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

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра обладнання переробних і харчових виробництв
імені професора Ф. Ю. Ялпачика

«Допущено до захисту»
протокол № 53-С
від «26» січня 2026 року
Зав. кафедрою ОПХВ
д.т.н, професор
_____ Кирило САМОЙЧУК

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи
СВО «Магістр»
за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування»
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(освітній ступень, ОПП, спеціальність)

на тему: Проектування лінії виробництва хлібобулочних виробів в умовах Уманського району Черкаської області

19ХВД.11960367.02.26ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, 21МБ ГМ групи		(підпис)	Микита РУССЄВ (прізвище та ініціали)
Керівник:	к.т.н., доцент (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	Олександр ЛОМЕЙКО (прізвище та ініціали)
Консультант з ОП:	к.с.-г.н.,доцент (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	Михайло ЗОРЯ (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	д.т.н., професор (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	Володимир ЯЛПАЧИК (прізвище та ініціали)
Рецензент:	к.т.н., доцент (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	Надія ЗАГОРКО (прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2026 р.

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

Інститут або факультет *механіко-технологічний*
Кафедра *обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика*
(назва кафедри)

Ступінь вищої освіти *Магістр*
Галузь знань *13 «Механічна інженерія»*
(шифр і назва)

Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри *ОПХВ*
д.т.н., професор Кирило САМОЙЧУК
(підпис) (ініціали та прізвище)

«01» грудня 2025р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

здобувачу вищої освіти Руссєву Микиті Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування лінії виробництва хлібобулочних виробів в умовах Уманського району Черкаської області

керівник роботи доцент, Ломейко О.П.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від «_14_» _жовтня_ 2025 р. № 549-С
2. Строк подання студентом роботи «_12_» __лютого__ 2026 р.
3. Вихідні дані до роботи ___асортимент випускаємої продукції, об'єми випуску продукції, кількість змін роботи підприємства, тривалість роботи підприємства
4. Перелік питань, які потрібно розробити
1. Привести стан та перспективи розвитку переробного підприємства
2. Вдосконалити технологічної лінію переробного підприємства
3. Розробити заходи з монтажу і експлуатації обладнання
4. Розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях
5. Провести економічну оцінку вдосконаленої лінії
6. Виконати графічну частину кваліфікаційної роботи

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
V	к.т.н., доцент Зоря М.В.	1.12.2025	

6. Дата видачі завдання 01.12.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи (проекту)	Термін виконання етапів роботи чи проекту (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Розділ 1. Стан та перспективи розвитку переробного підприємства	грудень	
Розділ 2. Вдосконалення технологічної лінії переробного підприємства	грудень	
Розділ 3. Монтаж і експлуатація обладнання тістоділильної машини А2-ХТН	січень	
Розділ 4. Підвищення ефективності технологічного процесу	січень	
Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	січень	
Розділ 6. Економічна оцінка вдосконаленої лінії	січень	
Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	січень - лютий	
Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	лютий	

Здобувач _____ **Микита РУССЄВ**
(підпис) *(ініціали та прізвище)*

Керівник роботи _____ **Олександр ЛОМЕЙКО**
(підпис) *(ініціали та прізвище)*

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. аркушів	№ при	Примітка
1.	А1	19ХВД. 11960367.02.26ПЗ	Пояснювальна			
2.			записка	74		
3.	А1	19ХВД.11960367.02.26/21100	Схема виробництва			
4.			формового хліба та			
5.			етапи переробки	1		
6.	А1	19ХВД.11960367.02.26/21200	План цеху виробництва			
7.			формовий хліба	1		
8.	А1	19ХВД.11960367.02.26/22000	Технологічна схема			
9.			виробництва формового			
10.			хліба після модернізації	1		
11.	А1	19ХВД.11960367.02.26/21000	Тістоділитель А2-ХТН	1		
12.	А1	19ХВД.11960367.02.26/42000	Схема моделювання			
13.			процесу поділу тіста в			
14.			тістоділильній машині	1		
15.	А1	19ХВД.11960367.02.26/61000	Техніко-економічні			
16.			показники			
17.				1		
18.						
19.						
20.						

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	19ХВД.11960367.02.26ВДР		
Розоб.		Руссєв М.С.О			Проектування лінії виробництва хлібобулочних виробів в умовах Уманського району Черкаської області	Літер	Аркуш	Аркушів
Перев.		Ломейко О.П						
Н.конт		Ялпачик В.Ф.				ТДАТУ, 2026		
Затв.		Самойчук К.О						

РЕФЕРАТ

Руссєв М.С. Дипломна робота освітнього рівня «Магістр» на тему: «Проектування лінії виробництва хлібобулочних виробів в умовах Уманського району Черкаської області» складається з 74 сторінок пояснювальної записки та 6 листів графічної частини.

У першому розділі наведено результати аналізу сучасного стану виробництва хлібобулочних виробів в Уманському районі Черкаської області, виконано огляд ринку хлібопекарської продукції, а також охарактеризовано сировинну базу та особливості функціонування підприємств галузі. На основі проведеного аналізу сформульовано основні вимоги та завдання щодо проектування виробничої лінії.

У другому розділі виконано проектування технологічної лінії виробництва хлібобулочних виробів із підбором основного та допоміжного обладнання, обґрунтуванням технологічної схеми та розрахунком її продуктивності. Розглянуто організацію виробничого процесу, а також питання монтажу, експлуатації та технічного обслуговування основного обладнання.

У четвертому розділі розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Проаналізовано нормативно-правові вимоги, визначено небезпечні та шкідливі виробничі фактори, а також запропоновано заходи з покращення умов праці та підвищення рівня безпеки під час експлуатації виробничої лінії.

У п’ятому розділі виконано економічне обґрунтування проєкту, де визначено капітальні вкладення, розраховано собівартість продукції, економічну ефективність та показники рентабельності спроєктованої лінії виробництва хлібобулочних виробів.

Ключові слова: ХЛІБОБУЛОЧНІ ВИРОБИ, ВИРОБНИЧА ЛІНІЯ, ТІСТО, ОБЛАДНАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП **7**
1. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА 9
1.1 Характеристика місцезнаходження і аналіз сировинної бази підприємства 9
1.2 Характеристика основної сировини 11
1.3 Характеристика готового продукту 17
2. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА 20
2.1 Аналіз і вибір технології виробництва заданої продукції 20
2.2 Розрахунок об'єму сировини за етапами її переробки 24
2.3 Розрахунок виробничої потужності технологічної лінії 26
2.4 Визначення кількості виробничого персоналу 28
2.5 Проектування виробничого цеху (відділення) 30
3. МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ТІСТОДІЛИЛЬНОЇ МАШИНИ А2-ХТН 33
3.1 Вимоги до монтажу обладнання цеху 33
3.2 Розробка технології монтажу обладнання 33
3.3 Експлуатація обладнання 34
4. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ 36
4.1 Технологічний аналіз тістоподільника А2-ХТН 36
4.2 Розгляд застосування моделювання 37
4.3 Модель робочої камери машини А2-ХТН та її обґрунтування 38
4.4 Математичне моделювання нагнітання тіста у тістодільну головку 40
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 54
5.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства 54
5.2 Аналіз небезпечних факторів та ситуацій під час роботи 55
5.3 Заходи безпеки 57
5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях 59
6. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВДОСКОНАЛЕНОЇ ЛІНІЇ 62
6.1 Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції 62
6.2 Визначення рентабельності підприємства, цеху та строку окупності додаткових капіталовкладень 69
ВИСНОВОК 72
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ 73

ВСТУП

Актуальність теми. Тістоділильні машини є складовою частиною комплексно механізованих ліній з виробництва хлібобулочних і макаронних виробів та відіграють важливу роль у забезпеченні стабільної продуктивності й ефективності технологічних процесів. Їх використання дозволяє автоматизувати операції поділу тіста та підвищити точність формування заготовок. Водночас, поряд із позитивними експлуатаційними характеристиками, такі машини мають і певні конструктивні обмеження.

Основним недоліком існуючих тістоділильних машин є знижена універсальність під час роботи з тістом різних рецептур і фізико-механічних властивостей. Процес поділу тіста значною мірою залежить від взаємодії робочих органів з тістовою масою, зокрема від адгезійних властивостей тіста та геометричних параметрів нагнітальної лопаті. У зв'язку з цим дослідження та вдосконалення конструкції нагнітальної лопаті є актуальним науково-практичним завданням, спрямованим на підвищення якості та стабільності процесу поділу тіста.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Представлена робота відповідає основним напрямам науково-дослідної діяльності кафедри обладнання харчових технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та виконана в межах наукових досліджень, що проводяться на кафедрі.

Завдання досліджень. Метою магістерської роботи є підвищення ефективності процесу поділу тіста шляхом удосконалення конструктивних параметрів нагнітальної лопаті з обґрунтуванням впливу тиску на перебіг технологічного процесу.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачено розв'язання таких завдань:

– провести аналіз конструкцій тістоділильних машин відповідного класу та сформувати передумови для проектування нагнітальної лопаті;

– дослідити характер руху тістової маси в робочій камері за умови використання модернізованої лопаті;

– виконати математичне обґрунтування питомої роботи процесу поділу тіста;

– дослідити реологічні властивості тіста на експериментальній установці;

– визначити вплив тиску на ефективність і якість процесу поділу.

Об’єкт і предмет дослідження. Об’єктом дослідження є процес поділу тіста на заготовки.

Предметом дослідження є взаємозв’язок конструктивних параметрів робочих органів тістоділильної машини з перебігом технологічного процесу.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження виконано з використанням методів математичного моделювання, механіки, теорії машин і механізмів та конструювання деталей машин. Обробку експериментальних і розрахункових даних здійснено із застосуванням комп’ютерного моделювання та методів математичного планування експерименту.

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень виконано за допомогою прикладних програм для персональних електронно-обчислювальних машин.

1. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Характеристика місцезнаходження і аналіз сировинної бази підприємства

Приватне акціонерне товариство «Уманьхліб» було введене в експлуатацію у 1981 році у зв'язку з активною забудовою нових житлових мікрорайонів — Осташівка та ДОСи. Підприємство належить до хлібопекарських заводів середньої виробничої потужності з добовим випуском продукції близько 135 тонн. Виробничі процеси на заводі максимально автоматизовані й механізовані. Основна спеціалізація підприємства — виготовлення подових сортів хліба, формовий хлібів і рогаликів. Крім того, на території функціонує кондитерський цех, де виробляються торти та інші кондитерські вироби.

Загальне управління діяльністю підприємства здійснює директор. У структурі хлібозаводу передбачені власні допоміжні підрозділи, зокрема лабораторія, бухгалтерія, плановий відділ, а також механічна і столярна майстерні. Для забезпечення автономного теплопостачання завод обладнаний власною котельнею.

Підприємство розміщене в центральній частині міста Умань на території площею 2,75 га (27 500 м²). Межі земельної ділянки визначаються таким чином: з північного боку проходить високовольтна лінія електропередач, з південного — полоса відчуження, із західного — житловий масив Остащівка, а зі східного — житловий масив ДОСи.

На виробничій території розташований основний виробничий корпус площею 6480 м². Поряд із ним знаходиться чотириповерховий склад безтарного зберігання борошна та солі площею 324 м², автовагова площею 90 м², два контрольно-пропускні пункти, приміщення для зберігання інвентарю та несправного обладнання, а також склад для санітарних відходів. Протипожежні розриви між будівлями становлять 10–15 м. Загальне планування території підприємства подано на рисунку 1.1.

Основним постачальником борошна є Тальнівський млинкомбінат № 1. Інші

види сировини — сіль, цукор, пресовані дріжджі, маргарин, рослинна олія та сухе молоко — надходять із Кропивницького. Молочну сироватку постачає Білоцерківський молочний завод. Продукція хлібозаводу реалізується переважно для забезпечення населення міста Умань, а також частково постачається до міст Маньківка, Христинівка, Жашків, Тальне, та інших населених пунктів.

Види продукції та загальна характеристика роботи підприємства.

На хлібозаводі здійснюється виробництво широкого асортименту хлібобулочних і кондитерських виробів. До основних видів продукції належать: білий хліб із пшеничного борошна першого ґатунку масою 0,8 кг; хліб «Новоукраїнський» масою 0,89 кг; формовий хліб масою 0,5 кг; рогалик «Закарпатський» масою 0,1 кг; вафельний торт «Малятко» масою 0,7 кг; білий хліб із пшеничного борошна вищого ґатунку масою 0,5 кг; а також житній хліб «Бородинський» масою 0,6 кг.

Підприємство функціонує у безперервному цілодобовому режимі. Загальна чисельність персоналу становить 320 працівників. Контроль за дотриманням технологічного процесу у виробничих змінах здійснює змінний технолог, а в денний час — старший технолог.

Відповідно до штатного розкладу на підприємстві працює інженер з охорони праці. Загальну відповідальність за дотримання вимог безпеки під час експлуатації обладнання та виробничих об’єктів несе головний інженер. Для новоприйнятих працівників інженер з охорони праці проводить вступний інструктаж. Повторні інструктажі безпосередньо на робочих місцях регулярно організовує майстер виробничої бригади. На підприємстві постійно здійснюється контроль за виконанням правил техніки безпеки.

Безпечні умови праці в виробничих приміщеннях забезпечуються раціональними об’ємно-планувальними рішеннями, правильною організацією технологічного процесу, а також ефективною роботою систем вентиляції, опалення та освітлення.

Оскільки тематика даного проєкту пов’язана з удосконаленням технологічної лінії виробництва хліба «Бородинського», подальші розрахунки, а також опис

сировини та готової продукції стосуватимуться саме цього виду виробу.

1.2 Характеристика основної сировини

Борошно є продуктом переробки зерна хлібних культур шляхом його подрібнення до порошкоподібного стану. Воно відіграє важливу роль у харчуванні людини та широко застосовується в хлібопекарській, кондитерській, макаронній та інших галузях харчової промисловості. В Україні найбільш поширеним є пшеничне борошно, тоді як житнє займає друге місце за обсягами використання.

Споживчі властивості борошна визначаються його хімічним складом та енергетичною цінністю (середні показники наведено в таблиці 1.1). За своїм складом борошно подібне до зерна, з якого його отримують, особливо це стосується нижчих сортів, де склад наближений до цілого зерна. Однак у порівнянні із зерном борошно містить більше крохмалю та менше жиру, цукрів, клітковини, мінеральних речовин і вітамінів.

