концентраті (45–50 %) [33, 34].

Мікробіологічний контроль. Зразки концентрату та сухого порошку регулярно досліджують на загальну кількість мезофільних аеробних мікроорганізмів, коліформи, *E. coli*, коагулазопозитивні стафілококи, дріжджі та плісняві гриби. Відповідно до вимог ДСТУ 4273:2003, у порошку повинно бути не більше 1×10^5 КУО/г мезофільних мікроорганізмів; патогенні бактерії (*Salmonella*, *Listeria*) та бактерії групи кишкової палички повинні бути відсутні. У разі перевищення допустимих показників партію утилізують, а виробничу лінію піддають посиленому санітарному обробленню [38, 39].

Санітарний контроль та СІР. Усі труби, баки та апарати очищаються із застосуванням автоматизованої СІР-системи з лужними та кислотними миючими розчинами. Важливо уникати перетинання «чистих» і «брудних» потоків і підтримувати сухий стан зон навколо сушарки та розливу. Для запобігання запиленню в установці циклонів і рукавних фільтрів передбачені вибухорозрядні

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

клапани; обслуговуючий персонал використовує засоби індивідуального захисту та респіратори [35].

4.2 Контроль якості та безпечності продукту відповідно до вимог НАССР

Система НАССР (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) є міжнародно визнаним інструментом, що дозволяє ідентифікувати й контролювати небезпечні фактори на всіх етапах виробництва. Згідно з рекомендаціями FAO/WHO та Європейського Союзу, впровадження НАССР передбачає проведення трьох ключових кроків: аналіз небезпек, визначення критичних контрольних точок (ККТ) та установлення критичних меж і процедур моніторингу [36, 37].

Також ця система передбачає розроблення стислої письмової програми з описом процедур аналізу небезпечних факторів, постійного моніторингу, ведення документованих записів і контролю ризиків, а також навчання персоналу.

Аналіз небезпечних факторів.

На першому етапі НАССР команда ідентифікує всі потенційні небезпеки – біологічні, хімічні та фізичні – у кожному технологічному кроці і оцінює їх за тяжкістю та ймовірністю виникнення.

При виявленні потенційно небезпечних факторів у сировині слід враховувати, що вони можуть бути хімічної, фізичної або біологічної природи й загрожують здоров'ю людини як на етапі виробництва, так і під час споживання. Метою аналізу ризиків є визначення всіх можливих небезпек, які у разі відсутності контролю можуть спричинити серйозні наслідки [40].

В роботі перелік таких небезпечних чинників та контрольних заходів для виробництва швидкорозчинного сухого молока 25% жирності наведено у таблиці 4.2.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Таблиця 4.2 – Потенційні небезпеки та контрольні заходи під час виробництва швидкорозчинного сухого молока

Етап процесу	Потенційні небезпеки	Короткий опис заходів контролю	Чи є ККТ?
1	2	3	4
Приймання сирого молока	<i>Біологічні</i> – висока кількість бактерій, соматичних клітин; <i>хімічні</i> – залишки антибіотиків, пестицидів; <i>фізичні</i> – сторонні частинки	Відбір проб, швидкі тести на інгібітори, перевірка медичної довідки постачальника; фільтрація через сітки та сепаратори; відхилення партій, що не відповідають нормам	Ні (ризика контролюються через постачальника та перевірку сировини)
Сепарування та нормалізування	<i>Біологічні</i> – перехресне зараження через обладнання; <i>фізичні</i> – металеві вклучення зносу дисків	Забезпечення належного СІР-миття сепараторів і трубопроводів; встановлення магнітних уловлювачів; регулярна калібровка й техобслуговування	Ні
Пастеризування	<i>Біологічні</i> – виживання термостійких патогенів	Контроль часу та температури пастеризування; наявність автоматичної реєстрації параметрів; щоденна перевірка датчиків; критичні межі: ≥ 85 °C/15 с, відхилення температури не більше ± 1 °C.	Так ККТ 1 – пастеризаційний вузол

