МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів

«До захисту в ЕК»	**«До захисту допущено»**
Директор інституту (декан факультету)	Завідувач кафедри
Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО	Володимир КОВБАСА
(підпис) (ім'я та прізвище)	(підпис) (ім'я та прізвище)
«18» червня 2026 р.	«18» червня 2026р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 181 Харчові технології
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: Проєкт хлібозаводу в м. Черкаси з впровадженням енергозберігаючого обладнання.

Виконала: здобувачка IV курсу, групи ТХ – 4 – 4

Іжокіна Тетяна Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Ковбаса Володимир Миколайович
(прізвище , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент Феофілов Андрій Сергійович _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Я як здобувачка Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавала і не одержувала недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач_____

(підпис)

Київ – 2026 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) _Навчально-науковий інститут харчових технологій___
Кафедра _технології хлібопекарських і кондитерських виробів_____
Освітній ступінь____бакалавр_____
Спеціальність _181 Харчові технології_____
(код і назва)
Освітньо-професійна програма _Харчові технології та інженерія_____
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТХКВ
_____Володимир КОВБАСА
“ 9 ” квітня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Іжокіної Тетяни Олександрівни
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи: **Проєкт хлібозаводу в м. Черкаси з впровадженням енергозберігаючого обладнання.**
керівник роботи Ковбаса Володимир Миколайович д.т.н., професор,
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “9” квітня 2026року №226-КС
2. Строк подання здобувачем роботи 15.06.2026
3. Вихідні дані до роботи Хліб «Козацький», маса 0,5 кг, на рідкій заквасці, тістомісильна машина Х-12Д, піч тунельна Гостол. Хліб «Весняний», маса 0,7 кг, на традиційній густій опарі, тістомісильна машина Topos з підкатною діжею, піч тунельна Revent. Булочка «Звичайна», маса 0,1 кг, тістомісильна машина Topos з підкатною діжею, піч ротаційна «Revent».
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; 1. Характеристика підприємства, техніко-економічне обґрунтування прийнятих заходів, вибір асортименту продукції. 2. Обґрунтування вибору технології та опис апаратурнотехнологічних схем. 3. Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів, готової продукції. 4. Технологічні розрахунки. 5. Розрахунок площ виробничих і складських приміщень. 6. Розрахунок та підбір технологічного обладнання. 7. Контроль якості та безпечності у виробництві відповідно до вимог ISO 9000 та НАССР. 8. Інженерні системи та енергетичне господарство підприємства. 9. Система екологічного управління та енерго-, ресурсозбереження. 10. Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві. Загальні висновки. Список джерел посилання.
5. Перелік графічного матеріалу Аркуш 1 – Підготовка сировини до виробництва. Аркуш 2 – Технологічні схеми. Аркуш 3 – План на відм. 0.000. Аркуш 4 – Експлікація.
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 9 квітня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Характеристика підприємства, технікоекономічне обґрунтування прийнятих заходів, вибір асортименту продукції	27-28.04.2026	Виконано 22.05.2026
2	Обґрунтування вибору технології та опис апаратурно-технологічних схем	29-30.05.2026	Виконано 23.05.2026
3	Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів, готової продукції	1.05.2026	Виконано 24.05.2026
4	Технологічні розрахунки	04-06.05.2026	Виконано 24.05.2026
5	Розрахунок площ виробничих і складських приміщень	07-08.05.2026	Виконано 26.05.2026
6	Розрахунок та підбір технологічного обладнання	11-12.05.2026	Виконано 28.05.2026
7	Креслення апаратурно-технологічних схем та планів	13-20.05.2026	Виконано 29.05.2026
8	Контроль якості та безпечності у виробництві відповідно до вимог ISO 9000 та HACCP	21.05.2026	Виконано 31.05.2026
9	Інженерні системи та енергетичне господарство підприємства	22.05.2026	Виконано 03.06.2026
10	Система екологічного управління та енерго-, ресурсозбереження	25-26.05.2026	Виконано 05.06.2026
11	Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві	27-28.05.2026	Виконано 07.06.2026
12	Формулювання загальних висновків до роботи	29.05.2026	Виконано 08.06.2026
13	Оформлення пояснювальної записки	01-10.06.2026	Виконано 10.06.2026
14	Проходження перевірки на унікальність кваліфікаційної роботи	11.06.2026	Виконано
15	Проходження попереднього захисту кваліфікаційної роботи	12.06.2026	Виконано
16	Отримання зовнішньої рецензії на кваліфікаційну роботу	17.06.2026	Виконано
17	Подання оформленої і підписаної керівником роботи до захисту в ЕК	19.06.2026	Виконано

Здобувач _____ Тетяна ІЖОКІНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ Володимир КОВБАСА
(підпис) (ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Іжокіна Тетяна Олександрівна, «Проєкт хлібозаводу в м. Черкаси з впровадженням енергозберігаючого обладнання» - кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 181 «Харчові технології», освітньою програмою «Харчові технології та інженерія», 2026 рік, Національний університет харчових технологій.

В кваліфікаційній роботі виконано проєкт хлібозаводу потужністю 23,6 т/добу з використанням сучасних енергоощадних технологій та обладнання. Місцем реалізації проєкту обрано місто Черкаси. Впроваджено асортимент хлібобулочних виробів: хліб «Козацький» масою 0,5 кг із суміші житньо-пшеничного борошна на рідкій заквасці, хліб «Весняний» масою 0,7 кг з борошна пшеничного на традиційній густій опарі та булочка «Звичайна» масою 0,1 кг з борошна пшеничного безопарним способом.