Основну частину сухих речовин пшеничного борошна становлять вуглеводи (60–70 %), серед яких переважає крохмаль. Вміст білків у борошні залежить від його сорту: у борошні вищих сортів загальна кількість білків менша, проте частка гліадину та глютеліну більша. Саме ці білки формують клейковину, яка є визначальним фактором у виробництві хліба. Вміст жиру, цукрів і клітковини у пшеничному борошні відносно невеликий і становить відповідно 1,1–2,2 %, 0,2–1,0 % та 0,1–1,0 %. Кількість зольних речовин зазвичай коливається в межах 0,5–1,5 %, причому зі зниженням сорту борошна їх вміст збільшується.

Енергетична цінність борошна є високою та залежить від його виду й сорту: для пшеничного вона становить приблизно 300–330 ккал на 100 г, а для житнього — 290–300 ккал на 100 г.

Житнє борошно відрізняється від пшеничного меншим вмістом крохмалю (56–64 %) і білків (7–11 %), але містить дещо більше цукрів і клітковини.

Споживчі характеристики борошна залежать від виду зернової культури, якості

вихідної сировини та технології переробки. Різні види зерна формують різні властивості борошна, зокрема його колір, хімічний склад і сферу застосування. Високоякісне борошно можна отримати лише з доброякісного зерна, оскільки дефекти смаку, запаху чи кольору зерна переходять у готовий продукт. Використання самозігрітого, пророслого або пошкодженого шкідниками зерна, особливо клопом-черепашкою, призводить до зниження якості борошна та зменшення вмісту клейковини.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад та енергетична цінність борошна (середні дані)

Вид і сорт борошна	Хімічний склад, г/100 г					Енергетична цінність, ккал/100 г
	вода	білки	жири	вуглеводи	інші речовини	
Пшеничне						
вищого сорту	14,0	10,3	1,1	69,0	5,6	334
1 -го сорту	14,0	10,6	1,3	67,8	6,3	331
2-го сорту	14,0	11,7	1,8	64,3	8,2	324
оббивне	14,0	11,5	2,2	55,8	13,6	298
Житнє						
сіяне			1,4	64,8	12,9	304
обдирне			1,7	61,4	14,0	298
оббивне			1,9	58,6	14,8	293

Подрібнення зерна є однією з ключових технологічних операцій у виробництві борошна, оскільки саме на цьому етапі зерно перетворюється на готовий продукт. Процес подрібнення полягає у механічному руйнуванні зерна з отриманням борошнистої маси. Розрізняють два основні способи помелу — разовий і багаторазовий. При разовому помелі зерно проходить через подрібнювальне обладнання лише один раз. Такий спосіб практично не використовується у промисловому виробництві товарного борошна. Значно поширенішим є багаторазовий помел, за якого зерно та проміжні продукти його переробки неодноразово й безперервно пропускаються через систему подрібнювальних машин.

Під час односортного помелу вся отримана продукція об’єднується в один товарний сорт — перший або другий. Вихід борошна першого сорту зазвичай

становить близько 72 %, а другого — приблизно 85 %. Якщо загальний вихід борошна дорівнює 78 %, то отримують орієнтовно 55–60 % борошна першого сорту і 18–23 % другого. При зменшенні виходу до 75 % частка борошна першого сорту зростає до 65–70 %. За багатосортного помелу третього типу виробляють хлібопекарське борошно вищого, першого та другого сортів із сумарним виходом близько 78 %. При цьому частка борошна вищого сорту становить 10–25 %, першого — 40–45 %, а другого — 13–23 %.

Асортимент і класифікація борошна формуються під впливом кількох чинників: виду зернової сировини, цільового призначення продукції та особливостей технології виробництва. За видом зерна борошно поділяють на пшеничне та житнє.

Пшеничне борошно виготовляють переважно із зерна м’якої пшениці з можливим додаванням до 20 % твердої пшениці. Воно широко застосовується у виробництві хлібобулочних, кондитерських і макаронних виробів, реалізується через торговельну мережу та використовується для інших харчових потреб.

Залежно від технології виготовлення пшеничне борошно поділяють на такі сорти: вищий, перший, другий та оббивний. Основні показники якості пшеничного борошна регламентуються державними стандартами, що наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Показники якості пшеничного борошна згідно ДСТУ 46004-99

Назва показника	Характеристика і норма для борошна сортів			
	вищого	першого	другого	обойного
Колір	Білий або білий із жовим відтінком	Білий або білий із жовим відтінком	Білий з жовтим або сірим відтінком	Білий з жовтим або сірим відтінком з помітними частинками оболонок
Запах	Властивим пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий не пліснявий			
Смак	Властивим пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий не гіркий			
Вміст мінеральної домішки	При розжовуванні борошна не повинно відчуватись хрускоту			
Вологість, %, не більше	15,0	15,0	15,0	15,0
Зольність у перерахунку на суху речовину, %, не більше	0,55	0,75	1,25	2,0
Білість, умовних одиниць приладу РЗ-БПЛ	54 і більше	36,0-53,0	12,0-35,0	Не обмежкється
Крупність помелу, %: – залишок на ситі із шовкової тканини згідно з ГОСТ 4403, не більше	5 тканина № 43	2 тканина № 35	2 тканина № 27	-
– залишок на ситі із дротяної сітки згідно ТУ 14.4-1374-86, не більше	-	-	-	2 сітка № 67
– прохід крізь сито із шовкової такнини згідно ГОСТ 4403, не більше	-	80 такнина № 43	65 такнина № 38	35 танина № 38
Клейковина сира, – кількість, %, не менше	24,0	25,0	21,0	18,0
– якість	не нижче 2-ї групи			
Число падіння, с, не менше	160	160	160	105
Металомагнітна домішка, мг в 1 кг борошна, не більше	3	3	3	3
– розміром і масою окремих часток більше вказаних вище	не допускається			
Зараженість і забрудненість шкідниками хлібних запасів	не допускається			

Борошно вищого сорту характеризується однорідною структурою та дуже дрібним помелом — розмір його частинок становить приблизно 30–40 мкм. У такому борошні практично відсутні висівкові домішки. Борошно першого сорту має менш однорідну структуру: розміри частинок коливаються в межах 30–60 мкм. Воно дещо темніше за борошно вищого сорту та містить близько 3–4 % периферійних частинок зерна. Борошно другого сорту відзначається більш грубою та неоднорідною структурою з розміром частинок 30–200 мкм, причому значну частку його складу

становлять висівкові частинки. Оббивне борошно отримують при високому виході (приблизно 96 %) шляхом оббивного помелу; за своїм хімічним складом воно наближене до цільного зерна. Частинки такого борошна дуже різнорідні за розмірами — від 30–40 до 500–600 мкм — і висівки з нього не вилучаються [12].

Кулінарне борошно виготовляють на основі хлібопекарського борошна вищого або першого сорту з додаванням допоміжних інгредієнтів: солі, цукру, сухого молока, яєчного порошку, соєвого борошна та хімічних розпушувачів (зокрема гідрокарбонату натрію чи вуглекислого амонію). Таку суміш застосовують для приготування млинців, вареників, бісквітів і пудингів.

Житнє борошно за своїм призначенням використовується переважно для випікання хліба. За технологією виробництва його поділяють на три основні сорти: сіяне, обдирне та оббивне. Сіяне житнє борошно отримують при сіяних і двосортних помелах; воно складається переважно з подрібненого ендосперму, містить близько 3 % висівкових частинок, має білий колір із легким синюватим відтінком, а розміри частинок перебувають у межах 20–200 мкм [12].

Обдирне житнє борошно виробляють шляхом обдирного або двосортного помелу. Воно характеризується більшими частинками та темнішим, сіруватим забарвленням; частка висівкових включень сягає приблизно 10 %, а розміри частинок становлять 30–400 мкм. Оббивне житнє борошно є основним сортом і отримується при оббивному помелі з виходом близько 95 %. Воно складається з різнорідних частинок розміром 30–600 мкм, має сірий колір і містить добре помітні висівкові домішки.

Оббивне житньо-пшеничне та пшенично-житнє борошно виробляють шляхом спільного помелу жита і пшениці у співвідношенні відповідно 60:40 і 70:30 з допустимим відхиленням ±5 %. Таке борошно має сірувато-білий колір із видимими частинками оболонок зерна. На хлібопекарських підприємствах також практикують змішування окремих сортів житнього та пшеничного борошна (наприклад, житнього оббивного з пшеничним оббивним або житнього обдирного з пшеничним другого сорту). Це робиться для покращення споживчих властивостей хліба — смаку, кольору,

структури м’якушки та пористості [12].

Під час оцінювання якості борошна за органолептичними показниками враховують його запах, смак, колір і наявність мінеральних домішок. Запах і смак повинні бути характерними для відповідного виду борошна без ознак затхлості, плісняви, кислотності чи гіркоти. Якісне борошно не повинно мати сторонніх присмаків або запахів. Колір є важливим показником товарного сорту: зі збільшенням вмісту частинок оболонок зерна борошно темнішає, що дозволяє визначати сорт шляхом порівняння з еталонними зразками. Згідно зі стандартними вимогами, борошно вищого та першого сортів має білий або білий із жовтуватим відтінком колір; другий сорт — білий із жовтим або сірим відтінком. Пшеничне оббивне борошно характеризується білим кольором із жовтувато-сірим відтінком і видимими частинками оболонок. Житнє сіяне борошно має білий колір, обдирне — сірувато-білий із помітними оболонками, а оббивне — сірий. Колір житньо-пшеничного оббивного борошна подібний до кольору житнього оббивного [12].

Мінеральні домішки у борошні визначають органолептичним способом під час жування: якісний продукт не повинен викликати відчуття хрускоту на зубах. До основних фізико-хімічних показників борошна належать вологість, білість, зольність, крупність помелу, кількість і якість сирої клейковини (для пшеничного борошна), вміст металомагнітних домішок, а також зараженість і забрудненість шкідниками зернових запасів.

Вологість борошна не повинна перевищувати 15 %, оскільки цей показник істотно впливає на умови зберігання та вихід готової продукції. Білість борошна вищого сорту має становити не менше 54 умовних одиниць за приладом РЗ-БПЛ; для першого сорту вона перебуває в межах 36–53 одиниць, для другого — 12–35 одиниць. Для оббивного борошна цей показник не нормується. Зольність є важливим критерієм визначення сорту: для борошна вищого сорту вона не повинна перевищувати 0,55 %, для першого — 0,75 %, для другого — 1,25 %, для оббивного — 2,0 %.

Крупність помелу має суттєве технологічне значення і визначається шляхом

просіювання через стандартні сита. У хлібопекарському виробництві перевага надається борошну з однорідним розміром частинок. Стандарти також регламентують кількість і якість сирої клейковини у пшеничному борошні. Її вміст визначають ручним способом або за допомогою спеціальних приладів, а якість оцінюють за кольором, запахом, пружністю та розтяжністю. Мінімальний вміст сирої клейковини становить: для борошна вищого сорту — 24 %, першого — 25 %, другого — 21 %, оббивного — 18 %. Кількість металомагнітних домішок не повинна перевищувати 3 мг на 1 кг борошна. Наявність шкідників хлібних запасів у борошні не допускається.

1.3 Характеристика готового продукту

Бородинський хліб належить до традиційних сортів житньо-пшеничного «чорного» хліба, широко поширеного в Україні та популярного в багатьох країнах пострадянського простору. Його виготовляють із суміші житнього борошна та пшеничного борошна другого сорту із застосуванням заварного способу приготування тіста.

Готовий виріб повинен відповідати встановленим вимогам до зовнішнього вигляду: поверхня буханця має бути рівною, без тріщин, із посипкою з коріандру, кмину або анісу. У нижній частині кірки допускаються незначні підриви. Забарвлення має бути рівномірним, темно-коричневим із характерним глянцевим відтінком. Товщина кірки не повинна перевищувати 4 мм, а її відшаровування від м’якушки не допускається. Форма виробу — довгаста із закругленими кінцями. М’якушка якісного бородинського хліба еластична, не липка і не надмірно волога, з рівномірною пористою структурою без пустот. Смак виробу кисло-солодкий, без сторонньої гіркоти, з вираженим ароматом.

До рецептури бородинського хліба, окрім житнього та пшеничного борошна, входять сіль, дріжджі, житній солод, патока, цукор і коріандр або кмин. Тісто готують у три або чотири стадії на рідкій чи густій заквасці. Технологічний процес є складним і тривалим: класична схема виробництва займає майже дві доби. Через значну

тривалість бродіння і необхідність використання великогабаритних ємностей таке виробництво здебільшого можливе на великих хлібопекарських підприємствах. Технологія виготовлення справжнього бородинського хліба не передбачає застосування барвників, консервантів або хімічних підсилювачів смаку.

Сьогодні бородинський хліб користується популярністю не лише в Україні, а й за її межами — у Канаді, США та Ізраїлі, куди традиція його споживання була поширена завдяки українській діаспорі. Існує багато варіантів домашнього приготування цього хліба — як у звичайних духовках, так і в хлібопечах. Його традиційно подають до перших і других страв, м'яса та овочів, а також використовують для приготування сухариків.

Вимоги до якості житньо-пшеничного формового та подового хліба регламентуються ДСТУ 4583–2006 і наведені у таблицях 1.4 та 1.5.

Бородинський хліб має значну харчову цінність. Житнє борошно, що входить до його складу, характеризується дієтичними властивостями, сприяє покращенню травлення та є джерелом клітковини, мінеральних речовин і вітамінів групи В, а також вітамінів РР і Е.

Бородинський хліб відзначається високою біологічною цінністю. За вмістом вітамінів групи В він практично не поступається м'ясним продуктам і містить більше повноцінного білка порівняно з багатьма іншими сортами хліба. Наявність у житньому борошні висівок позитивно впливає на роботу травної системи: вони активізують перистальтику товстого кишечника, що особливо важливо для людей, схильних до хронічних закрепів.

Патока, яка входить до рецептури бородинського хліба, є джерелом вітамінів і природних цукрів, що вважаються кориснішими за рафінований цукор. Важливим компонентом є також житній солод, який містить значну кількість мінеральних елементів — фосфор, магній, калій, залізо, кальцій, марганець та йод. Крім того, солод багатий на амінокислоти, що стимулюють білковий обмін, а також на легкозасвоювані полісахариди (глюкозу, фруктозу, мальтозу), які сприяють нормалізації роботи

шлунково-кишкового тракту. До його складу входять і поліненасичені жирні кислоти Омега-3 та Омега-6, що беруть участь в активізації обмінних процесів організму.

Пряноші, які традиційно використовують у виробництві бородинського хліба — коріандр і кмин — сприяють виведенню з організму надлишків сечової кислоти. Завдяки цьому такий хліб рекомендують включати до раціону людям із підвищеним артеріальним тиском і хворим на подагру. Регулярне споживання житнього хліба також пов'язують із профілактикою м'язової слабкості, уповільненням процесів передчасного старіння шкіри та нормалізацією рівня холестерину в крові.