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4
Випаровування	<i>Біологічні</i> – ріст термостійких спорових форм; <i>хімічні</i> – пригорання та утворення фурфуролу; <i>фізичні</i> – забруднення через протікання конденсату	Підтримання вакууму та температури (55–70 °С); регулярне очищення теплообмінників; відведення конденсату; контроль показників сухих речовин	Ні
Гомогенізування	<i>Фізичні</i> – перенесення металевих частинок з поршнів або клапанів; <i>хімічні</i> – мастила	Використання харчових мастил; періодична заміна ущільнень; встановлення металодетектора після гомогенізатора	Ні
Розпилювальне сушіння	<i>Біологічні</i> – повторне зараження через пилоутворення; <i>фізичні</i> – небезпека вибуху пилу; <i>хімічні</i> – присутність миючих розчинів	Забезпечення сухого стану приміщення; встановлення системи аспірації з циклонами та рукавними фільтрами; вибухозахист камери; моніторинг концентрації пилу; Температура сушильного повітря на вході (160 - 190° С) та виході (70 - 85° С), а також залишкова вологість готового продукту (не більше 4.0 - 5.0%).	Так. ККТ 2 – сушильна установка
Охолодження та фасування	<i>Біологічні</i> – повторне зараження порошку; <i>фізичні</i> – потрапляння чужорідних предметів; <i>хімічні</i> – забруднення упаковки	Використання герметичної пневмотранспортної системи; фільтри для очищення повітря; контроль температури 30–40 °С; застосування металодетекторів і системи аспірації; пакування під азотом	Ні

Джерело: розроблено автором

									Арк.	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ					46

Після визначення небезпечних факторів за допомогою діаграми прийняття рішень визначається, чи певний етап є критичною контрольною точкою.

У нашому процесі такими точками є пастеризування та розпилювальне сушіння. Для кожної ККТ встановлюють критичні межі (наприклад, температура пастеризування $\geq 85^{\circ}\text{C}/15\text{с}$, концентрація пилу на виході сушарки не більше $10 \text{ мг}/\text{м}^3$, відсутність металевих включень у порошку) і алгоритм моніторингу (періодичне вимірювання параметрів, запис у журнали, використання датчиків і сигналізації) [41].

Для кожної ККТ необхідно розробити процедури моніторингу, що забезпечують своєчасне виявлення відхилень. Зокрема, оператор пастеризатора перевіряє роботу температурних датчиків та записує показники в реєстраційний журнал; при відхиленні температури нижче 85°C продукція повертається на повторне пастеризування або утилізується. У зоні сушіння контролюють перепад тиску на фільтрах і наявність порошку в відпрацьованому повітрі; при перевищенні допустимих рівнів зупиняють сушарку й перевіряють цілісність фільтрів.

4.3 Висновки до розділу 4

1. Забезпечення якості та безпечності швидкорозчинного сухого молока ґрунтується на системному контролі сировини, технологічних параметрів та готової продукції. Проводяться регулярні аналізи на вміст жиру, білка, вологи, кислотності, токсичних елементів і мікроорганізмів, а всі апарати підлягають санітарному обробленню за допомогою СІР-системи.

2. Реалізація системи НАССР дозволила ідентифікувати основні ризики виробництва: мікробіологічні небезпеки при пастеризуванні, пиловий вибух у сушарці та контамінацію при фасуванні. Було визначено дві ККТ (пастеризування та сушіння), для яких встановлено критичні межі та процедури моніторингу, коригування й верифікації.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

5 ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Екологізація виробництва

Враховуючи зростаючі вимоги до енергоефективності та сталого розвитку, цех з виробництва сухого молока повинен не лише мінімізувати свій екологічний слід, а й сприяти досягненню Цілей сталого розвитку ООН (ЦСР). Зокрема проєкт відповідає цілям № 6 «Чиста вода та належні санітарні умови», № 7 «Доступна та чиста енергія», № 8 «Гідна праця та економічне зростання», № 9 «Інновації та інфраструктура», № 12 «Відповідальне споживання та виробництво» та № 13 «Боротьба зі зміною клімату». Тому в цьому розділі розглядаються заходи щодо зменшення впливу на навколишнє середовище, раціонального використання ресурсів та забезпечення безпеки працівників, які водночас дозволяють виконувати зазначені міжнародні завдання