Для реалізації виробничої програми хлібозаводу прийнято сучасне пекарське обладнання різних типів. Для процесу тістоприготування у проєкті передбачено встановлення заварювальної машини ХЗ-2М-300 для приготування закваски та тістомісильні машини Х-12Д та Topos та для замішування опари та тіста. Випікання хліба «Козацький» здійснюється у тунельній печі Gostol, яка характеризується високою продуктивністю та низьким питомим споживанням енергії. Для виробництва хліба «Весняний» використовується тунельна піч Revent, а для випікання булочки «Звичайна» — ротаційна піч Revent.

Для пакування готової продукції встановлюється автоматична пакувальна машина AMF Mark 75, яка забезпечує захист виробів від зовнішніх впливів, зменшує втрати маси під час зберігання та подовжує термін реалізації продукції.

У роботі розроблено заходи з екологічного управління, енерго- та ресурсозбереження, а також впровадження системи НАССР для забезпечення контролю якості та безпечності продукції на всіх етапах виробництва. Передбачено заходи щодо створення безпечних умов праці та охорони праці персоналу.

Кваліфікаційна робота містить теоретичне обґрунтування проєкту, технологічні розрахунки та підбір основного технологічного обладнання.

Пояснювальна записка складається з 93 сторінок, графічна частина представлена на трьох аркушах А1 та одному аркуші А2.

Ключові слова: хліб «Козацький», хліб «Весняний», булочка «Звичайна», тунельна піч «Gostol», тунельна піч «Revent» , ротаційна піч «Revent».

ANNOTATION

Izhokina Tetyana Oleksandrivna, “Project of a bakery in Cherkasy with the introduction of energy-saving equipment” - qualification work for the degree of Bachelor in specialty 181 “Food Technologies”, educational program “Food Technologies and Engineering”, 2026, National University of Food Technologies.

In the qualification work, a project of a bakery with a capacity of 23.6 t/day was completed using modern energy-saving technologies and equipment. The city of Cherkasy was chosen as the place of implementation of the project. An assortment of bakery products was introduced: “Kozatsky” bread weighing 0.5 kg from a mixture of rye and wheat flour on a liquid sourdough, “Vesnyany” bread weighing 0.7 kg from wheat flour on a traditional thick dough and a “Normal” bun weighing 0.1 kg from wheat flour in a leaven-free method.

To implement the production program of the bakery, modern bakery equipment of various types was adopted. For the dough preparation process, the project provides for the installation of a X3-2M-300 brewing machine for preparing sourdough and X-12Д and Topos dough mixers and for kneading the dough and dough. Baking of “Kozatsky” bread is carried out in a Gostol tunnel oven, which is characterized by high productivity and low specific energy consumption. A Revent tunnel oven is used for the production of “Vesnyany” bread, and a Revent rotary oven is used for baking “Zvychaina” buns.

An AMF Mark 75 automatic packaging machine is installed for packaging finished products, which provides protection of products from external influences, reduces mass loss during storage and extends the shelf life of products.

The work developed measures for environmental management, energy and resource conservation, as well as the implementation of the HACCP system to ensure quality control and product safety at all stages of production. Measures are provided for the creation of safe working conditions and labor protection of personnel.

The qualification work contains a theoretical justification of the project, technological calculations and selection of the main technological equipment.

The explanatory note consists of 93 pages, the graphic part is presented on three A1 sheets and one A2 sheet.

Keywords: bread "Kozatsky", bread "Vesnyany", bun "Zvychaina", tunnel oven "Gostol", tunnel oven "Revent", rotary oven "Revent".

ЗМІСТ

Стор.

Вступ……...7

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ ЗАХОДІВ БУДІВНИЦТВА ПІДПРИЄМСТВА, ВИБІР АСОРТИМЕНТУ ПРОДУКЦІЇ ……9
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ……...14
   - 2.1 Обґрунтування вибору технології……14
   - 2.2 Опис апаратурно-технологічної схеми приймання, зберігання та підготовки сировини до виробництва……15
   - 2.3 Опис апаратурно-технологічних схем ліній з виробництва та зберігання продукції…17
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ОСНОВНОЇ ТА ДОДАТКОВОЇ СИРОВИНИ, ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ…… ……21
4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ……32
   - 4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків……32
   - 4.2 Вибір і розрахунок продуктивності провідного обладнання ……34
   - 4.3 Продуктові розрахунки……36
     - 4.3.1 Розрахунок пофазних рецептур……36
     - 4.3.2 Розрахунок виходу хліба……42
     - 4.3.3 Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів……50
   - 4.4 Розрахунок витрат запасів основної та додаткової сировини……55
   - 4.5 Розрахунок витрат і запасів пакувальних матеріалів……58
5. РОЗРАХУНОК ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ І ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ……59
6. РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ……61
   - 6.1. Розрахунок місткостей для зберігання сировини……61
   - 6.2. Розрахунок обладнання для відділень силосно-просіювального та підготовки розчинів сировини……62
   - 6.3.Розрахунок обладнання відділення рідких напівфабрикатів ……64
   - 6.4. Розрахунок обладнання для замішування і бродіння густих напівфабрикатів……65
   - 6.5. Розрахунок обладнання для оброблення напівфабрикатів……67
   - 6.6. Розрахунок обладнання для пакування готової продукції……69
   - 6.7. Розрахунок тара-обладнання……70
   - 6.8. Специфікація основного технологічного обладнання……72
7. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ У ВИРОБНИЦТВІ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ НАССР……74
   - 7.1 Основи системи управління безпечністю харчової продукції НАССР……74
   - 7.2 Технохімічний контроль виробництва та метрологічне забезпечення виробництва……75
8. ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО ПІДПРИЄМСТВА……80
9. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО-, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ....85
10. ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ……88
11. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ……91