Висновок

У даному розділі дипломної роботи подано узагальнену характеристику ПрАТ «Уманьхліб». На підставі проведеного аналізу встановлено, що підприємство є сучасним хлібопекарським виробництвом середньої потужності, яке випускає широкий асортимент хлібобулочних і кондитерських виробів та працює у безперервному режимі.

У розділі також розглянуто основні види сировини, що використовуються у виробництві хлібобулочних виробів, зокрема наведено характеристику борошна, його класифікацію, фізико-хімічні та органолептичні показники якості. Окрему увагу приділено характеристиці бородинського хліба як основного об'єкта подальших досліджень, описано його склад, технологічні особливості виготовлення та споживчі властивості.

Отримані відомості є вихідною базою для подальшого виконання розрахунків і розроблення заходів з удосконалення технологічної лінії виробництва бородинського хліба.

2. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Аналіз і вибір технології виробництва заданої продукції

Технологічний процес виробництва формовий хліба складається з послідовності основних операцій, які забезпечують отримання готової продукції з заданими якісними показниками. До базових технологічних етапів належать:

- підготовка сировини, що включає просіювання борошна, приготування та введення закваски, розчинів солі й цукру, сироватки, молока, яєць та хімічних добавок;
- приготування рідкої опари та заміс тіста;
- бродіння тіста з подальшим поділом його на порційні заготовки;
- округлення заготовок і попереднє вистоювання;
- формування формовий хлібних заготовок;
- кінцеве вистоювання та випікання;
- охолодження готових виробів і їх подальше зберігання.

На практиці застосовується значна кількість машинно-апаратурних схем виробництва формовий хлібів, що відрізняються рівнем механізації та складом обладнання. Одним із перспективних напрямів механізації є використання бункерів для тіста з бродінням (БТЗБ) у поєднанні з подачею допоміжної сировини.

Більш детально послідовність операцій і склад обладнання розглянуто у машино-апаратурній схемі (МАС) виробництва формовий хліба, наведеній на рисунку 2.1.

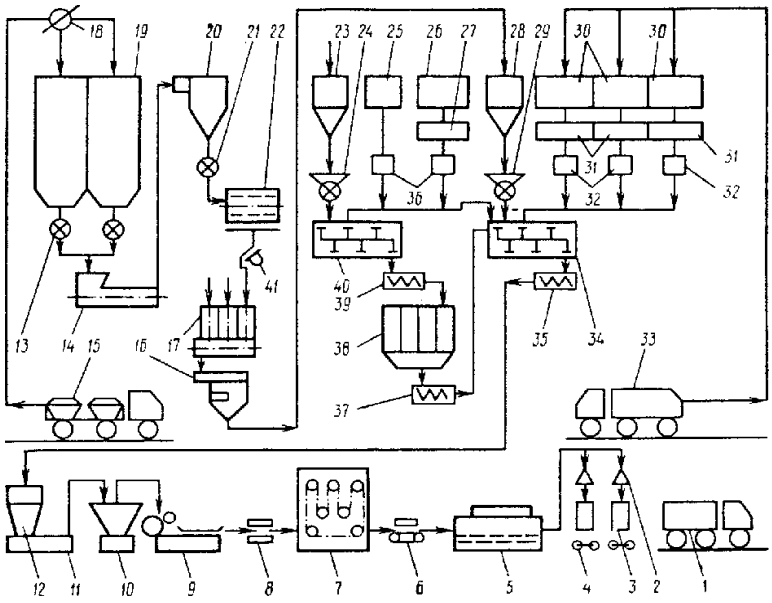

Рисунок 2.1 – Машинно-апаратурна схема (МАС) виробництва формовий хліба

Після замішування протягом 10–12 хв тісто за допомогою трубопроводу подається в бункер тістомісильної машини, де проходить додаткове бродіння тривалістю 20–25 хв. Далі тістова маса надходить на операцію поділу для формування заготовок заданої маси та надання їм необхідної геометричної форми.

Сформовані заготовки укладаються на люльки конвеєрної шафи попереднього вистоювання, де процес відбувається за регламентованих параметрів середовища: температури 35–40 °С та відносної вологості 80 – 85 %. Тривалість вистоювання становить 30–35 хв.

Після завершення вистоювання формовий хліби надходять у піч для випікання, а далі транспортуються в експедиційне відділення, де здійснюється їх охолодження та подальше відвантаження в торговельну мережу.

2.1.1 Опис функціонування модернізованої виробничої лінії

Після проведення реконструкції виробнича лінія призначена для виготовлення житньо-пшеничного формового хліба. Основною сировиною є житнє борошно обдирного помелу та пшеничне борошно першого сорту. Виробництво хліба «Дарницький» здійснюється відповідно до вимог ГОСТ 26984-86, згідно з яким співвідношення житнього та пшеничного борошна становить відповідно 60 ± 10 % і 40

± 10 %. Маса готового виробу — 0,8 кг.

Приготування тіста для заварного житнього хліба здійснюється на густій заквасці в секційному тістоприготувальному агрегаті И8-ХТА-6.

Рисунок 2.2 – Секційний тістоприготувальний агрегат И8-ХТА-6.

Виробничу закваску готують із використанням материнської закваски. Суміш із борошна, води та 40 % попередньо підготовленої закваски формується у виробничому циклі. Борошно подається з бункера через турнікетний дозатор, вода — із безперервної дозувальної станції Ш2-ХДМ. Після замішування заквaска надходить у бункер для бродіння И8-ХТА-12/4, де процес триває близько 470 хвилин до досягнення кислотності 13–16°.

Після завершення бродіння 60 % готової закваски транспортується нагнітачем до тістомісильної машини И8-ХТА, де відбувається заміс тіста. Дозування рідких інгредієнтів здійснюється через станцію Ш2-ХДМ, а борошно подається дозатором періодичної дії.

Для приготування оцукреної заварки кмин і солод попередньо витримують у воді температурою 45–50 °С протягом 30–40 хвилин. Заварку (борошно, вода, солод, кмин) готують у заварювальній машині ХЗМ-300 шляхом прогрівання парою впродовж 40–60 хвилин до температури 65–70 °С. Для інтенсифікації процесу оцукрення крохмалю 5–

10 % борошна додають наприкінці за температури не вище 65 °С. Далі заварку витримують 90–120 хвилин, після чого охолоджують до 32–34 °С і подають на заміс тіста.

Після замішування тісто надходить у бродильне корито И8-ХТА-12/6, де витримується 40 хвилин. Далі маса самопливом подається до дільника-укладальника Ш33-ХД-3У, який формує заготовки заданої маси та укладає їх у форми. Розстойка триває 65 хвилин при температурі 35–40 °С і відносній вологості 78–80 %. Перед випіканням поверхню заготовок зволожують і посипають кмином.

Випікання здійснюється у тупиковій печі Ш2-ХПА-16 з парозволоженням при температурі 200–240 °С протягом 58 хвилин. Після випікання хліб подається на циркуляційний стіл, охолоджується, укладається в лотки та спрямовується до пакувального відділення. Пакування виконується на горизонтальному пакувальному автоматі РТ-УМ-ГШ-01, після чого продукція направляється до реалізації.

2.1.2 Підбір обладнання лінії виробництва формовий хліба за продуктивністю

Продуктивність обладнання визначається як кількість продукції, виробленої за одиницю часу, і може бути теоретичною, технологічною або дійсною. Дійсна продуктивність $Q_д$ характеризує фактичний обсяг продукції, виготовлений за зміну, з урахуванням втрат часу на простої, технічне обслуговування та допоміжні операції.

Згідно з паспортними даними, продуктивність печі ПХС-25М при випіканні виробів із пшеничного борошна вищого ґатунку масою 0,45 кг становить 0,50 т/год.

При випіканні формовий хлібів добова продуктивність печі визначається на основі її годинної продуктивності та фактичного фонду часу роботи протягом доби і становить:

$$Q_д = Q(\tau_р - \tau_n) = 0{,}58(2 \cdot 8 - 2) = 8{,}12 \text{ т/доб} \qquad (2.3)$$

де τ – тривалість робочої зміни протягом доби, год;

τ – сумарний час простою обладнання в межах зміни, год.

Продуктивність основного та допоміжного обладнання лінії прийнято відповідно

до їхніх технічних характеристик, наведених у паспортній документації виробників. Для наочності та зручності аналізу всі розрахункові й довідкові дані зведено у зведену таблицю.

Таблиця 2.1 – Технологічне обладнання лінії виробництва формовий хліба та його продуктивність

№ п/п	технологічне обладнання	Продуктивність *т/доб*
1.	Піч БН-25	8,12
2.	Округлювач ХТО	12,5
3.	ТМ машина А2-Т2-64	5,1
4.	ТМ машина А2-ХТН	14,2
5.	ТМ машина ХТЗ-1	13,6
6.	Конвеєрна шафа РШВ	15,8

Застосоване технологічне обладнання для виготовлення формовий хліба забезпечує узгоджену та функціонально пов’язану роботу всіх елементів виробничої лінії, що дозволяє підтримувати стабільність технологічного процесу та задані показники продуктивності.

2.2 Розрахунок об'єму сировини за етапами її переробки

Таблиця 2.5 – Масова частка сухих речовин у сировині та готовій продукції

Найменування сировини	Маса сировини, кг		Вологість, %	Вміст сухих речовин	
	тісто	обробка		%	кг
1	2	3	4	5	6
Борошно житнє шпалерне	95,0	-	14,5	85,5	81,2
Солод житній	5,0	-	10,0	90,0	4,5
Дріжджі пресовані	0,05	-	75	25	0,013
Сіль харчова	1,5	-	3,0	97,0	1,45
Кмин	0,05	0,1	10	90	0,05
Разом	101,6	0,1			87,22

$$В_т = \frac{87,22 \cdot 100}{100 - 52,5} = 183,6$$

$$В = [(183,6 + 0,1)(1 - 0,01 \cdot 3)(1 - 0,01 \cdot 8)(1 - 0,01 \cdot 4)] = 157,4$$

Добову потребу підприємства у борошні $М_с$, кг, визначають за розрахунковою формулою:

$$М_с = \frac{Р_{доб} \cdot 100}{В} \quad (2.17)$$

де: $Р_{доб}$ – добова продуктивність печі з випуску виробів, т/добу;

У – розрахунковий вихід готової продукції, %.

Добову потребу в інших видах сировини $G_с$, кг, визначають за відповідною формулою:

$$G_с = \frac{М_с \cdot Р}{100} \quad (2.10)$$

де: P – норма витрати відповідного виду сировини згідно з чинною нормативною рецептурою, кг.

Для хліба розрахунок добової потреби в кожному компоненті здійснюється окремо відповідно до встановлених рецептурних норм витрат.

$$М_с = \frac{1180 \cdot 100}{157,4} = 7496,8$$

Маса житнього шпалерного борошна визначається відповідно до встановленої рецептурної частки цього виду борошна та загальної потреби в сировині.

$$М_с^м = 7496,8 \cdot \frac{95}{100} = 7121,96$$

Маса житнього солоду :

$$М_с^с = 7496,8 \cdot \frac{5}{100} = 374,84$$

$$G_с^{дріж} = \frac{7496,8 \cdot 0,05}{100} = 3,7$$

$$G_с^{сіль} = \frac{7496,8 \cdot 1,5}{100} = 112,4$$

$$G_{\text{с}}^{\text{тмин}} = \frac{7496{,}8 \cdot 0{,}1}{100} = 7{,}4$$

2.3 Розрахунок виробничої потужності технологічної лінії

Продуктивність потокової лінії з виробництва формовий хлібів визначається технічними характеристиками основного обладнання та режимами його роботи. Технічне переоснащення даної лінії передбачає проведення модернізації тістоподільної машини, що є одним із ключових елементів технологічного процесу. Запропоноване удосконалення спрямоване на підвищення якості поділу тіста на заготовки при збереженні заданої продуктивності лінії.

Виробничий цех підприємства оснащений п’ятьма технологічними лініями, до складу яких входить і лінія виготовлення формовий хлібів, укомплектована тунельною піччю. Робота лінії здійснюється у дві зміни, що забезпечує стабільний випуск продукції протягом року. З урахуванням режиму роботи річне завантаження виробництва становить 300 діб.

Фонд часу роботи обладнання визначається на основі календарного часу. Повний календарний фонд часу Φ_k обчислюється як добуток кількості годин у добі на кількість календарних днів у році і характеризує максимально можливу тривалість роботи обладнання за рік.

$$24 \cdot 365 = 8760 \text{ год}$$

Чисельний фонд робочого часу (ЧФР) для персоналу та технологічного обладнання визначається з урахуванням режиму роботи лінії і становить:

$$8 \cdot 2 \cdot 300 = 4800 \text{ год}$$

де 8 – тривалість однієї зміни, год;

2 – кількість змін на добу;

300 – кількість робочих днів на рік.

Під час детального розрахунку фактичного фонду часу враховуються графіки планово-попереджувальних ремонтів (ППР), а також втрати часу на простої

обладнання. З урахуванням режиму випуску формовий хлібів, проведення ремонтних і технічного обслуговування загальною тривалістю 72 год, дійсний річний фонд часу (ДРФ) роботи обладнання становить:

$$4800 - (72 \cdot 12 + 30 \cdot 24) = 3216 \text{ год}$$

Дійсний річний фонд часу роботи персоналу при тривалості робочого тижня 41 год та щорічній відпустці 18 днів складає 1840 год.

Потужність потокової лінії з виробництва формовий хлібів за одну зміну визначається на основі фактичного фонду часу та продуктивності основного обладнання.

$$\text{М} = \frac{\text{П}}{\Фр \cdot l_к} \quad (2.1)$$

де П – річний обсяг виробництва продукції, кг;

$\Фр$ – дійсний річний фонд часу роботи лінії, днів;

$l_к$ – кількість змін роботи лінії на добу.

Таким чином, розрахункова потужність лінії з виробництва формовий хлібів становить:

$$\text{М}_д = \frac{\text{П}}{\Фр \cdot l_к} = \frac{2000}{1840 \cdot 2} = 0{,}5 \text{ т/зм} \quad (2.2)$$

Продуктивність потокової лінії у розрахунку на одну добу визначається виходячи з розрахункової потужності лінії та режиму її роботи і становить:

$$\text{П}_д = 0{,}5 \cdot 2 = 1 \text{ т/зм}$$

Річна програма потокової лінії визначається за фактичним фондом часу роботи обладнання та добовою продуктивністю і становить:

$$\text{П}_р = 1 \cdot 300 = 300 \text{ т/рік}$$

Як зазначалося раніше, поряд із модернізацією тістоподільної машини передбачається заміна закаточної машини з метою підвищення якості формування та покращення зовнішнього вигляду формовий хлібів. Підвищення точності роботи тістомісильної машини типу А2-ХТН досягається за рахунок зменшення тиску в

робочій камері, що обумовлено зміною геометрії лопаті нагнітального вузла. Запропоноване конструктивне удосконалення нагнітальної лопаті спрямоване на забезпечення більш рівномірного та ефективного переміщення тіста в процесі його обробки.