Управління водними ресурсами. Молочні підприємства утворюють значні обсяги стічних вод, що містять білки, лактозу, жири та миючі засоби. Щоб відповідати цілі ЦСР 6 «Чиста вода та належні санітарні умови», пропонується мінімізувати втрати продукції, а саме уникати проливів та надмірного зливу, а також розділяти потоки: виробничі стоки з технологічних процесів спрямовувати на локальні очисні споруди, а поверхневі стоки – у дощову каналізацію. У виробничих цехах встановлюють решітки на трапах, самодреновані труби та клапани, що запобігають скиданню твердих відходів у каналізацію. Конденсат від випарних апаратів повторно використовують як підігріту воду для миття або попереднього нагрівання сировини, що зменшує споживання енергії та сприяє більш раціональному використанню водних ресурсів [42 – 44].

Пил та викиди в атмосферу. Сушильні установки та операції фасування утворюють пиловий аерозоль молока. Для його уловлення застосовують ефективні циклонні та рукавні фільтри. Інструкції ІФС рекомендують надавати перевагу саме рукавним фільтрам, які споживають менше енергії, не створюють стічних вод та зменшують рівень шуму порівняно з мокрими скруберами. Це

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

відповідає цілям ЦСР 12 та ЦСР 13, оскільки зменшує викиди пилу й парникових газів. Для запобігання вибухам пилу сушильні камери обладнують вибухорозрядними клапанами, а в зоні фасування використовують електростатичне заземлення [45, 46].

Енергозбереження. Близько 80 % енергії споживається для отримання пари та гарячої води, що використовуються у процесах пастеризування, випаровування й сушіння. Щоб підтримати цілі ЦСР 7 «Доступна та чиста енергія» та ЦСР 13 «Боротьба зі зміною клімату», необхідно впроваджувати енергоефективні технології, а саме багатоступеневі випарники й теплообмінники з регенерацією тепла; термоізолювання паропроводів; автоматичне змішування гарячої та холодної води; рекуперацію тепла від холодильних машин і компресорів для підігрівання води; системи контролю та управління споживанням енергії. Застосування відновлюваних джерел енергії (наприклад, біогазу з відходів виробництва) також сприятиме зменшенню вуглецевого сліду [47].

Тверді відходи та вторинні продукти. Відокремлені вершки, осадки після сепарування, пил із фільтрів та пакування від сировини потребують утилізації або вторинного використання. Осади можна переробляти на кормові добавки чи біогаз, а папір та поліетилен – передавати на перероблення. Сироватка, що утворюється при виробництві інших молочних продуктів, може бути використана в кормовій або харчовій промисловості, що зменшує навантаження на очисні споруди й відповідає принципу циркулярної економіки (ЦСР 12). Такий підхід зменшує кількість відходів, сприяє економічному зростанню (ЦСР 8) та підвищує ресурсоефективність [43, 44].

5.2 Організація охорони праці на виробництві

Відповідальні умови праці є невід’ємною складовою сталого розвитку. Заходи щодо безпеки та добробуту працівників у цеху корелюють із цілями ЦСР 3 «Гарне здоров’я і благополуччя» та ЦСР 8 «Гідна праця та економічне зростання».

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Ідентифікація ризиків. Робота у цеху з виробництва сухого молока пов'язана з фізичними (ковзкі поверхні, рухомі механізми, підвищений рівень шуму), біологічними (контакт із мікроорганізмами та пилом), хімічними (мийні та дезінфікуючі засоби) та температурними факторами. Відповідно до рекомендацій ІФС, важливо забезпечити чисті й сухі підлоги, антиковзне взуття та регулярне прибирання. Персонал повинен проходити навчання з безпечного використання обладнання, правил роботи з хімікатами й носити відповідні засоби індивідуального захисту (рукавички, респіратори, захисні окуляри, беруші), що відповідає практикам гідної праці [48].

Розташування й організація робочих місць. Схема цеху повинна передбачати розділення транспортних і пішохідних коридорів; місця для навантаження/розвантаження відокремлюють від проходів персоналу та огорожують. Платформи, драбини й майданчики оснащують поручнями, а небезпечні зони позначають знаками. Робочі місця у сушильному відділенні обладнують приточно-витяжною вентиляцією для відведення теплого повітря та пилу; в холодних зонах (силоси, холодильні камери) передбачають засоби для обігріву й обмеження часу перебування працівників [49, 50].