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ……92

					Проєкт хлібозаводу в м. Черкаси з впровадженням енергозберігаючого обладнання.		
Змн.	Арк	№ докум	Підпис	Дат			
Розроб.		Іжокіна Т О			Розрахунково-пояснювальна записка	Літ	Арк	Аркушів
Перевір.		Ковбаса В М				КВР	6	93
Реценз.						НУХТ ННІХТ ТХ-4-4 2026		
Н.Контр								
Затверд		Ковбаса В М						

ВСТУП

Хліб є одним із найважливіших продуктів харчування та традиційно займає особливе місце у харчуванні населення України. Його значення визначається не лише харчовою цінністю, а й багатовіковими традиціями споживання, оскільки хліб вважається невід'ємною складовою щоденного раціону людини. У своєму складі хліб містить вуглеводи, білки, мінеральні речовини та інші компоненти, необхідні для забезпечення енергетичних потреб організму. Незважаючи на зміни у структурі харчування населення, попит на хлібобулочні вироби залишається стабільним, що підтверджує важливе значення хлібопекарської галузі для продовольчого забезпечення країни.

Хлібопекарська промисловість належить до провідних галузей харчової індустрії України та відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки держави. Стабільна робота хлібопекарських підприємств має важливе соціально-економічне значення, оскільки виробництво хліба безпосередньо впливає на рівень забезпечення населення продуктами першої необхідності. Сучасні підприємства галузі працюють в умовах високої конкуренції та постійного зростання вимог до якості продукції, що потребує модернізації виробничих потужностей, удосконалення технологічних процесів і впровадження енергоощадного обладнання.

На сучасному етапі розвитку хлібопекарська галузь функціонує в умовах підвищених вимог до якості продукції, ефективності виробництва та раціонального використання ресурсів. Значний вплив на роботу підприємств мають економічні труднощі, коливання цін на сировину та енергоносії, складність логістичних процесів і необхідність забезпечення стабільного виробництва в умовах воєнного стану. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває проєктування сучасних хлібозаводів, здатних працювати ефективно, забезпечувати населення якісною продукцією та швидко адаптуватися до змін ринку.

Одним із важливих напрямів розвитку галузі є впровадження сучасного технологічного обладнання, автоматизація виробничих процесів та застосування прогресивних способів приготування тіста. Використання рідких заквасок, густих опар та безопарних способів дозволяє покращити якість готових виробів, підвищити їх харчову цінність, оптимізувати тривалість технологічного процесу та забезпечити стабільність виробництва. Водночас важливим завданням є розширення асортименту продукції відповідно до сучасних потреб споживачів.

Відповідно до сучасних напрямів розвитку харчової промисловості України одним із пріоритетних завдань є модернізація виробничих потужностей, впровадження енергоефективних технологій та підвищення конкурентоспроможності вітчизняних підприємств. Важливого значення набуває застосування сучасних систем управління якістю та безпечністю харчової продукції відповідно до принципів HACCP і вимог міжнародних стандартів серії ISO 9000, що дозволяє забезпечити стабільність технологічних процесів та високий рівень споживчих властивостей готових виробів.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення проєкту хлібозаводу продуктивністю місті Черкаси із впровадженням сучасного енергоощадного обладнання для виробництва хліба «Козацький», хліба «Весняний» та булочки «Звичайна».

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити такі завдання:
– обґрунтувати потужність і місце розташування підприємства;
– розробити виробничу програму та асортимент продукції;
– виконати технологічні розрахунки виробництва;
– здійснити підбір основного та допоміжного технологічного обладнання;
– розробити технологічні схеми виробництва продукції;
– спроєктувати тістоопроблювальне та пекарне відділення хлібозаводу;
– передбачити систему технохімічного контролю виробництва;
– розробити заходи з охорони праці, охорони навколишнього середовища та енергозбереження.

У кваліфікаційній роботі наведено технологічні розрахунки, виконано підбір обладнання, розроблено планувальні рішення виробничих приміщень, а також запропоновано заходи щодо підвищення ефективності та безпечності виробництва. Пояснювальна записка містить 93 сторінок друкованого тексту, а графічна частина представлена на 3 аркушах формату А1, та однону аркуші - А2.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ ЗАХОДІВ БУДІВНИЦТВА ПІДПРИЄМСТВА, ВИБІР АСОРТИМЕНТУ ПРОДУКЦІЇ.

Кваліфікаційна робота передбачає проєктування хлібозаводу в місті Черкаси із впровадженням сучасних енергоощадних технологій та високопродуктивного обладнання. Основною метою будівництва підприємства є забезпечення населення якісними хлібобулочними виробами широкого асортименту. Перспективним напрямом розвитку виробництва є автоматизація технологічних процесів, застосування енергоефективного обладнання та впровадження сучасних систем управління якістю і безпечністю харчових продуктів.

Місто Черкаси є адміністративним центром Черкаської області та одним із найбільших промислових і транспортних центрів Центральної України. Воно розташоване на правому березі річки Дніпро та займає вигідне географічне положення. Площа міста становить близько 78 км², а чисельність населення перевищує 280 тис. осіб.