2.4 Визначення кількості виробничого персоналу

Раціональне визначення чисельності виробничого персоналу є важливою складовою проектування лінії виробництва хлібобулочних виробів, оскільки безпосередньо впливає на продуктивність праці, собівартість продукції та ефективність роботи підприємства.

При визначенні кількості персоналу враховуються:

- добова продуктивність лінії;
- режим роботи підприємства (кількість змін);
- тривалість зміни;
- норми обслуговування обладнання;
- рівень механізації та автоматизації процесів.
- Проектована лінія працює у безперервному режимі у 2 зміни по 8 годин. Основні технологічні операції:
- приймання і зберігання сировини, просіювання борошна, заміс тіста, бродіння, ділення тіста, формування заготовок, вистоювання, випікання, охолодження, пакування та відвантаження продукції.

Чисельність основних робітників визначається за нормами обслуговування обладнання та кількістю робочих місць.

- До основних виробничих працівників належать:
- тістомісильники;
- оператор тістоділильної машини;
- пекарі;
- оператор печі;

– формувальники;

– пакувальники;

– вантажники готової продукції.

Кількість робітників визначається за формулою:

$$Ч = \frac{Т_{зм}}{Н_{обсл}} \quad (2.32)$$

де: Ч – кількість працівників;

$Т_{зм}$ – кількість одиниць обладнання або робочих місць у зміну;

$Н_{обсл}$ – норма обслуговування (кількість одиниць обладнання на одного працівника).

Таблиця 2.2 – Орієнтовний склад змінного персоналу

Посада	Кількість у зміну
Тістомісильник	1
Оператор тістоділильної машини	1
Пекар (обслуговування печі)	2
Формувальник	1
Пакувальник	2
Вантажник	1
Майстер зміни	1

Разом у зміну: 9 осіб

При двозмінному режимі роботи:$Ч_{осн} = 9 \cdot 2 = 18$ осіб.

До допоміжного персоналу належать:

– електромеханік;

– слюсар-ремонтник;

– прибиральник виробничих приміщень;

– лаборант;

– комірник.

Таблиця 2.3 – Орієнтовний склад допоміжного персоналу

Посада	Кількість
Електромеханік	1
Слюсар	1
Лаборант	1
Комірник	1
Прибиральник	1

Разом: 5 осіб.

Інженерно-технічний персонал:

- Головний технолог – 1
- Інженер з охорони праці – 1
- Економіст – 1
- Бухгалтер – 1
- Завідувач виробництва – 1

Разом: 5 осіб

Загальна чисельність персоналу розраховуємо: $Ч_{заг} = 18 + 5 + 5 = 28$ осіб.

Отже, для забезпечення безперебійної роботи проектованої лінії виробництва бородинського хліба необхідно 28 працівників.

2.5 Проектування виробничого цеху (відділення)

Проектування виробничого цеху здійснюється відповідно до:

- ДБН В.2.2-8-98 «Підприємства харчової промисловості»
- ДСТУ та санітарних норм
- Правил охорони праці в харчовій промисловості
- Вимог пожежної безпеки

Планування цеху повинно забезпечувати:

- поточність виробництва;

– мінімальні транспортні переміщення;

– розділення «чистих» і «брудних» зон;

– безпечні умови праці;

– зручність обслуговування обладнання.

До складу виробничого цеху входять:

1. Відділення зберігання та підготовки сировини
2. Тістоприготувальне відділення
3. Відділення ділення і формування
4. Вистійна камера
5. Пекарне відділення
6. Відділення охолодження
7. Пакувальне відділення
8. Склад готової продукції

Площа виробничого приміщення визначається за формулою:

$$\mathrm{F} = \sum F_{\text{обл}} \cdot \mathrm{К} \qquad (2.33)$$

де: $F_{\text{обл}}$ – площа, зайнята обладнанням;

K – коефіцієнт проходів і обслуговування (1,3–1,5).

Орієнтовна площа обладнання – 120 м². Приймаємо $K = 1{,}4$.

$$F = 120 \cdot 1{,}4 = 168 \text{ м}^2$$

Отже, площа виробничого цеху становить приблизно 170 м².

Вимоги до приміщення:

– Висота приміщення – не менше 3,3 м

– Температура повітря – 18–22 °C

– Відносна вологість – 60–70 %

– Освітлення – не менше 300 лк

– Наявність припливно-витяжної вентиляції

– Підлога – неслизька, вологостійка

– Стіни – облицьовані матеріалами, що миються

Розташування обладнання здійснюється за принципом прямоточності:

Склад борошна → Просіювач → Тістомісильна машина → Бродильні ємності → Тістоділильна машина → Формувальна машина → Вистійна шафа → Піч → Охолоджувальний транспортер → Пакування → Склад готової продукції.

Такий принцип забезпечує:

– мінімізацію перехресних потоків;

– скорочення втрат часу;

– дотримання санітарних норм.

Висновок

У ході розрахунків визначено добову потребу підприємства в основній та допоміжній сировині, що забезпечує випуск продукції відповідно до заданої продуктивності печі. Розрахований вихід готової продукції та потреба в борошні й інших компонентах дозволяють раціонально планувати матеріальні ресурси та мінімізувати виробничі втрати.

Розрахунок виробничої потужності лінії показав, що при двозмінному режимі роботи та річному фонді 300 робочих днів річна програма випуску становить 300 т продукції. Визначено дійсний фонд часу роботи обладнання та персоналу, що забезпечує реалістичність виробничого планування. Запропонована модернізація тістоподільної машини спрямована на підвищення точності поділу тіста та зменшення тиску в робочій камері, що позитивно вплине на якість формування заготовок без зниження продуктивності.

Виконано розрахунок чисельності виробничого, допоміжного та інженерно-технічного персоналу. Загальна потреба у працівниках становить 28 осіб, що забезпечує безперебійну роботу лінії в умовах двозмінного режиму та дотримання норм обслуговування обладнання.

3. МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ТІСТОДІЛИЛЬНОЇ МАШИНИ А2-ХТН

3.1 Вимоги до монтажу обладнання цеху

Монтаж обладнання тістодільльної машини А2-ХТН у виробничому цеху повинен виконуватися відповідно до вимог технологічного процесу, будівельних норм та правил охорони праці. Правильне встановлення обладнання забезпечує стабільну роботу машини, високу точність поділу тіста та довговічність експлуатації.

Перед монтажем необхідно провести підготовку приміщення: вирівнювання підлоги, перевірку несучої здатності фундаменту та наявність необхідних інженерних комунікацій (електропостачання, вентиляції, освітлення). Підлога повинна бути рівною, міцною, вологостійкою та мати покриття, що легко очищується.

Обладнання встановлюють відповідно до технологічної схеми виробничої лінії з урахуванням зручності обслуговування, ремонту та санітарної обробки. Відстані між машинами повинні забезпечувати вільний доступ персоналу та відповідати нормам безпеки.

Особлива увага приділяється точності встановлення машини по горизонталі. Допустимі відхилення не повинні перевищувати встановлених технічними умовами значень. Кріплення машини до фундаменту здійснюється анкерними болтами з використанням амортизувальних прокладок для зменшення вібрацій.

Електромонтажні роботи виконуються відповідно до правил улаштування електроустановок. Машина повинна бути заземлена, а електропривід оснащений захисною апаратурою. Після завершення монтажу проводиться пробний запуск і перевірка роботи всіх вузлів.

3.2 Розробка технології монтажу обладнання

Технологія монтажу тістодільльної машини А2-ХТН включає комплекс послідовних операцій, спрямованих на правильне встановлення та налагодження обладнання.

Монтаж починається з транспортування машини до місця встановлення з використанням вантажопідіймальних засобів. Після розпакування проводять огляд комплектності та технічного стану вузлів.

Наступним етапом є встановлення машини на підготовлений фундамент. За допомогою рівнів і вимірювальних приладів виконують вивірку положення обладнання. Після вирівнювання машину закріплюють анкерними болтами.

Далі виконують підключення електроприводу та систем керування. Перевіряють правильність напрямку обертання двигуна, роботу захисних пристроїв та систем безпеки.

Після механічного та електричного монтажу проводять регулювання робочих органів машини. Налаштовують параметри поділу тіста, перевіряють роботу механізмів подачі та формування.

Завершальним етапом є пробний запуск у холостому режимі та під навантаженням. Під час випробувань контролюють рівень шуму, вібрацій, точність роботи та відповідність технічним вимогам.

3.3 Експлуатація обладнання

Ефективна експлуатація тістоділильної машини А2-ХТН передбачає дотримання правил технічного обслуговування, санітарних вимог та заходів безпеки.

Перед початком роботи оператор проводить зовнішній огляд машини, перевіряє стан електропроводки, наявність мастила у вузлах тертя та справність захисних пристроїв. Пуск машини здійснюється лише після перевірки її готовності до роботи.

Під час експлуатації необхідно контролювати стабільність роботи механізмів, точність поділу тіста та температурний режим електродвигуна. Забороняється працювати при знятих захисних кожухах або виявленні несправностей.

Регламентне технічне обслуговування включає очищення машини від залишків тіста, змащування рухомих частин, перевірку кріплень та стану електрообладнання. Періодично проводиться профілактичний огляд і плановий ремонт.

Дотримання правил експлуатації підвищує надійність роботи обладнання, зменшує знос деталей і забезпечує високу якість готової продукції.

Висновок

У даному розділі розглянуто вимоги до монтажу та особливості експлуатації тістоділильної машини А2-ХТН. Встановлено, що правильна організація монтажних робіт забезпечує точність встановлення обладнання, зменшення вібрацій та безпечні умови праці.

Розроблена технологія монтажу включає послідовність операцій від підготовки фундаменту до пробного запуску машини. Дотримання технології встановлення гарантує надійну та ефективну роботу обладнання.

Аналіз умов експлуатації показав, що регулярне технічне обслуговування та виконання вимог безпеки сприяють підвищенню продуктивності машини, зниженню витрат на ремонт і забезпеченню стабільної якості продукції.

4. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

4.1 Технологічний аналіз тістоподільника А2-ХТН

Продуктивність тістоподільника визначається з метою забезпечення безперервного подавання тістових заготовок на операцію формування формовий хлібів з урахуванням ритму роботи всієї технологічної лінії та виробничих інтервалів. Основною умовою є повне завантаження тунельної печі, площа поду якої становить 50–100 м².

За заданої маси формовий хлібної заготовки продуктивність машини при повному використанні площі поду печі визначається за виразом:

$$П = \frac{R_g \cdot П \cdot М}{\tau_в} \quad (4.1)$$

де П — кількість заготовок по ширині печі, шт.;

M — число рядів формовий хлібних заготовок по довжині печі, шт.;

$\tau_в$ — тривалість випікання, хв;

R_g — коефіцієнт урахування періодичних зупинок машини для регулювання та налагодження,

R_g = 1,15…1,2.

Підставляючи розрахункові значення, отримаємо:

$$П = \frac{1{,}2 \cdot 1{,}4 \cdot 85}{36} = 60 \text{ об/хв}$$

Частота обертання лопатевого барабана з урахуванням циклів роботи подільної головки визначається за формулою:

$$П_д = \frac{П}{m_g} \quad (4.2)$$

m_g – кількість кишень подільної головки.

$$П_д = \frac{60}{2} = 15$$

Основні показники продуктивності тістоподільника наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Основні показники продуктивності тісторозподільника

Виріб	g , кг	F м2	Прдуктивність шт/хв	Частота циклів при 40 хв.
Формовий хліб нарізний 1 сорт	0,5	50	60	20

Забезпечення стабільної роботи печі з двокамерною подільною головкою досягається за умови частоти $П_0 = 20$ циклів за хвилину.

4.2 Розгляд застосування моделювання

1. Опрацьована вирізка фізичної моделі робочої камери тістоподільної машини є необхідною для виконання розрахунків з метою підтвердження очікуваних результатів. Розрахункові дослідження виконуються на основі теоретичного аналізу, а також вивчення патентної та науково-технічної інформації. Після цього проводяться експериментальні дослідження, за результатами яких здійснюється коригування та доопрацювання фізичної моделі.

2. Використання методів фізичного та математичного моделювання під час дослідження процесів поділу тіста на заготовки дає можливість виявити основні закономірності перебігу процесу, а також визначити раціональні конструктивні та технологічні параметри робочої камери тістоподільних машин.

3. При виконанні моделювання необхідно дотримуватися таких умов:

4. обробку слід здійснювати з дотриманням технологічного регламенту та з використанням натуральної сировини, призначеної для харчових продуктів;

5. кислотність, температурний режим та інші параметри процесу мають відповідати дії мікроорганізмів і бути ідентичними натуральним показникам;

6. інтенсивність, тривалість впливу та механізм поділу тіста повинні відповідати реальним умовам процесу;

7. показники якості готової продукції є визначальними при виборі режимів поділу, оскільки вони впливають на подальші стадії технологічного процесу, тому вибір раціональних параметрів має бути обґрунтованим;

8. найбільш ефективним є моделювання робочої камери натуральних розмірів на окремій вирізці.

Застосування фізичних і математичних моделей дозволяє суттєво скоротити обсяг експериментальних досліджень. У порівнянні з випробуваннями на натуральних зразках це дає змогу зменшити витрати сировини та напівфабрикатів, а також спростити візуальні спостереження за процесом. Крім того, моделювання полегшує обґрунтування напрямів подальшого удосконалення конструкції робочої камери та перевірку ефективності принципово нових технічних рішень.

Загалом розрізняють три основні види моделювання: фізичне, математичне та комбіноване.

4.3 Модель робочої камери машини А2-ХТН та її обґрунтування

У робочій камері тістоподільної машини відтворюються процеси, аналогічні тим, що відбуваються у натуральному зразку, з допустимими відхиленнями, як на самій машині, так і на моделі. Масштаб процесу визначається прийнятою методикою фізичного моделювання.

Фізична модель робочої камери з нагнітальними робочими органами являє собою вирізку натурального розміру. Вона забезпечує можливість змінювати параметри процесу в заданих межах і обладнана пристроями для візуального спостереження (прозорі стінки або оглядові вікна), а також вимірювальними приладами.

Використання масштабних моделей супроводжується відхиленнями, пов’язаними з дією пристінних ефектів. У таких випадках лінійні розміри моделі доцільно зменшувати вдвічі, що призводить до зменшення робочого об’єму в 8 разів. Тому найбільш ефективним є застосування моделювання на вирізках натуральних розмірів, які не спричиняють суттєвого впливу пристінних ефектів.