Мікроклімат та шум. Для запобігання тепловому стресу робочі зони оснащують вентиляційними установками з можливістю регулювання температури, а у холодних приміщеннях забезпечують теплий одяг. Рівень шуму від центрифуг, гомогенізаторів та сушарок слід знижувати за рахунок шумоізоляційних кожухів та використання глушників; працівникам надають беруші чи навушники.

Пожежна безпека та аварійні ситуації. Наявність порошкоподібного пилу в сушильній установці створює ризик вибуху, тому система повинна бути обладнана датчиками тиску, вибухорозрядними клапанами та системами пожежогасіння. План евакуації, первинні засоби пожежогасіння та регулярні тренування персоналу з дій у надзвичайних ситуаціях є обов'язковими. Для запобігання хімічним опікам та отруєнням під час використання мийних засобів

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

працівники повинні носити захисні костюми, респіратори та мати доступ до станцій промивання очей.

5.3 Висновки до розділу 5

1. Екологізація виробництва полягає у впровадженні заходів з економії води й енергії, роздільного збору й утилізації відходів, контролю пилових викидів та перероблення побічних продуктів. Такі дії сприяють досягненню ЦСР 6, ЦСР 7, ЦСР 12 та ЦСР 13. Використання багатоступеневих випарників, рекуперації тепла та ефективних фільтраційних систем значно зменшує екологічний слід виробництва.

2. Організація охорони праці базується на системному аналізі ризиків та відповідає цілям ЦСР 3 та ЦСР 8. Забезпечення антиковзних покриттів, чітке зонування маршруту персоналу й транспорту, ефективна вентиляція та постійне навчання працівників знижують ризики травматизму й профзахворювань.

3. Особливу увагу приділено пожежній безпеці, зокрема вибухозахисту сушарних установок і системі пожежогасіння. Регулярна перевірка вибухорозрядних клапанів, аварійне відключення подачі пари та ознайомлення персоналу з планом евакуації – невід’ємні елементи безпечної експлуатації, що сприяють стійкості виробництва (ЦСР 13).

4. Розроблена система управління охороною праці та довкіллям відповідає рекомендаціям IFC і ДСТУ. Вона дозволяє не лише забезпечити безпеку персоналу та відповідати міжнародним стандартам, але й підвищує ресурсоефективність виробництва та сприяє досягненню цілей ЦСР 9 та ЦСР 12.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи бакалавра розроблено повний цикл проєктування цеху з виробництва швидкорозчинного сухого молока 25 % жирності. Отримано такі основні результати:

1. Проаналізовано сучасний стан галузі та обґрунтовано попит на споживання сухого молока. Досліджено асортимент сухих молочних продуктів, структуру українського ринку й нормативи споживання. Виявлено, що фактичне споживання молочного порошку в Україні значно нижче фізіологічної норми, тому заплановано потужність цеху 120 т/рік, що дозволить задовольнити місцевий попит та частково забезпечити регіональний ринок.

2. В роботі вивчено та проведено оцінювання якості сировини. З врахуванням вимог ДСТУ 3662:2018 та ДСТУ 4273:2015 визначено вимоги до сирого молока: кислотність, мікробіологічні показники, вміст жиру та сухих речовин, допустимі рівні токсичних елементів і мікотоксинів. Розраховано потребу в сировині – близько 951 т молока на рік для виробництва 120 т порошку, що відповідає розрахунковій потужності цеху.

3. Розроблено технологію виробництва швидкорозчинного порошку. Складено детальний опис технологічної схеми, що включає приймання, фільтрування та сепарування, пастеризування, випаровування у вакуум-випарних апаратах, гомогенізування, розпилювальне сушіння, агломерацію з додаванням лецитину та пакування. Визначено оптимальні режими та порядок операцій з урахуванням якості сировини.