Черкаси мають розвинену транспортну інфраструктуру, що забезпечує зручне постачання сировини та реалізацію готової продукції. Через місто проходять автомобільні шляхи державного значення, функціонує залізничне сполучення, а також розвинена мережа логістичних центрів і торговельних підприємств.

Продукція проєктованого хлібозаводу реалізовуватиметься через торговельні мережі міста Черкаси та населених пунктів Черкаського району. Це дозволить забезпечити споживачів свіжими хлібобулочними виробами та підвищити рівень продовольчої безпеки регіону.

До основних переваг розміщення підприємства в місті Черкаси належать:

- наявність розвиненої транспортної та інженерної інфраструктури;
- достатнє забезпечення трудовими ресурсами;
- можливість підключення до централізованих систем водо-, тепло- та електропостачання;
- вигідне розташування щодо основних ринків збуту продукції.

Для визначення необхідної потужності проєктованого хлібозаводу виконують розрахунок потреби населення у хлібобулочних виробах. Основою для розрахунку є чисельність населення регіону обслуговування та рекомендована середньодобова норма споживання хліба на одну особу, яка становить 0,277 кг.

Добова потреба населення міста Черкаси у хлібобулочних виробах становить:

П = 260,0 × 0,277 = 72,02 т/добу

Проєктну добову потужність виробництва розраховують за формулою:

$$П_і = \frac{П}{К_{дн} * К_н} \quad (1.1)$$

Де: Кн – коефіцієнт використання потужностей виробництва.

$$П_і = \frac{72,02}{0,75} = 96,01 \text{ т/добу}$$

Таблиця 1.1 – Кількість споживачів хлібобулочної продукції

№	Показники	Тонн за добу
1	Необхідна виробнича потужність підприємств регіону	96,01
2	Виробнича потужність діючих підприємств	71,5

3	Потужність проєктованого підприємства	23,51

Отримане значення свідчить про наявність значного попиту на продукцію хлібопекарської галузі. При цьому забезпечення населення продукцією здійснюється не лише великими хлібозаводами, а й мережею приватних пекарень, мініпекарень та торговельних закладів із власним виробництвом.

Ураховуючи наявність конкурентних підприємств на ринку, проєктована потужність 23,51 т/добу є оптимальною для регіонального підприємства середнього типу. Такий обсяг виробництва дозволяє забезпечити приблизно третину загальної добової потреби населення міста у хлібобулочних виробах, що є достатнім для стабільної роботи підприємства без перевантаження виробничих ліній та надлишку готової продукції.

Така потужність також є доцільною з технологічної точки зору, оскільки дозволяє організувати виробництво на декількох технологічних лініях із використанням різних способів приготування тіста — на рідкій заквасці, густій опарі та безопарним способом. Така продуктивність забезпечує ефективне використання обладнання, рівномірне завантаження печей і тістомісильних машин, а також створює резерв виробничої потужності у разі збільшення попиту на продукцію.

Таким чином, прийнята продуктивність хлібозаводу є достатньою для забезпечення значної частини потреб населення міста Черкаси та прилеглих районів у хлібобулочній продукції, відповідає сучасним умовам розвитку хлібопекарської галузі та забезпечує ефективне функціонування підприємства.

До асортименту продукції, що вироблятиметься на підприємстві, включено хліб «Козацький» масою 0,5 кг із суміші житнього та пшеничного борошна на рідкій заквасці, хліб «Весняний» масою 0,7 кг із пшеничного борошна на густій опарі та булочку «Звичайна» масою 0,1 кг, виготовлену безопарним способом. Вибір даного асортименту обумовлений стабільним попитом населення на традиційні види хліба та дрібноштучні булочні вироби.

Хліб «Козацький» представляє групу житньо-пшеничних виробів, попит на які залишається стабільним завдяки характерним смаковим властивостям та підвищеній харчовій цінності. Хліб «Весняний» належить до поширених сортів пшеничного хліба, який користується постійним попитом серед населення. Булочка «Звичайна» є традиційним булочним виробом щоденного споживання та дозволяє розширити асортимент підприємства.

Для виробництва булочки «Звичайна» та хліба «Весняний» передбачено використання тістомісильної машини TOPOS T-180, яка забезпечує інтенсивне замішування та отримання однорідного тіста з високими технологічними властивостями. Поділ тіста на заготовки здійснюється за допомогою тістоподільника Glimek SD-180, який характеризується високою точністю дозування та стабільністю роботи. Для надання заготовкам правильної форми використовується тістоокруглювач Glimek CR-400, що сприяє покращенню структури виробів та підвищенню якості готової продукції.

Попереднє вистоювання тістових заготовок хліба «Весняний» здійснюється у шафі Glimek IPP, яка забезпечує оптимальні умови для відновлення структури тіста після механічної обробки. Подальше формування заготовок виконується на машині Glimek MO-671, після чого вони надходять на остаточне вистоювання та випікання в тунельній печі Revent.

Для виробництва хліба «Козацький» використовується заварювальна машина ХЗМ-300 для приготування закваски та тістомісильна машина Х-12Д для замішування тіста. Тістові заготовки формуються за допомогою тістоподільника Gostol SOCA MPN.1 та тістоокруглювача Gostol TOS 2000.1. Остаточне вистоювання здійснюється у шафі Gostol, яка забезпечує підтримання необхідних параметрів температури та вологості. Випікання виробів проводиться в тунельній печі Gostol, що характеризується високою продуктивністю та енергоефективністю.