На основі фізичної моделі та її формалізованого опису розробляється математична модель основних процесів, що відбуваються в робочій камері тістоподільника. Такий підхід дозволяє застосовувати системні методи дослідження. Аналіз кількісних показників дає можливість виявити невраховані відхилення, скоригувати результати та отримати основні залежності, які якісно відображають реальну роботу системи.

Фізична модель робочої камери наведена на рис. 3.1 і являє собою місткість, у якій здійснюються технологічні процеси поділу тіста на заготовки однакової маси та форми. Лійка не входить до складу робочої камери, оскільки в ній не відбуваються операції поділу тіста.

Процес роботи машини здійснюється таким чином. Тісто з бункера 1 надходить у робочу камеру 2, яка виконана у вигляді барабана. З одного боку камера обмежена корпусом машини, з іншого — прозорою бічною кришкою. Модернізована нагнітальна лопать 3 обертається з постійною кутовою швидкістю ω_1, забезпечуючи подачу тіста в робочу зону 4.

Під дією кулачкового механізму заслінка 11 здійснює зворотно-коливальний рух. У нижньому положенні вона перекриває вихід тіста з робочої зони назад у бункер, унаслідок чого тісто спрямовується у стакан 5 та мірну кишеню 6. У процесі наповнення мірної кишені поршні 9 під дією тиску тіста переміщуються, виштовхуючи заготовку з мірної кишені 8 на транспортер.

Після завершення мірного наповнення ущільнене тісто при відкритій заслінці 11 повертається в бункер у вигляді надлишків. Ділильна головка 7 обертається безперервно з кутовою швидкістю ω_2, яка дорівнює ω_1.

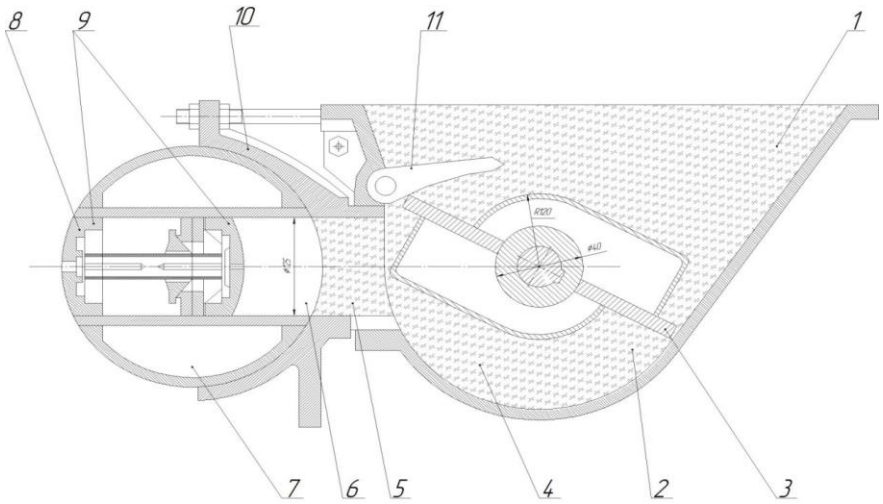

Рисунок 4.1 – Конструкція модернізованої робочої камери:

1 – бункер; 2 – робоча камера; 3 – модернізована нагнітальна лопать; 4 – робоча зона; 5 – стакан; 6 – мірна кишеня;7 – ділильна головка; 8, 9 – поршні; 10 – горловина; 11 – заслінка.

Під дією кулачкового механізму заслінка 11 здійснює зворотно-коливальний рух. У нижньому положенні вона перекриває вихід тіста з робочої камери назад у бункер, унаслідок чого тістова маса спрямовується в стакан та мірну кишеню. Забезпечення рівномірного й якісного нагнітання тіста при допустимих значеннях тиску досягається завдяки застосуванню модернізованої нагнітальної лопаті. Вона відрізняється зміненим радіусом r ступиці, тоді як зовнішній радіус R і ширина b узгоджені з геометричними параметрами робочої камери.

4.4 Математичне моделювання нагнітання тіста у тістоділильну головку

4.4.1. Обґрунтування параметрів робочої камери подільника

Раціональний вибір частоти обертання нагнітальної лопаті при виробництві високоякісної продукції забезпечує оптимальне поєднання інтенсивності та тривалості процесу. Плавне нагнітання тіста в мірну кишеню тістоділильної головки сприяє підтриманню стабільного температурного режиму. Поділ тіста за раціональних режимів роботи дозволяє знизити витрати матеріальних ресурсів та покращити якість

готових виробів.

Проблемі нагнітання тіста присвячено значну кількість наукових досліджень, у яких враховується вплив перевищення гранично допустимого тиску. Надмірний тиск призводить до небажаних змін структури тіста, погіршення його технологічних властивостей і зростання енерговитрат. Раціональна механічна обробка позитивно впливає на колір м'якуша, а також сприяє покращенню пористості й газоутворювальної здатності тіста. Робочий діапазон тиску при цьому становить $(0,5–1,2)\cdot10^5$ Па.

Використання різних конструкцій лопатей за різних реологічних характеристик тіста не дозволяє безпосередньо застосовувати їх для точного визначення робочих параметрів процесу поділу. Параметри нагнітання визначаються профілем каналу течії в умовах тиску в замкненому об'ємі робочої камери, а також кількістю розчиненого в тісті вуглекислого газу. Разом з тим, наведені дані можуть бути використані як орієнтовні.

На стадії нагнітання істотний вплив має температура тіста. Пружно-еластичне відновлення тіста значною мірою визначає відповідний коефіцієнт процесу. Відомо [2], що поділ тіста на заготовки базується на попередньому контрольованому стисканні перед подачею в мірні кишені. Ключову роль у керуванні процесом відіграють механічні впливи, форма та інтенсивність яких визначають умови перебігу процесу та збереження структури тіста.

Основним завданням машини є реалізація механічних впливів у заданих межах, що забезпечують допустиме руйнування структури тіста на стадії поділу. Максимальна однорідність фаз структуроутворення є визначальним чинником якості. Перевищення допустимого рівня руйнування призводить до погіршення консистенції та зростання налипання тіста на поверхні робочої камери.

Кінцевою метою процесу є отримання заготовок напівфабрикатів заданої маси. Ефективність технологічного процесу за встановленої продуктивності визначається змінними характеристиками поділу тіста, що впливають на його деформаційні властивості. Змінюючи фактори впливу, можна визначити раціональні умови поділу

тіста різних видів: пшеничного, житньо-пшеничного та житнього.

Тривалість процесу поділу тіста відрізняється залежно від динамічної рівноваги системи навіть за однакових питомих витрат енергії. Зміна структури тіста відбувається внаслідок взаємодії процесів руйнування та відновлення [2,3].

Поведінка тіста описується степеневим законом Гершеля–Балклі. Властивості тіста на різних стадіях поділу визначаються його багатофазною структурою. Складові тіста об'єднуються у три фази: рідку, тверду та газову, співвідношення яких залежить від рецептури. Газова фаза формується внаслідок виділення вуглекислого газу під час спиртового бродіння. Процеси утворення та руйнування CO_2 зумовлюють нерівномірний розподіл газових включень у тісті [3,4]. Вміст твердо-рідкої та газової фаз істотно впливає на структурно-механічні властивості тіста, а збільшення кількості газоподібних продуктів і вологості підвищує його пористість.

Класичні реологічні рівняння не повністю відображають поведінку дріжджового тіста, що зумовлює необхідність використання іншого виразу рівняння стану. Традиційна математична модель базується на рівняннях руху в'язкого тіста та враховує аномалії його в'язкості. Вплив сил тертя є визначальним при розв'язанні цієї задачі.

Реологічні характеристики тіста визначаються взаємозв'язком між прикладеним навантаженням, створеним барабаном, та деформацією тістової маси. Залежно від величини навантаження тісто зазнає різних видів деформацій [4], у тому числі зсуву та згину. Значення деформацій зсуву [5] істотно впливають на структурно-механічні властивості тіста, однак їх вимірювання пов'язане з певними технічними труднощами.

Схема моделювання процесу поділу тіста наведена на рис. 4.2. Згідно з сучасними підходами до опису деформування тіста, математичну модель його поведінки можна формувати двома основними методами.

Таким чином, при створенні математичної моделі поділу тіста в робочій камері необхідно враховувати його реологічні властивості, а також характерні для процесу явища: тертя, ступінь розпушування тіста на виході з мірної кишені, розтягування, кручення та стискання в зоні переміщення по камері. Конструкція робочої камери й

поверхня нагнітального барабана з лопатями мають вирішальне значення для якості поділу. Вплив кута течії тіста під час нагнітання у воронку визначає взаємозв'язок між зміною площі КС і площі ПК, що дозволяє встановити раціональну форму робочої камери та профіль лопаті. Поділ робочого об'єму на зони забезпечує рівномірну швидкість руху тіста до мірних кишень.

4.4.2. Технічні характеристики та розрахунок робочого процесу модернізованої машини А2-ХТН

Робочий цикл тістоділильної машини включає такі основні операції:

- заповнення робочої камери тістом;
- стискання тіста до необхідного робочого тиску;
- течію тіста в об'ємі робочої камери;
- наповнення мірної камери тістом;
- стабілізацію тиску тістової маси;
- формування та вихід заготовки;
- відведення надлишків тіста в приймальну лійку.

Зазначені операції можуть частково поєднуватися, виконуватися в іншій послідовності або частково виключатися залежно від конструкції машини. Сукупність цих операцій визначає робочий процес тістоділильної машини.

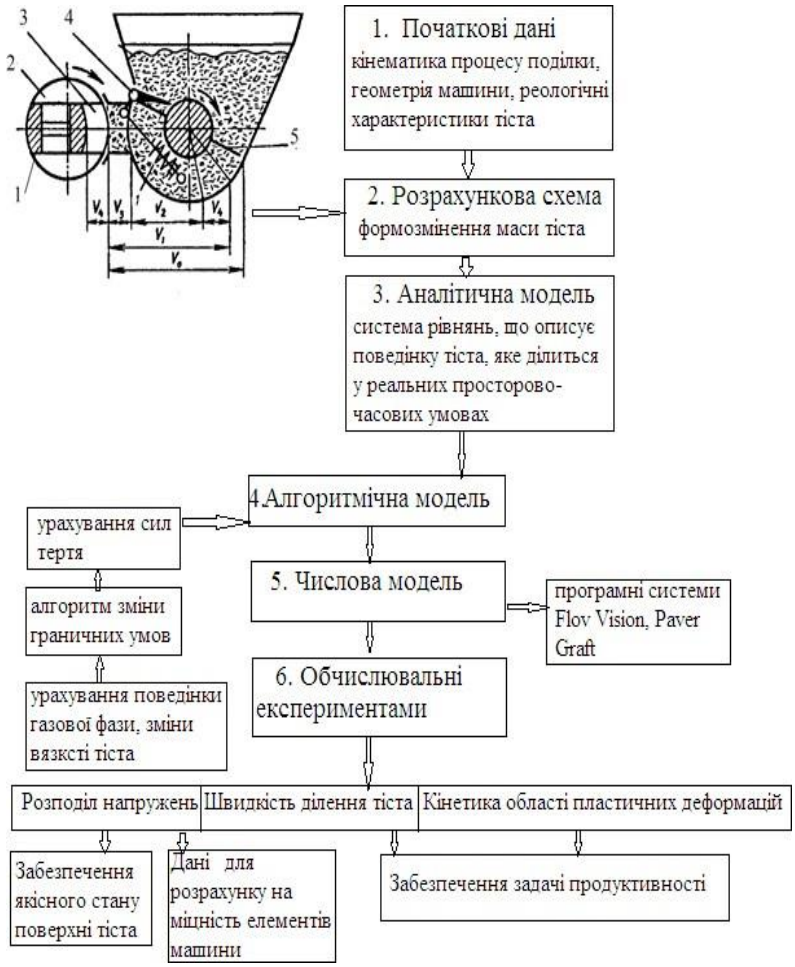

Рисунок 4.2 – Схема моделювання процесу поділу тіста в тістоділильній машині: 1 — мірна камера; 2 — подільна головка; 3 — заслінка; 4 — нагнітальний поршень; 5 — приймальна лійка; 6 — стабілізатор тиску.

Запропонована модернізація спрямована на зменшення загального об’єму робочої камери V_0. Це створює передумови для зниження інтенсивності механічного впливу на реологічні та структурно-механічні властивості тіста, що безпосередньо позитивно позначається на якості поділу тістової маси на заготовки.

Для аналізу процесу весь об’єм робочої камери доцільно умовно розділити на окремі дільниці та позначити їх відповідними об’ємами. Камера стискання заповнюється тістом у процесі його ущільнення до заданого робочого тиску. Об’єм цієї дільниці позначимо як V_1.

Об’єм стабілізації тиску V_2 призначений для визначення кількості тіста, що

сприймається стабілізатором тиску. Збільшення значення V_2 сприятливо впливає на роботу тістоділильної машини, тоді як його зменшення може призводити до відхилень маси заготовок від номінальних значень.

Буферний об'єм V_3 являє собою частину робочої камери, у якій залишається тісто після завершення робочого циклу. Збільшення цього об'єму зумовлює підвищення механічного навантаження на тісто та зниження стабільності дозування. Надмірне зростання буферного об'єму призводить до погіршення властивостей тіста та збільшення енергоспоживання машини.

Об'єм мірної камери V_4 призначений для відмірювання маси порцій тіста та подальшої їх видачі у вигляді сформованих заготовок. Даний об'єм не входить до складу робочої камери і з'єднується з нею лише на час заповнення тістом, після чого відповідно до циклу роботи відбувається їх роз'єднання.

Перед надходженням у мірні камери тісто проходить стадії стискання та стабілізації до встановленого тиску. Під час з'єднання з мірними камерами відбувається течія та переміщення тістової маси, тому при аналізі робочого процесу доцільно розглядати стан мірного об'єму в межах робочої камери.

У середині робочого циклу частина тіста з робочої камери повертається в приймальну лійку. Метою стабілізації тиску в робочій камері є забезпечення раціонального режиму роботи машини. Конструктивно нераціональне повернення тіста, як правило, відбувається наприкінці циклу. Об'єм тіста V_5, що повертається з робочої камери в приймальну лійку, при збільшенні призводить до неефективного зростання навантаження, а також до ослаблення структурно-механічних характеристик тістових заготовок.