4. Виконано технологічні та масові розрахунки. Визначено рецептурний склад продукту, масовий баланс сировини, втрати під час сушіння, а також поживну та енергетичну цінність готового порошку. Розраховано потребу в допоміжних матеріалах (лецитин, пакувальна тара), що забезпечують високу розчинність та тривале зберігання.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

5. Побудовано машинно-апаратну схему та підібрано обладнання. Складено перелік технологічного та допоміжного обладнання. Для кожного апарата визначено технічні характеристики та кількість одиниць. На основі розрахунків спроектовано план цеху з раціональним розташуванням обладнання й розраховані площі виробничих і складських приміщень.

6. Розроблено систему управління безпекою продукції. Проведено аналіз небезпечних чинників, визначено критичні контрольні точки (пастеризування та сушіння), встановлено критичні межі та процедури моніторингу й коригування відповідно до принципів НАССР. Розроблено план НАССР та передбачено технохімічний і мікробіологічний контроль на всіх етапах виробництва.

7. Запропоновано заходи з екологізації та охорони праці. Опрацьовано рішення щодо скорочення споживання води та енергії, повторного використання конденсату й вторинної сировини, контролю пилових викидів і утилізації відходів. Розроблено систему охорони праці, що включає зонування території, вентиляцію, засоби індивідуального захисту, попередження вибухів і пожеж, що відповідає цілям Сталого розвитку (ЦСР 6, 7, 8, 9, 12, 13).

Таким чином, робота поєднує аналіз ринку, розроблення технології, інженерні розрахунки, проектування будівельної частини, впровадження системи НАССР та екологічні заходи. Запропонований проєкт забезпечує виробництво якісного й безпечного швидкорозчинного сухого молока, сприятиме раціональному використанню сировини, підвищить продовольчу безпеку регіону та може бути адаптований для інших підприємств молочної галузі.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головка, М. П., Власенко, І. Г., Головка, Т. М., & Семко, Т. В. (2021). Технологія молока та молочних продуктів з елементами НАССР: навчальний посібник. *Харків: Світ Книг, 290 с.*

2. Пивоваров, О.А., Ковальова, О.С., Кошулько, В.С., Тертишний, О.О. (2026). Інноваційні технології та обладнання переробки молока: навч. посіб.; *Дніпровський держ. аграр.-екон. ун-т. Дніпро : ДДАЕУ, 461 с.*

3. Братко, О. (2025). Розвиток ринку сухого молока в Україні. «Міжнародна економіка в умовах кліматичних змін: глобальні виклики». Збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції (24 квітня, 2025 р.) *Тернопіль, 362 с.*

4. Корман, І. І., Лементовська, В. А., & Семенда, О. В. (2022). Маркетингове дослідження ринку молока та молочних продуктів України. *Економіка та держава, (4), 62-68.*

5. Gutsul, T., & Sulima, N. (2023). Analysis of the state and prospects of milk production and dairy products in Ukraine in the post-war period. *Animal Science and Food Technology, 14(3), 35-46.*

6. Паска, І., Сатир, Л., & Кепко, В. (2024). Оцінка цінової ситуації на ринку молока в умовах запровадження військового стану в країні. *Інститут бухгалтерського обліку, контроль та аналіз в умовах глобалізації, (3-4), 38-46.*

7. Стахурська С. В. (2023). Дослідження ринку молочної продукції України. *Журнал стратегічних економічних досліджень. № 2(13), 102-109.*

8. Hladiy, M. R., & Prosovych, O. (2022). Current state and prospect development of the dairy industry in Ukraine. *SEMI, 6(2), 20-31.*

9. Івашина, Л., Бишовець, Л., & Оліферчук, О. (2024). Ринок молочної продукції в Україні: асортимент та якість. *Інновації та технології в сфері послуг і харчування, (4 (14)), 16-24.*

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

10. Popko, O. (2020). Identification of problems and forecasting trends in the development of the Ukrainian dairy market. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 1(11)*.

11. ДСТУ 3662:2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. Чинний від 2019-01-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2018. 8 с

12. ДСТУ 4834:2007 Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання. Чинний від 2008-10-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2008. 14 с.

13. ДСТУ 8131:2015 Вершки-сировина. Технічні умови. Чинний від 2017-01-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2016. 14 с.