Для булочки «Звичайна» після округлення тістові заготовки направляються до камери остаточного вистоювання Revent, де створюються оптимальні умови для проходження процесів бродіння. Випікання булочок здійснюється на листах в ротаційній печі Revent, яка забезпечує рівномірний розподіл тепла та високу якість готових виробів.

Для пакування готової продукції на підприємстві передбачено встановлення автоматичної пакувальної машини AMF Mark 75. Використання даного обладнання забезпечує високу продуктивність пакувального процесу, герметичність упаковки та збереження споживчих властивостей виробів протягом усього терміну реалізації. Автоматизація пакування дозволяє зменшити ручну працю, скоротити втрати продукції внаслідок усихання та механічних пошкоджень, а також підвищити санітарно-гігієнічний рівень виробництва. Крім того, застосування сучасних пакувальних матеріалів сприяє подовженню свіжості хлібобулочних виробів і покращує їх зовнішній вигляд під час реалізації в торговельній мережі.

Обране технологічне обладнання забезпечує ефективне виробництво запроєктованого асортименту хлібобулочних виробів та відповідає сучасним вимогам щодо автоматизації, енергоефективності й надійності виробничих процесів. Використання сучасних тунельних і ротаційних печей дозволяє підтримувати стабільні технологічні режими, отримувати продукцію високої якості та раціонально використовувати виробничі ресурси підприємства.

Додатковою перевагою встановленого пічного обладнання є наявність вбудованих парогенераторів, які використовують теплову енергію печі для утворення технологічної пари. Отримана пара подається до вистійних шаф для підтримання необхідних параметрів температури та вологості, а також до початкової зони печі для зволоження середовища під час випікання. Таке технічне рішення дозволяє знизити витрати енергії на виробництво пари, підвищити ефективність використання теплоти та покращити якість готових виробів.

Для забезпечення безперебійної роботи хлібозаводу необхідним є стабільне постачання високоякісної сировини. Основними компонентами, що використовуються у виробництві продукції, є борошно пшеничне та житнє, дріжджі хлібопекарські пресовані, кухонна сіль, цукор, маргарин та зернові суміші для оздоблення виробів.

Місто Черкаси має вигідне транспортне розташування та розвинену логістичну інфраструктуру, що створює сприятливі умови для постачання сировини. Через місто проходять автомобільні магістралі державного значення, функціонує залізничний вузол, що забезпечує своєчасне надходження необхідних матеріалів від постачальників.

Постачання борошна доцільно здійснювати з борошномельних підприємств Черкаської, Київської, Кіровоградської та Полтавської областей. Дріжджі, цукор, сіль та інші допоміжні матеріали можуть надходити від вітчизняних виробників і

офіційних дистриб'юторів, що гарантує належну якість сировини, безперервність поставок та економічну ефективність виробництва.

Таблиця 1.3 – Основні постачальники сировини для хлібозаводу

№	Вид сировини	Потенційний постачальник	Область / місто	Переваги постачання
1	Борошно пшеничне	ПрАТ «Черкасихліб ЛТД» (борошномельний підрозділ) або ТОВ «Лубнимлин»	Черкаська обл. / Полтавська обл.	Стабільна якість, близьке розташування, регулярні поставки
2	Борошно житнє	ТОВ «Лубнимлин», ТОВ «Столичний млин»	Полтавська обл. / Київська обл.	Сертифікована продукція, широкий асортимент
3	Дріжджі хлібопекарські пресовані	ПрАТ «Компанія Ензим»	м. Львів	Висока бродильна активність, надійність постачання
4	Сіль кухонна	ТОВ «Артемсіль-Трейд» або офіційні дистриб'ютори	Україна	Відповідність ДСТУ, стабільна якість
5	Цукор	ПрАТ «Златодар»	Черкаська обл., м. Золотоноша	Близькість до підприємства, гуртові поставки
6	Маргарин	ТОВ «Дельта Вілмар СНД»	Одеська обл.	Висока якість продукції, широкий вибір жирів

Електропостачання підприємства здійснюватиметься від мереж АТ «Черкасиобленерго». Забезпечення природним газом передбачається через газорозподільну систему Черкаської області. Водопостачання виробництва здійснюватиметься від централізованої мережі КП «Черкасиводоканал». Гаряче водопостачання та технологічна пара вироблятимуться у власній котельні підприємства.

Водопостачання підприємства здійснюватиметься від централізованої мережі КП «Черкасиводоканал». Перед подачею у виробництво вода проходитиме підготовку на власній станції водоочищення, яка включає механічну фільтрацію, пом'якшення, знезалізнення та знезараження. Це забезпечить відповідність якості води вимогам ДСанПіН та технологічним потребам хлібопекарського виробництва.

Підготовлена вода використовуватиметься для приготування тіста і напівфабрикатів, виробництва технологічної пари, санітарної обробки обладнання та господарсько-побутових потреб підприємства. Використання власної системи водопідготовки дозволяє забезпечити стабільну якість води незалежно від коливань показників у міській мережі та сприяє підвищенню безпечності готової продукції.

Обрана сировина постачається від надійних вітчизняних виробників, що гарантує її відповідність вимогам нормативної документації та стабільність технологічного процесу. Вигідне транспортне розташування м. Черкаси сприяє оптимізації логістичних витрат, скороченню термінів постачання сировини та забезпеченню безперебійної роботи підприємства. Усі постачальники здійснюють діяльність відповідно до вимог чинних стандартів та підтверджують якість продукції відповідними сертифікатами.