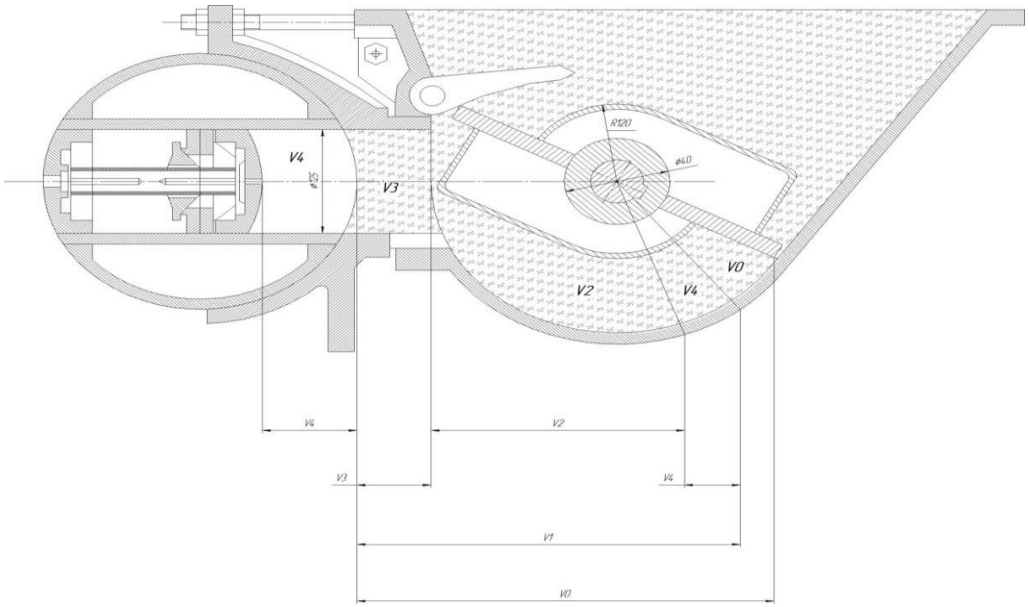

Рисунок 4.3 – Розрахункова схема робочої камери тістоділильної машини А2-ХТН

На підставі наведених вище положень виконуємо визначення всіх необхідних складових параметрів. Елементи, показані на рис. 4.1, надалі використовуватимуться під час розрахунків і обґрунтування режимів роботи.

Об’єм робочої камери визначаємо за співвідношенням: $V_{\text{поч}} = V_2 + V_4$;

де V_2 — об’єм зони стабілізації тиску, який встановлюється залежно від конструктивного виконання та геометричних параметрів буферної частини;

V_4 — сумарний мірний об’єм мірних камер.

Значення зазначених об’ємів підбираємо таким чином, щоб забезпечити оптимальний рівень тиску в робочій камері. Розрахунковий робочий тиск приймаємо рівним $p_p = 0{,}08 \cdot 10^4$.

За такого значення тиску реологічні властивості тістових заготовок є найбільш сприятливими, а процес поділу забезпечує підвищену точність дозування.

$$\frac{\text{Р}_{\text{р.поч.}}}{V_{\text{р.кінц}}} = \frac{\text{Р}_{\text{р.поч.}}}{V_{\text{р.поч.}}} \tag{4.3}$$

$$\text{Р}_{\text{р}} = \frac{\text{Р}_{\text{р.поч.}} \cdot V_{\text{р.поч.}}}{V_{\text{р.кінц}}} \tag{4.4}$$

Для існуючої (базової) конструкції нагнітальної лопаті робочий тиск становить

$P_p = 0{,}12$ МПа.

Об’єм робочої камери машини дорівнює: $V_0 = 5{,}44 \cdot 10^{-3}$ м^3.

Загальний об’єм робочої камери визначається за залежністю: $V_p = V_2 + V_4$.

$$V_2 = K_2 \cdot V_0 \tag{4.5}$$

Значення тиску відповідає коефіцієнту: $K_1 = 0{,}035$.

За маси заготовки: $g = 0{,}45$ кг , сумарний мірний об’єм визначається як $V_4 = 2 \cdot V_2 \cdot \varphi_2$;

Коефіцієнт стискання тіста в робочій камері обчислюється за залежністю: $K_4 = V_4 V_0$.

Мінімальний тиск стабілізації процесу також відповідає значенню: $K_1 = 0{,}035$.

За максимального об’єму тістових заготовок об’єм визначається як $V_1 = K_1 \cdot V_0$;

Значення буферного об’єму визначаємо як різницю між відповідними складовими об’ємами:

$$V_3 = V_1 - V_2 - V_4 \tag{4.6}$$

Коефіцієнт буферного об’єму K_b характеризує частку робочої камери, яка зайнята буферною зоною тіста:

$$К_3 = V_3 / V_0 \tag{4.7}$$

Справедливість виконаних розрахунків перевіряється за співвідношенням:

$$K_\Sigma = K_2 + К_3 + K_4 \tag{4.8}$$

Результати проведених розрахунків наведено в додатку А. Графічне порівняння параметрів існуючої та модернізованої робочих камер подано на рис. 4.4.

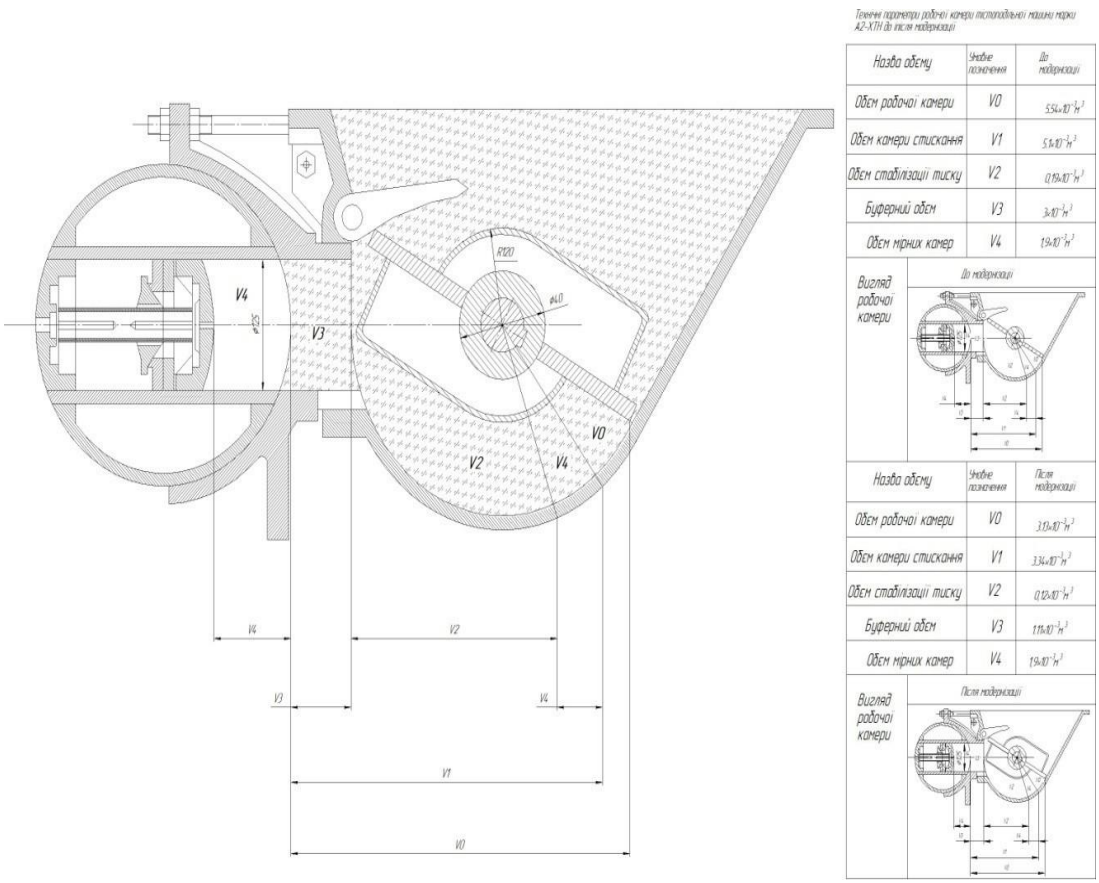

Рисунок 4.4 – Порівняння основних технічних характеристик робочої камери до та після модернізації

4.4.3. Використання статистичного моделювання для оцінки точності поділу тіста на заготовки формовий хліба

Точність поділу тіста на заготовки є одним з основних показників ефективності роботи тістоділильної машини А2-ХТН. Кінцевою метою визначення точності подільних машин є оцінювання їх виробничої ефективності, що полягає у зменшенні втрат сировини під час виготовлення штучних хлібобулочних виробів та своєчасному виявленні порушень технологічного процесу.

Порушення точності поділу тіста на шматки негативно впливає на подальші технологічні операції, оскільки супроводжується відхиленням маси заготовок і порушенням умов гігротермічної обробки виробів. Унаслідок цього за масою готової продукції складно встановити стадію, на якій відбулося відхилення технологічного

процесу, оскільки зміни проявляються вже за межами нормативних допусків.

Згідно з вимогами ГОСТ 6649-53 та ГОСТ 7127-54 допустимі відхилення маси окремих виробів визначаються наприкінці технологічного процесу і контролюються лише для охолоджених випечених виробів. При цьому максимальне відхилення маси десяти одночасно зважених виробів не повинно перевищувати 2,5 % від номінальної маси, а для одного виробу — 3,0 %.

Відповідно до ОСТ 27-31–78 похибка поділу тістоділильних машин не повинна перевищувати 2 %. Для заготовок масою від 0,4 до 1,8 кг допускається зазначене відхилення, а для дрібноштучних виробів — до 3 %. Згідно з паспортними даними машини А2-ХТН показник точності поділу не перевищує 2,5 %.

У даній роботі застосування методів математичної статистики використано для визначення фактичної точності роботи тістоділильної машини А2-ХТН. Як зазначалося у попередньому підрозділі, підвищення точності поділу, зокрема зменшення відхилень розрахункової маси заготовок, призводить до звуження інтервалу коливань параметрів процесу. Це, у свою чергу, забезпечує економію сировини: на кожну тонну виготовленої формовий хлібної продукції досягається зменшення витрат борошна приблизно на 1 кг.

Для оцінювання точності роботи тістоділильної машини А2-ХТН застосовано вибірковий метод контролю. Вимірюванням підлягала лише частина виробів формовий хліба, яка повинна репрезентативно відображати середні масові показники всієї продукції, виготовленої за зміну.

Коливання маси тістових заготовок визначають за значенням середньоквадратичного відхилення вибірки

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\mathrm{x}-\Delta g)^2 m}{n-1}} \tag{4.9}$$

де x — середньоарифметичне відхилення маси заготовок

$$x = \frac{m}{n}\sum \Delta g \tag{4.10}$$

$$\Delta g = g_i - g_0 \tag{4.11}$$

де $g_i - g_0$ — відхилення поточно виміряної маси тістової заготовки від номінальної (нормальної, або «нульової») маси, г;

$$g_0 = (100 + У_1 + У_2)\frac{G}{100} \quad (4.15)$$

де $У_1$ — фактичне упікання виробу, %;

$У_2$ — усихання, %;

G — маса готового охолодженого виробу, г;

Точність функціонування тістодільльної машини А2-ХТН за статистичними показниками оцінюється за допомогою коефіцієнта варіації:

$$V = \frac{\sigma}{g_0}100\% \quad (4.16)$$

Похибка визначення маси формовий хліба за результатами вибіркового контролю має наближений характер і оцінюється за граничною похибкою вибірки:

$$\Delta = \frac{t\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4.17)$$

Середню похибку вибірки визначають:

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4.18)$$

Середня похибка вибірки пов'язана із залежністю: $\Delta = \varepsilon\sigma$,

де ε — нормоване відхилення.

Експериментальні дослідження підтверджують, що розподіл похибок є близьким до нормального закону. У зв'язку з цим значення t може визначатися з використанням інтегралу ймовірності:

$$\Phi(t)389e^{-0,5t^2} \quad (4.19)$$

За заданого значення ймовірності $\Phi(t) = 0,997$ за табличними даними визначаємо відповідне значення нормованого відхилення, яке становить $t = 3$. Отриманий результат свідчить, що гранична похибка вибірки знаходиться в межах допустимих значень і дорівнює $\Delta = 3\mu$.

Наведені величини є підставою для визначення обсягу вибірки за відповідним рівнянням:

$$n = \frac{t^2\sigma^2}{\Delta^2} \quad (4.20)$$

Середні значення упікання формовий хліба та його усихання становлять відповідно $U_1 = 9{,}8\%$ та $U_2 = 3{,}9\%$.

«Нульове» значення маси виробу визначаємо за відповідним виразом:

$$g_0 = (100 + 9{,}8 + 3{,}9)\frac{450}{100} = 477{,}35 \text{ г.}$$

Приймаємо граничну похибку змінної вибірки рівною $\Delta = 3$ г. При цьому середня маса формовий хліба не повинна відхилятися від середньої маси генеральної сукупності більш ніж на 3 г.

Під час визначення необхідної кількості виробів у вибірці попередньо задаємося середньоквадратичним відхиленням очікуваних значень маси заготовок σ. Для цього виконуємо контрольне визначення відповідного показника.

Приймаємо значення $\sigma = 10$, після чого подальші розрахунки здійснюємо:

$$n = \frac{3^2 10^2}{3^2} = 100$$

З метою спрощення подальших розрахунків приймаємо обсяг вибірки $n = 101$. У результаті отримуємо:

$$\sum \Delta g = 1{,}82\,, \sum m(x - \Delta g)^2 = 3578$$

Середньоарифметичне відхилення маси формовий хлібної заготовки визначається за виразом: $x = \frac{182}{101} = 1{,}80$ г.

З урахуванням прийнятого округлення приймаємо $x = 2$ г. Середньоарифметичну масу формовий хліба визначаємо:

$$g = g_0 + x \quad (4.21)$$

Підставивши отримані результати в розрахункову залежність, визначаємо середню масу формовий хліба: $g = 477 + 2 = 479$ г.

Середньоквадратичне відхилення маси формовий хліба визначаємо:

$$\sigma = \sqrt{\frac{3578}{101-1}} = 4 \text{ г.} \quad (4.22)$$

Коефіцієнт варіації визначаємо:

$$V = \frac{6 \cdot 100}{127} = 0{,}53\%$$

Застосовуємо правило трьох сигм і вважаємо, що з імовірністю 0,997 похибка вибірки має випадковий характер. При цьому її абсолютне значення не перевищує 3σ. У даному випадку:

$$\Delta g = 3 \cdot 4 = 12 \text{ г.} \quad (4.23)$$

Відповідно максимальне та мінімальне значення маси одного формовий хліба у вибірці становлять: $g_{min} = 479 - 12 = 467$ г., $g_{max} = 479 + 12 = 491$ г.