14. ДСТУ 4556:2006. Молоко сухе швидкорозчинне. Технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 18 с.

15. Про затвердження Вимог до безпечності та якості молока і молочних продуктів. Наказ Міністерства аграрної політики і продовольства України від 12.03.2019 № 118 за № 593/33564. URL: <https://document.vobu.ua/doc/14868> (дата звернення: 09.04.2026).

16. Про молоко та молочні продукти : Закон України від 01.10.2023 р. № 1870-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1870-15#Text> (дата звернення: 09.04.2026).

17. ДСТУ 4273:2015 Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови. Чинний від 2016-01-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 28 с.

18. Грек О.В., Онопрійчук О.О. (2020). Наукові основи безвідходних технологій відновлюваної сировини : підручник. Київ : НУХТ, 106 с.

19. Букша, О. О. (2018). Технологічні аспекти виробництва сухого молока в умовах ТОВ «Рихальський завод сухого молока». *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, (10), 314-315*.

20. Волошенко, П., Британ, А., & Корецька, І. (2024, January). Перспективи використання аналогів молока питного в технологіях дієтичних продуктів. In The 1st International scientific and practical conference “Advanced technologies for the

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

implementation of new ideas”(January 09-12, 2024) *Brussels, Belgium. International Science Group (Vol. 349, pp. 296-303).*

21. Гребенюк, М. М., & Корецька, І. Л. (2024). Використання аналогів молока питного в технологіях дієтичних страв. *Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції: матеріали 13-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 17 вересня 2024 р., м. Київ, НУХТ, 241 с.*

22. Morklyak, V., & Bondar, M. (2020). Comparative characteristics of milk quality of different breeds of cows. *Annali d'Italia, (8-1), 60-63.*

23. Белінська, К. О., & Фалендиш, Н. О. (2020). Investigation of the influence of drying temperature on organoleptic indicators and chemical composition of milk. *Scientific Works of NUFT 2020. Volume 26, Issue 5, 113-122.*

24. Шаблій Л.М. (2024). Технологія переробки молока: навчальний посібник. *К.: Кондор, 308 с.*

25. Fournaise, T., Burgain, J., Perroud, C., Scher, J., Gaiani, C., & Petit, J. (2020). Impact of formulation on reconstitution and flowability of spray-dried milk powders. *Powder technology, 372, 107-116.*

26. Берник, І. М., Новгородська, Н. В., Соломон, А. М., Овсієнко, С. М., & Бондар, М. М. (2022). Інноваційні технології харчових виробництв. *Вінниця: Видавець ФОП Кушнір ЮВ 2022. 300 с.*

27. Савченко О.А., Грек О.В., Тимчук А.В. (2024). Загальні технології харчової промисловості. Ч.2. Інновації молокопереробної галузі: Підручник. *К.: ЦП «Компринт», 343 с.*

28. Zhao, Z., Chen, S., De Meulenaer, B., Wu, J., & Van der Meeren, P. (2025). Effect of dry heat treatment temperature of skim milk powder on the improved heat stability of recombined filled evaporated milk. *Food Hydrocolloids, 166, 111345.*

29. Молочний портал. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://molokoportal.ru/normalizaciya-moloka/>

30. Потенціал українського молока на світовому ринку. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.agro->

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

31. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості: Підручник. Київ: Аграрна освіта, 2021. 224 с.

32. Sekhon, A. S., Singh, A., Unger, P., Babb, M., Yang, Y., & Michael, M. (2021). Survival and thermal resistance of Salmonella in dry and hydrated nonfat dry milk and whole milk powder during extended storage. *International Journal of Food Microbiology*, 337, 108950.

33. Maidannyk, V., McSweeney, D. J., Hogan, S. A., Miao, S., Montgomery, S., Auty, M. A., & McCarthy, N. A. (2020). Water sorption and hydration in spray-dried milk protein powders: Selected physicochemical properties. *Food Chemistry*, 304, 125418.

34. Будник Н.В. та ін. (2025). Сучасна класифікація сумішей молочних сухих та вдосконалення їх технології / *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, №2, С. 310-320.