Запропоновані в проєкті рішення спрямовані на підвищення енергоефективності виробництва, скорочення технологічних втрат та раціональне використання ресурсів. Застосування сучасного обладнання дозволяє зменшити споживання енергоносіїв, забезпечити стабільну якість хлібобулочних виробів і створити передумови для економічно ефективної та екологічно безпечної роботи підприємства.

2. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ

2.1 Обґрунтування вибору технології

Під час розроблення технологічної частини проєкту особливу увагу приділено вибору способів приготування тіста, які забезпечують високу якість готових виробів, стабільність технологічного процесу та ефективне використання виробничих потужностей підприємства. Для кожного виду продукції прийнято технологію, що найбільшою мірою відповідає особливостям рецептурного складу та вимогам до споживчих властивостей готового виробу.

Хліб «Козацький»

Для виробництва хліба «Козацький» прийнято технологію приготування тіста на рідкій заквасці. Використання заквасочних напівфабрикатів є одним із найбільш поширених способів виробництва житньо-пшеничних сортів хліба, оскільки забезпечує активний розвиток молочнокислої мікрофлори та створює оптимальні умови для накопичення ароматичних і смакових речовин. У процесі бродіння формується характерний смак і аромат виробу, покращується структура м’якушки та підвищується його еластичність. Крім того, застосування рідких заквасок сприяє сповільненню мікробіологічного псування продукції та дозволяє довше зберігати її свіжість без використання додаткових консервувальних компонентів. Випікання хліба передбачено здійснювати в тунельній печі Gostol 2,1×12, яка забезпечує безперервність виробничого процесу, рівномірний розподіл теплового потоку по всій довжині пекарної камери та високу продуктивність при випуску формових і подових сортів хліба.

Хліб «Весняний»

Для виробництва хліба «Весняний» обрано традиційний опарний спосіб приготування тіста із застосуванням густої опари. Незважаючи на появу сучасних прискорених технологій, двостадійний спосіб залишається одним із найбільш ефективних для виробництва пшеничних сортів хліба підвищеної якості. Попереднє дозрівання опари забезпечує інтенсивний перебіг ферментативних процесів, покращує газоутримувальну здатність тіста та сприяє формуванню розвиненої пористої структури м’якушки. У результаті готовий виріб характеризується більшим об’ємом, приємним смаком і добре вираженим хлібним ароматом. Для випікання хліба «Весняний» передбачено використання тунельної печі Revent 2,1×12, яка забезпечує безперервний процес випікання, рівномірний розподіл тепла в пекарній камері та стабільне дотримання технологічних режимів.

Булочка «Звичайна»

Для виготовлення булочки «Звичайна» прийнято безопарний спосіб приготування тіста. Така технологія широко застосовується при виробництві дрібноштучних булочних виробів, оскільки дозволяє скоротити тривалість технологічного циклу, спростити організацію виробництва та зменшити витрати енергетичних ресурсів. При правильному підборі режимів замішування та бродіння безопарний спосіб забезпечує отримання виробів із рівномірною пористістю, м’якою консистенцією та приємними смаковими властивостями. Випікання булочок здійснюється на листах в ротаційній печі Revent, яка забезпечує рівномірне підведення теплоти до виробів завдяки циркуляції гарячого повітря в пекарній

камері. Застосування ротаційної печі є особливо ефективним при виробництві дрібноштучної продукції, оскільки гарантує однаковий ступінь пропікання всіх виробів на візку та високу якість готової продукції.

Таким чином, обрані технології приготування тіста та способи випікання відповідають особливостям запроєктованого асортименту, забезпечують отримання виробів високої якості, сприяють раціональному використанню обладнання та створюють умови для стабільної роботи підприємства.

2.2 Опис апаратурно-технологічної схеми приймання, зберігання та підготовки сировини до виробництва

У проєктованому хлібозаводі передбачається комбінована система зберігання сировини, яка забезпечує раціональну організацію складського господарства та безперервне постачання компонентів у виробництво. Для основної сировини використовується безтарне зберігання, для сухих додаткових компонентів — тарний спосіб, а для продуктів, чутливих до температурного режиму, передбачено холодильне зберігання. Уся сировина, що надходить на підприємство, проходить обов'язковий вхідний контроль, перевірку супровідної документації та повинна мати сертифікати якості, що підтверджують її відповідність вимогам нормативної документації та безпечність для використання у виробництві харчової продукції.

Пшеничне та житнє борошно надходить на підприємство спеціалізованим транспортом — автоборошновозами, оснащеними системами пневматичного розвантаження. Після приймання та зважування сировина через приймальний щиток ХЩП-2(1) транспортується за допомогою стисненого повітря у силоси для безтарного зберігання ХЕ-160А(2). Для транспортування борошна використовуються повітродувка(7) та роторні живильники М-122(4). У силосному господарстві підтримується температура 8– 12 °С та відносна вологість повітря не більше 70 %, що забезпечують збереження якості борошна, запобігають його злежуванню та розвитку небажаної мікрофлори. Запас борошна на підприємстві передбачається з розрахунку на 5 діб безперервної роботи.

Перед використанням у виробництві борошно проходить стадію підготовки, яка включає просіювання на просіювачі Ш2-ХМВ(5), очищення від механічних домішок і металомагнітних частинок, а також аерацію. Після цього борошно подається у виробничі бункери ХЕ-112(6) оснащені тензометричними дозувальними пристроями.