У практичних умовах похибки роботи тістоділильної машини визначають у відсотках від «нульової» маси виробу. Наведені граничні відхилення є еквівалентними показнику точності поділу і оцінюються:

$$\Delta g = \frac{3\sigma \cdot 100}{g_0} \quad (4.24)$$

$$\Delta g = \frac{3 \cdot 6 \cdot 100}{1137} = 1{,}6\%$$

Фактичну точність поділу тіста за наведеними експериментальними вимірами визначаємо за відповідною залежністю:

$$\Delta_{min} = \frac{g_0 - g_{min}}{g_0} 100\% \quad (4.25)$$

$$\Delta_{max} = \frac{g_{max} - g_{min}}{g_0} 100\% \quad (4.26)$$

Після підстановки відповідних значень у розрахункову залежність отримуємо результат:

$$\Delta_{min} = \frac{1137 - 1125}{1137} 100 = 1{,}06\%$$

$$\Delta_{max} = \frac{1157 - 1137}{1137} 100 = 1{,}76\%$$

Висновок

У розділі 4 виконано технологічний аналіз роботи тістоподільної машини А2-ХТН і визначено вимоги до її продуктивності для узгодження з ритмом лінії та повного

завантаження печі. Обґрунтовано доцільність застосування фізичного й математичного моделювання для дослідження процесу поділу тіста та підбору раціональних параметрів робочої камери. Розглянуто конструкцію модернізованої робочої камери та принцип її роботи, де ключову роль відіграє нагнітальна лопать зі зміненою геометрією, що сприяє рівномірнішому нагнітанню й зниженню надмірного тиску. Статистичне оцінювання точності поділу підтвердило, що відхилення маси заготовок перебувають у межах допустимих норм, що забезпечує стабільну якість продукції та зменшення втрат сировини.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства

Організація системи управління охороною праці (СУОП) на підприємстві базується на таких основних нормативно-правових актах:

Основні законодавчі акти:

– Конституція України (ст. 43 — право на безпечні умови праці);

– Закон України «Про охорону праці»;

– Кодекс законів про працю України;

– Закон України «Про пожежну безпеку»;

– Закон України «Про цивільний захист населення»;

– Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».

Галузеві нормативні документи:

– НПАОП (Правила охорони праці для підприємств харчової промисловості);

– ДБН В.2.2-8-98 «Підприємства харчової промисловості»;

– ДБН В.1.1-7 «Пожежна безпека об’єктів будівництва»;

– ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;

– ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною праці»;

– Правила улаштування електроустановок (ПУЕ).

Організація СУОП на підприємстві:

На підприємстві створюється служба охорони праці або призначається відповідальна особа.

Впроваджуються:

– інструкції з охорони праці за професіями;

– журнали реєстрації інструктажів;

– графіки перевірки знань;

– порядок проведення медичних оглядів;

– система контролю технічного стану обладнання;

– план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій (ПЛАС).

Працівники проходять:

1. вступний інструктаж;
2. первинний інструктаж на робочому місці;
3. повторний інструктаж (не рідше ніж 1 раз на 6 місяців);
4. позаплановий інструктаж (при зміні технології).

5.2 Аналіз небезпечних факторів та ситуацій під час роботи

Виробництво хлібобулочних виробів характеризується комплексним впливом механічних, термічних, електричних, фізичних та хімічних факторів.

5.2.1 Механічні небезпеки

Джерела небезпеки:

– тістомісильні машини;

– тістоділильне обладнання;

– формувальні машини;

– транспортери;

– пакувальні автомати.

Основні ризики:

– захоплення одягу рухомими частинами;

– защемлення пальців;

– травмування при очищенні обладнання;

– падіння на слизькій підлозі.

Рівень ризику підвищується при:

– порушенні технологічної дисципліни;

– роботі без захисних огороджень;

– відсутності блокувальних систем.

5.2.2 Термічні фактори

Пекарні печі працюють при температурі 200–300 °C.

Небезпеки:

- контактні опіки;
- тепловий удар;
- перегрівання організму;
- підвищене теплове випромінювання.

В зоні печей температура повітря може перевищувати нормативні показники.

Допустима температура для категорії робіт середньої тяжкості — 18–22 °C (згідно ДСН).

5.2.3 Електричні фактори

Електропостачання здійснюється від мережі 380/220 В.

Небезпечні ситуації:

- пошкодження ізоляції;
- відсутність заземлення;
- підвищена вологість;
- дотик до струмопровідних частин.

Опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 4 Ом.

5.2.4 Пиловий фактор та вибухонебезпека

Борошняний пил є:

- шкідливим для органів дихання;
- вибухонебезпечним при концентрації понад 20–60 г/м³.

Умови виникнення вибуху:

- наявність пилоповітряної суміші;
- джерело займання (іскра, перегрів);
- замкнений об’єм.

5.2.5 Мікроклімат та шум

У виробничих приміщеннях можливі:

– підвищена вологість (до 75%);

– підвищений рівень шуму від обладнання (до 80 дБ).

Гранично допустимий рівень шуму — 80 дБ.

5.3 Заходи безпеки

5.3.1 Технічні заходи

Для забезпечення безпечних умов праці на проектованому підприємстві передбачено впровадження комплексу технічних заходів, спрямованих на усунення або мінімізацію впливу небезпечних виробничих факторів. Усі рухомі частини тістомісильних машин, тістоділильного обладнання, транспортерів та пакувальних механізмів обладнуються стаціонарними захисними огородженнями, що унеможливлюють доступ працівника до небезпечної зони під час роботи обладнання. Конструкція огороджень виконується відповідно до вимог чинних стандартів та не повинна знижувати технологічну ефективність машин.

З метою запобігання травмуванню працівників передбачено встановлення автоматичних блокувальних пристроїв, які не дозволяють запуск обладнання при відкритих або знятих огородженнях. Блокування також унеможливлює доступ до робочих органів машин до повної їх зупинки. На пекарних печах здійснюється теплоізоляція зовнішніх поверхонь для зниження теплового випромінювання та запобігання контактним опікам. Температура поверхонь, доступних для дотику, не повинна перевищувати допустимих санітарних норм.

Для забезпечення нормативного мікроклімату в цеху влаштовується припливно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням. Система вентиляції забезпечує видалення надлишкового тепла, вологи та борошняного пилу, а також підтримання температури повітря в межах 18–22 °C та відносної вологості 60–70 %. У зоні просіювання борошна встановлюється місцева аспіраційна система, що запобігає накопиченню пилу та утворенню вибухонебезпечних концентрацій.

Електрообладнання підприємства підлягає обов’язковому заземленню та зануленню відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок. Для запобігання ураженню електричним струмом застосовуються автоматичні вимикачі захисного відключення, які спрацьовують при виникненні струмів витоку. У виробничих приміщеннях встановлюються аварійні кнопки зупинки обладнання, розташовані у доступних місцях, що дозволяє оперативно припинити роботу лінії у разі виникнення небезпечної ситуації.

З метою запобігання пожежам підприємство оснащується автоматичною пожежною сигналізацією з виведенням сигналу на пульт чергового персоналу. Система забезпечує своєчасне виявлення загоряння та оперативне реагування.

5.3.2 Санітарно-гігієнічні заходи

Санітарно-гігієнічні заходи спрямовані на створення безпечних та комфортних умов праці, а також на попередження професійних захворювань. У виробничих приміщеннях здійснюється регулярне вологе прибирання із застосуванням дозволених мийних засобів, що запобігає накопиченню пилу та залишків сировини. Особлива увага приділяється очищенню вентиляційних каналів та аспіраційних систем.

Контроль мікроклімату проводиться шляхом періодичних вимірювань температури, вологості та швидкості руху повітря. У разі відхилення показників від нормативних значень вживаються коригувальні заходи щодо регулювання роботи вентиляційної системи.

З метою дотримання санітарних вимог проводиться періодична дезінфекція обладнання та приміщень. Працівники забезпечуються побутовими приміщеннями, які включають гардеробні для роздільного зберігання робочого та особистого одягу, душові кімнати та санітарні вузли. Такі умови сприяють підтриманню особистої гігієни та профілактиці захворювань.

5.3.3 Організаційні заходи

Організаційні заходи є важливою складовою системи управління охороною

праці. На підприємстві проводиться атестація робочих місць за умовами праці з метою визначення рівня шкідливих і небезпечних факторів та встановлення відповідних компенсацій і пільг. Працівники проходять попередні та періодичні медичні огляди для своєчасного виявлення професійних захворювань.

Контроль режиму праці та відпочинку здійснюється відповідно до вимог трудового законодавства. Тривалість робочої зміни не перевищує встановлених норм, передбачаються регламентовані перерви для відпочинку та приймання їжі. Особлива увага приділяється працівникам, які працюють у зоні підвищених температур.

Обов'язковим є проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці. Працівники проходять вступний, первинний та повторний інструктажі, а також періодичну перевірку знань з безпечних методів роботи.

5.3.4 Засоби індивідуального захисту

З метою зменшення впливу шкідливих факторів працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт. Для роботи у виробничих приміщеннях видається спеціальний одяг, який відповідає санітарним вимогам та забезпечує захист від забруднення і механічних пошкоджень. У зоні печей використовуються термостійкі рукавиці для запобігання опікам. При роботі з борошном застосовуються респіратори для захисту органів дихання від пилу. Працівники забезпечуються захисним взуттям із неслизькою підошвою, що зменшує ризик падінь. За потреби застосовуються засоби захисту органів слуху при перевищенні допустимих рівнів шуму.

5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.4.1 Пожежна безпека

Виробничі приміщення підприємства належать до категорії В за вибухопожежною небезпекою, оскільки у технологічному процесі утворюється горючий борошняний пил. Для забезпечення пожежної безпеки передбачено встановлення порошкових вогнегасників, внутрішніх пожежних кранів та автоматичної

пожежної сигналізації. У приміщеннях функціонує система оповіщення про пожежу, яка забезпечує своєчасне інформування персоналу.

Проектом передбачено не менше двох евакуаційних виходів, які відповідають вимогам будівельних норм щодо ширини та напрямку відкривання дверей. Час евакуації персоналу не повинен перевищувати 2–3 хвилини, що забезпечується раціональним плануванням приміщень і наявністю чітко позначених шляхів евакуації.

5.4.2 Дії персоналу при пожежі

У разі виникнення пожежі персонал зобов’язаний негайно зупинити роботу обладнання та відключити електроживлення виробничої лінії. Після цього необхідно повідомити керівника зміни та викликати підрозділи Державної служби з надзвичайних ситуацій. До прибуття пожежних підрозділів здійснюється гасіння осередку загоряння первинними засобами пожежогасіння за умови відсутності загрози життю. Одночасно організовується евакуація працівників відповідно до плану евакуації.

5.4.3 Аварійне відключення електроенергії

У випадку аварійного відключення електроенергії відбувається автоматична зупинка виробничої лінії. Перед повторним запуском здійснюється блокування пускових пристроїв до проведення перевірки технічного стану обладнання. Особлива увага приділяється контролю температури печей, щоб уникнути перегріву або пошкодження конструкцій. Після відновлення електропостачання проводиться огляд електрообладнання та тестовий запуск у холостому режимі.

5.4.4 Дії в умовах воєнного стану

В умовах воєнного стану на підприємстві організовується система сповіщення про повітряну тривогу. При отриманні відповідного сигналу робота обладнання припиняється, відключається електроживлення та персонал організовано прямує до захисної споруди або укриття. Відновлення роботи дозволяється лише після офіційного сигналу про відбій тривоги та перевірки технічного стану обладнання.

Висновок

Підприємство з виробництва хлібобулочних виробів є об’єктом безперервного функціонування як у мирний, так і в особливий період. Забезпечення його стійкої роботи в умовах надзвичайних ситуацій має важливе соціально-економічне значення. Запропонований комплекс заходів з охорони праці та цивільного захисту сприяє підвищенню безпеки персоналу, зниженню ризиків аварій і забезпечує безперервний випуск продукції навіть за несприятливих умов.

6. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВДОСКОНАЛЕНОЇ ЛІНІЇ

6.1 Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції

Сучасне хлібопекарське виробництво характеризується високим рівнем механізації та автоматизації, активним упровадженням нових технологій і розширенням асортименту продукції. Це висуває підвищені вимоги до професійної підготовки працівників галузі. Метою даного дипломного проєкту є підвищення обсягів виробництва дрібноштучних хлібобулочних виробів шляхом збільшення продуктивності тістоділильної машини.

1. Розрахунок виробничої потужності

$$N = n \cdot П \cdot T_{еф} \quad \text{т/год} \tag{5.1}$$

де: n — кількість одиниць провідного обладнання;

П — продуктивність провідного обладнання;

$T_{еф}$ — ефективний фонд часу роботи обладнання.

Провідним агрегатом у технологічній лінії є електропіч із паспортною продуктивністю 180 кг/год. Існуюча пекарня функціонує в одну зміну тривалістю 8 годин, при цьому безпосередній процес випікання займає 6 годин. Фактичний вихід готової продукції становить 0,54 т на добу, що відповідає середній продуктивності 90 кг/год.

$$T_{еф} = (365 - T_{вих} - T_{пр} - T_{р} - T_{то}) \cdot 8 \text{ год.} \tag{5.2}$$

де: $T_{р}$ — тривалість простою обладнання на ремонт, що становить 5 днів;

$T_{то}$ — час, відведений на проведення технічного огляду, який дорівнює 3 дням.

$$T_{еф} = (365 - 114 - 5 - 3)8 = 1944 \text{ год.}$$

Під час формування тістових заготовок малої маси (0,05–0,15 кг) продуктивність тістоділильних машин суттєво знижується, унаслідок чого вони стають обмежувальною ланкою технологічної лінії. Проведення незначної модернізації обладнання дає змогу підвищити його продуктивність у два рази, що відповідно забезпечує пропорційне збільшення обсягів випуску готової продукції.

$$90 \cdot 2 = 180 \text{ кг/год або } 0{,}54 \cdot 2 = 1{,}08 \text{ т/доб}$$

Річна виробнича потужність

За базовим варіантом річна виробнича потужність визначається як добуток кількості провідного обладнання, його годинної продуктивності та ефективного фонду робочого часу. Для наявного варіанту вона становить:

$$N_{\text{б}} = 1 \cdot 90 \cdot 1944 = 174\,960 \text{ кг/рік, або } 174{,}96 \text{ т/рік.}$$

За проєктним варіантом, з урахуванням підвищення продуктивності обладнання, річна виробнича потужність відповідно зростає і визначається аналогічним способом.

$$N_{\text{п}} = 1 \cdot 180 \cdot 1944 = 349920 \text{ кг/год} = 349{,}92 \text{ т/год}$$

1. Розрахунок додаткових капітальних вкладень

Вартість дозувального блока становить 13 484 грн. Витрати на його модернізацію приймаються у розмірі 15 % від початкової вартості. Отже, сума додаткових капітальних вкладень на Confirmed модернізацію визначається як частка від вартості обладнання і становить 2 022,6 грн.

$$13484 \cdot 0{,}15 = 2022{,}6 \text{ грн}$$

Разом додаткові капітальні вкладення становлять 15 456 грн.