35. Dec, B., Kiełczewska, K., Smoczyński, M., Baranowska, M., & Kowalik, J. (2023). Properties and fractal analysis of high-protein milk powders. *Applied Sciences*, 13(6), 3573.

36. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в ланцюгу виробництва харчових продуктів (ISO 22000:2018, IDT). Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2019.

37. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT). Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2019.

38. Стріха Л.О. Технохімічний контроль виробництва харчової промисловості : курс лекцій. Миколаїв: МНАУ, 2022. 70 с.

39. Соломон А.М., Тузова С.Д., Казмірук Н.М. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». Вінниця: РВВ ВНАУ. 2020. 312 с.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

40. Shah, K., Salunke, P., & Metzger, L. (2022). Effect of storage of skim milk powder, nonfat dry milk and milk protein concentrate on functional properties. *Dairy*, 3(3), 565-576.

41. Agusti, G., Turrin, J., Roger, T., Perez Rodriguez, M., Gramatikoff, M. H., & Cogné, C. (2026). Physical and morphological properties of whole milk powder produced by dynamic freeze-drying. *Drying Technology*, 1-12.

42. Безвідходні технології продуктів з рослинної сировини та молока: конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за спеціальністю 181 «Харчові технології» ОПП «Харчові технології продуктів з рослинної сировини та молока для підприємств харчового бізнесу» / уклад.: Г.А. Селютіна, А.М. Одарченко. Харків: ФОРТ, 2024. 83 с.

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

44. Тараймович , І. В., Вовк , Б. І. Zero-waste технології у переробці рослинної та молочної сировини. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, 2(1), 2026. С.230-247. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2026.1.2.24>

45. Головка М. П., Власенко І.Г., Головка Т. М., Семко Т. В. Гігієна та санітарія переробних підприємств: навчальний посібник. Харків: Світ Книг, 2022. 218 с.

46. Барінов М.О., Олексієвець І.Л., Родная Д.В., Журавель Т.В., Коломієць С.В., Козлова І.А., Пархоменко Г.П. Практичні аспекти управління відходами в Україні. Посібник. К.: «Поліграф плюс», 2021. 118 с.

47. Тараймович, І. В., Логвиненко, Д., & Кривохижа, Є. М. Енергоефективні технології в харчовій промисловості. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, 2(4), 2025. С.187-197. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.4.2.21>

48. Безпека життєдіяльності та охорона праці : підручник / В. В. Сокурєнко, О.М. Бандурка, С. М. Бортник та ін. ; за заг. ред. В. В. Сокурєнка ; Харків. нац.ун-т внутр. справ. Харків : ХНУВС, 2021. 308 с.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

49. Державні санітарні правила для молокопереробних підприємств (ДСП 4.4.4-011-98): затв. постановою Головного державного санітарного лікаря України від 11 вересня 1998 р. № 11. Київ, 1998.

50. Правила охорони праці для працівників підприємств по переробці молока. НПАОП 15.5-1.05-99 (Затв. наказом Комітету по нагляду за охороною праці України 22.07.1999 № 137).