Вода є одним із основних компонентів хлібопекарського виробництва і використовується для приготування тіста, заквасок, опар, розчинів та санітарно-технічних потреб. На підприємстві передбачаються баки холодної(8) та гарячої(10) води. Баки для зберігання холодної та гарячої води передбачаються з теплоізоляційним покриттям і встановлюються на спеціальних піддонах, обладнаних системою відведення стоків до каналізаційної мережі. Для запобігання тепловим втратам теплоізоляцією також оснащуються трубопроводи подачі холодної та гарячої води. Місткість баків визначається виходячи з восьмигодинної потреби підприємства у воді на технологічні та санітарно-побутові потреби, включаючи витрати води на роботу душових установок протягом однієї зміни. Для підготовки води встановлюються механічні фільтри, пом'якшувачі та водонагрівальні установки. Перед подачею у виробництво вода повинна відповідати

вимогам до питної води. Температура води для приготування тіста регулюється автоматично та становить 28–35 °С залежно від технологічного процесу.

Пресовані хлібопекарські дріжджі постачаються у тарі та зберігаються в холодильних камерах(21) при температурі від 0 до 4 °С і відносній вологості повітря 75–80 %, що дозволяє зберегти їх бродильну активність. Підприємством забезпечено запас на 3 доби. Перед використанням дріжджі, звільняють від упаковки розчиняють у воді з утворенням дріжджової суспензії при співвідношенні 1:3, та температури 26-32 °С(але не перевищувати 37 °С). Далі суспензію фільтрують чрез сито з отворами не більше ніж 2,5 мм і направляють у напірну ємність ХЕ-45 (16).

Кухонна сіль надходить на підприємство в сухому вигляді та перед використанням попередньо проходить через просіювач(19) (сито з отворами не більше 2 мм). Запас забезпечує потребу на 15 діб. Далі готується розчин у солерозчинникуХСР-3 (20) концентрації 26 % при густині 1,200 кг/м³. Після відстоювання та очищення сольовий розчин подається у виробничі ємності ХЕ-45 (18) і далі на виробництво.

Цукор білий кристалічний постачається в мішках і зберігається у сухих складських приміщеннях, з відносною вологістю повітря 70% та температурі не вище 40 °С. Запас забезпечує потребу на 15 діб. Перед використанням його просіюють через просіювач БПМ (20) (сито з отіорами 3 мм), пропускають через магнітні металоуловлювачі. Далі цукор розчиняють цукромішалці Х-14(14) (температура розчину близько 40 °С), готовий розчин концентрацією 50 % подають у витратні ємності ХЕ-48 (15) для подальшого використання у виробництві.

Маргарин жирністю 82 %, надходить на підприємство у тарі та зберігається у холодильних камерах(21) з постійною циркуляцією повітря при температурі не вище10 °С (0 – 4 °С – місяці та 4–10 °С – 1,5 місяців) і відносній вологості не більше 80 %. Перед виробництвом маргарин піддається підготовці: його звільняють від тари, очищують поверхню від забруднення, подрібнюють і розтоплюють у жиророзчиннику Х-15(12)до робочого стану. При цьому температура має не перевищювати 40 -45 °С. Після подають у витратні ємності ХЕ-48(17) для подальшого використання у виробництві.. Використання маргарину покращує пластичність тіста, надає готовим виробам ніжної структури, приємного смаку та сприяє подовженню свіжості продукції.

Транспортування сировини на підприємстві здійснюється за допомогою механізованих і пневматичних систем, до складу яких входять шнекові транспортери, насосне обладнання та трубопроводи. Використання таких систем дозволяє зменшити ручну працю, скоротити втрати сировини, підвищити санітарний рівень виробництва та забезпечити безперервність технологічного процесу.

Таким чином, прийнята система зберігання, підготовки та транспортування сировини забезпечує безперебійну роботу підприємства, стабільність технологічних процесів, ефективне використання ресурсів та відповідність сучасним санітарно-гігієнічним вимогам.

2.3 Опис апаратурно-технологічних схем ліній з виробництва та зберігання продукції

Вибір технології приготування тіста у виробництві хлібобулочних виробів залежить від рецептури продукції, особливостей перебігу технологічного процесу, властивостей тіста та вимог до якості готових виробів. Важливе значення також мають техніко-економічні показники роботи підприємства та раціональний підбір обладнання. Використання опарного, безопарного способів і технологій на рідких заквасках дозволяє отримувати вироби з різними смаковими, ароматичними та фізико-хімічними властивостями, що робить їх доцільними для виробництва широкого асортименту хлібобулочної продукції.

Для виробництва хліба «Козацький» використовується технологія приготування тіста на рідкій заквасці, яка базується на життєдіяльності дріжджів і молочнокислих бактерій. Застосування такого способу сприяє активному перебігу процесів бродіння, у результаті чого готовий виріб набуває характерного смаку з помірно вираженою кислинкою, приємного аромату та добре розвиненої структури м'якушки.

Хліб «Весняний» виготовляється опарним способом із використанням густої опари, що є одним із традиційних способів приготування пшеничного тіста. Даний спосіб передбачає попереднє приготування опари з частини борошна, води та дріжджів із подальшим її бродінням, після чого до напівфабрикату додають решту рецептурних компонентів і замішують тісто. Застосування густої опари сприяє активізації дріжджових клітин, накопиченню смакоароматичних речовин, покращенню газоутримуючої здатності тіста та формуванню добре розвиненої пористої структури м'якушки. У результаті готовий виріб характеризується приємним смаком, вираженим ароматом, еластичною консистенцією та високими органолептичними показниками.