2. 2. Розрахунок річних експлуатаційних витрат за змінними статтями. Організація праці

Робота підприємства здійснюється за змінним графіком з 8:00 до 17:00. До складу виробничої бригади входять: тістоміс (1 особа), пекар (1 особа), підсобний робітник (1 особа). Оплата праці працівників — відрядно-преміальна.

Таблиця 5.1 – Оплата праці

Професія	Кількість робітників чол.	Розряд	Часова тарифна ставка, грн.
Тістоміс	1	III	14
Пекар	1	IV	14

Підсобний робітник	1	II	10,75

$$ЗП_{повр} = част.тар.ст \cdot Т_{еф}(грн) \quad (5.3)$$

$$ЗП_{повр} = 14 \cdot 1944 = 27216 \text{ грн}$$

$$ЗП_{повр} = 14 \cdot 1944 = 27216 \text{ грн}$$

$$ЗП_{повр} = 10{,}75 \cdot 1944 = 20988 \text{ грн}$$

Фонд заробітної плати

Основна заробітна плата працівників визначається виходячи з прийнятої системи оплати праці та режиму роботи підприємства. Річний фонд основної заробітної плати розраховується з урахуванням чисельності персоналу, відпрацьованого часу та встановлених тарифних ставок.

$$27216 \cdot 2 + 20988 = 75420 \text{ грн}$$

Для стимулювання працівників передбачається виплата премії у розмірі 30 % від основної заробітної плати. Сума преміальних нарахувань визначається як 30 % від річного фонду основної заробітної плати та включається до загального фонду оплати праці.

$$75420 \cdot 0{,}3 = 22626 \text{ грн}$$

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання

До складу витрат на утримання та експлуатацію обладнання входять амортизаційні відрахування, витрати на технічне обслуговування, ремонт і енергоносії.

Витрати на амортизацію

Амортизаційні відрахування визначаються відповідно до балансової вартості обладнання та встановлених норм амортизації. Вони відображають поступове перенесення вартості обладнання на собівартість продукції протягом строку його експлуатації.

$$А_0 = \frac{Н_0 \cdot С_т}{100} \quad (5.4)$$

де: $Н_0$ — норма амортизаційних відрахувань, що становить 12 %;

$С_т$— балансова вартість обладнання.

За базовим варіантом сума амортизаційних відрахувань визначається як добуток вартості обладнання на встановлену норму амортизації.

$$А_0 = 844800 \cdot 0{,}12 = 101376 \text{ грн}$$

За проєктним варіантом амортизаційні відрахування визначаються аналогічно — як добуток балансової вартості обладнання з урахуванням додаткових капітальних вкладень на встановлену норму амортизації.

$$А_0 = 860256 \cdot 0{,}12 = 103230{,}75 \text{ грн}$$

Витрати на поточний ремонт

Витрати на проведення поточного ремонту приймаються у розмірі 5 % від балансової вартості обладнання.

За базовим варіантом сума витрат на поточний ремонт визначається як 5 % від вартості встановленого устаткування.

$$К_{пот.р} = 0{,}05 \cdot 844800 = 42240 \text{ грн}$$

За проєктним варіантом витрати на поточний ремонт також приймаються на рівні 5 % від балансової вартості обладнання з урахуванням модернізації та визначаються аналогічним способом.

$$К_{пот.р} = 0{,}05 \cdot 860256 = 43012{,}5 \text{ грн}$$

Потрібна кількість електроенергії

Питоме споживання електроенергії електропіччю становить 306 кВт·год на 1 т продукції (за паспортними даними).

Споживання електроенергії за базовим варіантом

Витрати електроенергії визначаються як добуток питомого споживання електроенергії на річний обсяг виробництва продукції за базовим варіантом.

$$Q = 306 \cdot 174{,}96 = 53537{,}76 \text{ кВт·год}$$

Споживання електроенергії за проєктним варіантом

Витрати електроенергії за проєктним варіантом визначаються аналогічно — як

добуток питомого споживання електроенергії печі на запланований річний обсяг випуску продукції з урахуванням підвищеної продуктивності обладнання.

$$Q = 306 \cdot 349{,}92 = 107075{,}52 \text{ кВт·год}$$

Тоді, враховуючи, що ціна 1 кВт·год електроенергії становить 1,56 грн, витрати на електроенергію для базового варіанта визначаються так:

$$53537{,}76 \cdot 1{,}56 = 83518 \text{ грн/рік або } \frac{83518}{174{,}96} = 437{,}76 \text{ грн/т}$$

Для проєктного варіанта, з урахуванням того, що вартість 1 кВт·год електроенергії становить 1,56 грн, витрати на спожиту електроенергію обчислюються таким чином:

$$107075{,}52 \cdot 1{,}56 = 167037{,}8 \text{ грн/рік або } 167037{,}8/349{,}92 = 477{,}3 \text{ грн/т}$$

Таблиця 5.2 – Витрати на сировинні матеріали

Сировина	Витрата на одну тонну (т)	Ціна однієї тонни (грн)	Вартість витрат на одну тонну (грн)
Мука 1 сорт	0,550	4608	2534,4
Молоко	0,230	5376	1236,48
Цукор	0,125	6720	840
Сіль	0,013	1612	20,97
Яйце	0,055	8064	443,52
Дріжджі	0,027	9676	261,27
Вода	0,025	1548	38,71
Всього	4345,35		

Таблиця 5.3 – Розрахунок витрат на виготовлення та збут продукції, грн

Статті витрат	Сума затрат

	Базовый варіант		Проектный вариант	
	На од. продукції (1 тона)	На річний випуск	На од. продукції (1 тона)	На річний випуск
1.Сировина	5375,35	940472,09	5375,35	1881159,19
2.Електроенергія	270,26	47284,55	270,26	94569,10
3.Основна ЗП	409,60	71663,62	204,80	71663,62
4.Додатк.ЗП	122,88	21499,08	61,44	21499,08
5.Єдиний соціальний под. 26%	138,44	24222,18	69,22	24222,18
6. Витрати на утримання і ремонт обладнання 10%	109,74	19200	59,29	20745,60
7.Цехові витрати 80%	327,68	57330,89	163,84	57330,89
8.Загальногоспо дарські витрати 115%	471,04	82413,16	235,52	82413,16
9.Виробнича собівартість	7224,99	1264083,69	6439,71	2253384,92

10. Комерційні витрати 3%	216,75	37922,51	193,19	67601,54
Повна собівартість	7441,74	1302006,20	6632,91	2320986,47

1. Базова норма прибутку приймається на рівні 25 % від повної собівартості та становить: $0{,}25 \cdot 7441{,}74 = 1860{,}4$ грн.

Проєктна норма прибутку (25 % від собівартості) дорівнює: $0{,}25 \cdot 6632{,}91 = 1658{,}2$ грн.

2. Базова оптова ціна визначається як сума собівартості та прибутку і складає: $7441{,}74 + 1860{,}4 = 9302{,}14$ грн.

Оптова ціна за проєктним варіантом становить: $6632{,}91 + 1658{,}23 = 8291{,}14$ грн.

3. Відпускна ціна базового варіанта з урахуванням ПДВ розраховується так: $9302{,}17 + 0{,}1 \cdot 9302{,}17 = 10232{,}39$ грн.

Для проєктного варіанта відпускна ціна дорівнює: $8291{,}14 + 0{,}1 \cdot 8291{,}14 = 9120{,}25$ грн.

4. Базовий прибуток визначається як різниця між відпускною ціною та собівартістю: $10232{,}39 - 7441{,}74 = 2790{,}65$ грн.

Прибуток за проєктним варіантом становить: $9120{,}25 - 6632{,}91 = 2487{,}34$ грн.

5. Термін окупності додаткових капітальних вкладень обчислюється як відношення додаткових інвестицій до різниці прибутків за варіантами: $15456 / (870369{,}93 - 488252{,}32) = 0{,}04$ року.

Таблиця 5.4 – Ключові техніко-економічні показники

Показники	Базовий варіант	Проектний варіант	Абсолютні	Відносні, %
1.Виробнича потужність, т	174,96	349,92	+174,96	+100
2. Повна собівартість одиниці продукції, грн.	7441,74	6632,91	808,83	-10,86
3. Повна собівартість річного випуску, грн..	1302006,20	2320986,47	+1018980,25	+78,26
4.Відпускна ціна за од.продукції, грн	10232,39	9120,25	-1112,14	-10,86
5. Відпускна ціна за 1 шт. виробу, грн.	1,53	1,37	-0,16	-10,53
6. Прибуток, грн / рік.	488252,32	870369,93	+382117,61	+78,26
7.Додаткові капіталовкладення, грн.		15456	+15456	
8. Термін окупності	Протягом року			

6.2 Визначення рентабельності підприємства, цеху та строку окупності додаткових капіталовкладень

Економічна ефективність проєктування виробничого цеху визначається шляхом розрахунку показників рентабельності та строку окупності додаткових капіталовкладень. Дані показники дозволяють оцінити доцільність впровадження нового обладнання, модернізації виробничої лінії та реконструкції виробничих площ.

Визначення прибутку

Прибуток підприємства визначається як різниця між доходом від реалізації продукції та повною собівартістю виробництва:

$$П = В_р - С_п \quad (5.5)$$

де: П — прибуток, грн;

$В_р$ — виручка від реалізації продукції, грн;

$С_п$ — повна собівартість продукції, грн.

Виручка від реалізації визначається за формулою:

$$В_р = Q \cdot Ц \quad (5.6)$$

де: Q — річний обсяг реалізації продукції, т;

Ц — відпускна ціна 1 т продукції, грн.

Рентабельність виробництва характеризує рівень прибутковості підприємства і визначається відношенням прибутку до повної собівартості:

$$R_п = \frac{П}{С_п} \cdot 100\% \quad (5.7)$$

де: $R_п$ — рентабельність підприємства, %.

Рентабельність окремого виробничого цеху визначається аналогічно:

$$R_ц = \frac{П_ц}{С_ц} \cdot 100\% \quad (5.8)$$

де: $П_ц$ — прибуток цеху, грн;

$С_ц$ — витрати на виробництво продукції в цеху, грн.

У разі впровадження нового обладнання або реконструкції виробництва визначається приріст прибутку:

$$\Delta П = П_2 - П_1 \quad (5.9)$$

де: $П_1$ — прибуток до модернізації, грн;

$П_2$ — прибуток після модернізації, грн.

Строк окупності визначається як відношення додаткових капіталовкладень до приросту річного прибутку:

$$Т_{ок} = \frac{К_д}{\Delta П} \quad (5.10)$$

де: $Т_{ок}$ — строк окупності, років;

$К_{д}$ — додаткові капіталовкладення, грн;

$\Delta П$ — річний приріст прибутку, грн.

Додатково визначається коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень:

$$E = \frac{\Delta П}{К_{д}} \quad (5.11)$$

Проєкт вважається ефективним, якщо:

$$E \geq E_{н} \quad (5.12)$$

Висновок

За результатами виконаних розрахунків можна стверджувати, що за умови відносно невеликих додаткових капітальних вкладень продуктивність досліджуваної дільниці зростає у два рази, що забезпечує підвищення рівня прибутку на 78 % [33].

ВИСНОВОК

В дипломній роботі було зроблено аналіз сучасних конструкцій тістоподільних машин, що дало змогу вдосконалити нагнітальну лопать .

Одним із недоліків конструкції лопаті є великий тиск при стисненні тіста в робочій камері. Тому для вирішення цієї проблеми змінена конструкція лопаті на більш ефективну. Завдяки цій конструкції змінюється об'єм робочої камери і за рахунок цього тиск зменшується.

Було зроблено аналіз кінематичної схеми тістоподільної машини марки А2-ХТН, проведено розрахунок робочого зусилля на лопать, розрахунок приводу лопаті, за результатами яких було підібрано параметри нової лопаті.

Зроблено аналіз теоретичних закономірностей процесу стиснення тіста в робочій камері.

Проведені експерементальні дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

Визначено затрачену питому роботу на процес розділення тіста на заготовки певної маси;

Тиск при нагнітанні тіста лопаттю впливає на:

зі зменшенням тиску в робочій камері покращується якість отриманих заготовок;

при збільшенні обєму нагнітальної лопаті тиск в робочій камері зменшується;

При зменшенні тиску в робочій камері збільшується точність діленя тіста ;

При зменшенні навантаження на тістоділильну лопать зменшується витрата потужності.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Шаповаленко О. І. Технологія хлібопекарського виробництва : підручник. Київ : Освіта України, 2018. 416 с.
2. Паламарчук О. А., Кравченко М. Ф. Технологія хліба, кондитерських і макаронних виробів : навчальний посібник. Київ : Ліра-К, 2020. 432 с.
3. ДСТУ 7517:2014. Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015.
4. ДСТУ 4583:2006. Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 2006.
5. ДСТУ 46.004-99. Борошно пшеничне. Технічні умови. Київ : Держстандарт України, 1999.
6. ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.
7. Дроздов В. Г., Лисенко В. П. Обладнання підприємств харчової промисловості : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 512 с.
8. Козлов В. М., Мельник С. О. Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання харчових виробництв : навчальний посібник. Київ : НУХТ, 2019. 368 с.
9. Гуменюк Г. Д. Проєктування підприємств харчової промисловості : навчальний посібник. Київ : НУХТ, 2018. 304 с.
10. Покропивний С. Ф. Економіка підприємства : підручник. Київ : КНЕУ, 2019. 528 с.
11. Савицька Г. В. Економічний аналіз діяльності підприємства : навчальний посібник. Київ : Знання, 2020. 654 с.
12. Бланк І. О. Управління витратами підприємства : навчальний посібник. Київ : Ніка-Центр, 2018. 560 с.
13. Конституція України : Закон України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР.
14. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII.
15. Про пожежну безпеку : Закон України від 17.12.1993 № 3745-XII.
16. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення :

Закон України від 24.02.1994 № 4004-XII.

17. Про цивільний захист населення : Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI.

18. НПАОП 15.0-1.01-17. Правила охорони праці для працівників підприємств харчової промисловості. Київ : Держпраці, 2017.

19. ДБН В.2.2-8:2018. Підприємства харчової промисловості. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2019.

20. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об’єктів будівництва. Київ : Мінрегіон України, 2017.

21. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Київ : МОЗ України, 1999.

22. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). Київ : Міненерговугілля України, 2017.

23. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров’я та безпекою праці. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.