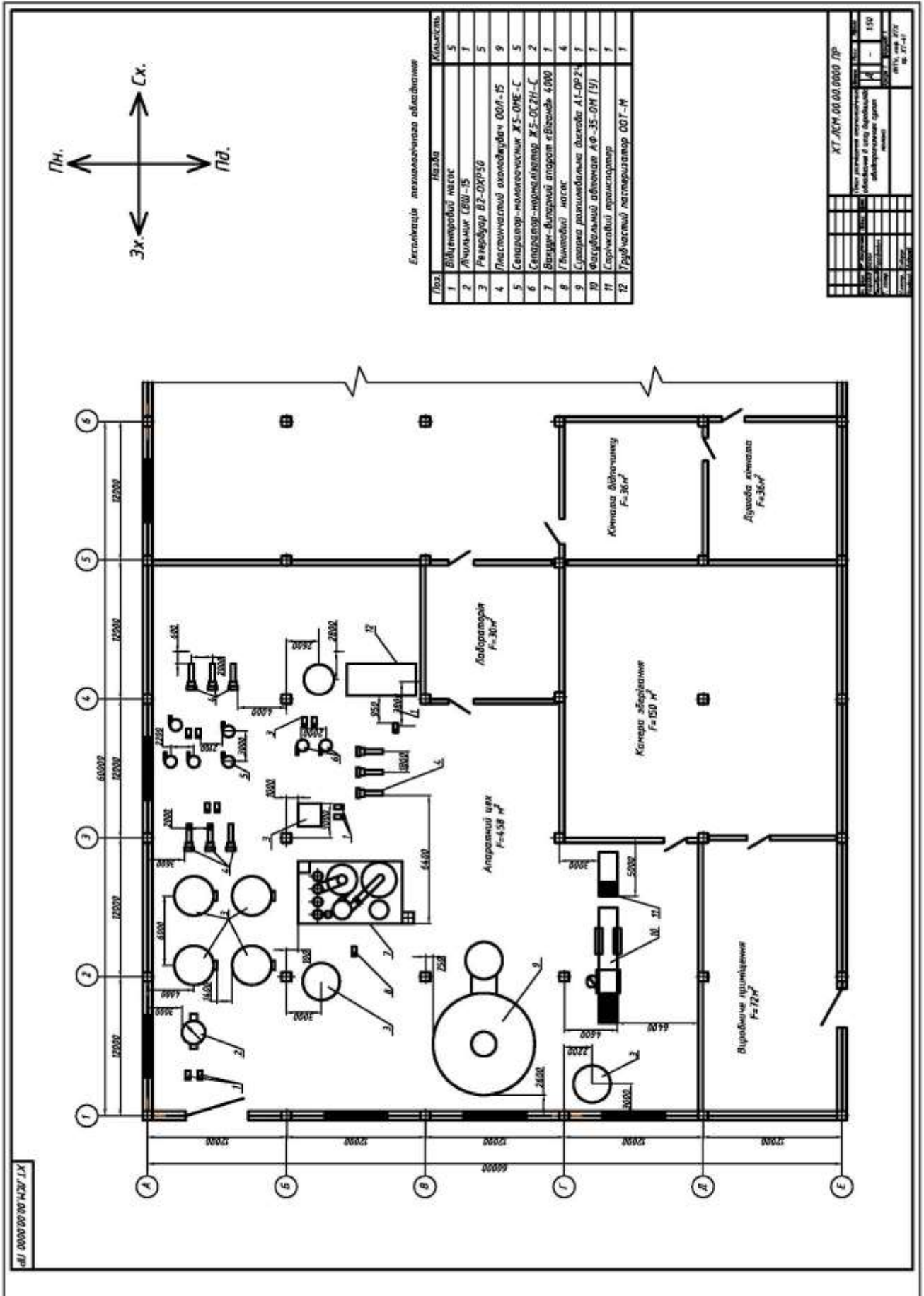
51. Кваліфікаційна робота бакалавра [Текст] : методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Харчові технології» галузі знань 18 Виробництво та технології спеціальності 181 Харчові технології денної та заочної форм навчання / уклад. І. М. Дударєв, С. Г. Панасюк. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 37 с.

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ДОДАТКИ

					ХТ.ЛІСМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

ДОДАТОК Б



Експлікація металомішального обладнання

Поз.	Назва	Кількість
1	Відцентровий насос	5
2	Акумулятор СВВ-15	1
3	Регулятор ВР-0ХР30	5
4	Пластинчастий акумулятор 000Р-15	9
5	Сепаратор-молочкоємник Ж5-0МЕ-С	5
6	Сепаратор-молочкоємник Ж5-0С2Н-С	2
7	Висув.-дверний апарат вбудов. 4000	1
8	Висувний насос	4
9	Суварна розширювальна ванна А1-0Р24	1
10	Фасувальний апарат АФ-35-0М (У)	1
11	Спринклерний верстат	1
12	Грунтий металізатор 007-М	1

ХТ.ЛСМ.00.00.0000 ПЗ	
№ докум.	150
Дата	02.02.2024
Арх.	02.02.2024
Проектант	02.02.2024
Перевірив	02.02.2024
Затвердив	02.02.2024
Арх. ПЗ	02.02.2024

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ХТ.ЛСМ.00.00.0000 ПЗ