Булочка «Звичайна» виготовляється безопарним способом, який передбачає одночасне внесення всіх рецептурних компонентів під час замішування тіста. Такий спосіб дозволяє скоротити тривалість технологічного процесу, зменшити витрати праці та енергоресурсів, а також підвищити ефективність роботи підприємства. Наявність у рецептурі цукру, жиру сприяє формуванню м'якої еластичної структури м'якушки, покращує смак, аромат і зовнішній вигляд готового виробу. Застосування безопарного способу є технологічно доцільним для виробництва булочних виробів, оскільки забезпечує стабільну якість продукції, скорочує виробничий цикл та підвищує продуктивність технологічної лінії.

З урахуванням технологічних особливостей кожного виду продукції для них передбачається розроблення окремих апаратурно-технологічних схем виробництва, які охоплюють процеси підготовки сировини, приготування напівфабрикатів, замішування тіста, поділу і формування заготовок, вистоювання, випікання, охолодження та зберігання готової продукції.

Схема виробництва хліба «Козацький» на рідкій заквасці

Для виробництва хліба «Козацький» на рідкій заквасці доцільним є використання безперервної технологічної схеми, що забезпечує стабільний перебіг процесів бродіння, контроль параметрів закваски та безперервність виробництва.

Для даного хліба закваску готують за київською схемою виробництва. Рідку закваску готують у два цикли: цикл розведення і виробничий цикл.

У циклі розведення застосовують чисті культури молочнокислих бактерій (штами L. plantarum–30, L. casei–26, L. brevis–1, L. fermenti–34 або лактобактерин) і дріжджів (S. minor «Чорноріченська», S. cerevisiae Л–1). За відсутності культур використовують закваску попереднього приготування та пресовані дріжджі. Цикл розведення рідких заквасок проводять у три фази, використовуючи суспезію з житнього борошна та води, з масовою часткою вологи, що становить 70…72 % та за температури 28…30 °С.

У виробничому циклі, рідку закваску готують із масовою часткою вологи в межах 68–75 % при температурі 28–30 °С. Тривалість її бродіння становить у середньому 3–4 години. Для закваски, приготовленої з обдирного борошна, характерна кислотність 9–12 градусів, а підіймальна сила коливається в межах 25–35 хвилин.

На початковому етапі здійснюють дозування води у дозаторі-змішувачі води AQUAMIX (30) та борошна в дозаторі КБД-С (31). Віддозовані компоненти подають у машину ХЗ-2М-300 (32), де готується однорідна суспензія для рідкої закваски. Після перемішування суміш перекачується шестеренчастим насосом (33) у ємність ХЕ-48 для бродіння рідкої закваски (34), у якій відбувається її дозрівання. Після завершення бродіння частина закваски подається до наступного етапу. Рідкі компоненти рецептури — рідка закваска, дріжджова суспензія, сольовий розчин і олія — дозуються черпачковим дозатором (36) і надходять у тістомісильну машину безперервної дії Х-12Д (37). У машині забезпечується перемішування всіх інгредієнтів до отримання тіста з заданими властивостями. Замішане тісто подається у коритоподібну ємність для бродіння (37), де воно рівномірно рухається та дозріває по всій довжині апарата. Після бродіння тісто направляють у тістодільник Gostol SOCA MP.01 (29), де здійснюється поділ на шматки. Далі заготовки надходять на стрічковий округлювач Gostol TOOS 2000.1(39) для формування поверхневої натяжки та правильної геометричної форми. Округлені заготовки подають за допомогою посадчика (40) у шафу остаточного вистоювання Gostol(41), де при стабільних параметрах мікроклімату вони досягають необхідного об’єму та структури. Після вистоювання заготовки подаються в однокупольну тунельну піч «Gostol» (42), де відбувається випікання хліба. Далі готові вироби переміщуються транспортером (44) на циркуляційний стіл Х-ХГ (45), де їх укладають для охолодження у лотки на вагонетки, після охолодження вироби направляють на пакування. Після пакування машиною AMF Mark 75(46) хліб викладається робітником на вагонетки ВЛ01 (47) для подальшого зберігання.

Схема виробництва хліба «Весняний» на густій опарі

При виробництві хліба «Весняного» найдоцільніше застосовувати схему з порційним приготуванням опари та тіста. Такий спосіб є зручним, оскільки при порційному приготуванні можна контролювати важливі технологічні показники, зокрема вологість, кислотність і температуру напівфабрикатів.

Сипкі компоненти дозуються за допомогою дозатора ДСК(48). Його робота базується на порційному зважуванні необхідної кількості сировини, що досягається за допомогою тензометричних датчиків.Рідкі компоненти дозуються за допомогою дозатора ДЖК(49). Дозатор забезпечує точність внесення необхідної кількості

сировини, вимірювання і відображення поточних витрат дозуючої рідини, а також автоматичне дозування рідких компонентів.

Густу опару готують шляхом замішування в діжі тістомісильної машини Topos (50) дріжджової суспензії, холодної та гарячої води та частини борошна(40 % II сорту та 20 % I сорту). Масова частка вологи опари – 50%, після її чого залишають дозрівати на 180 – 240 хв. Початкова температура опари – 26-27°С, а кінцева кислотність становить – 5,0-5,5 град.

Після бродіння опари діжу підкочують до тістомісильної машини Topos T-180 (50) для замішування тіста. Боршно транспортується до дозатора борошна ДСК(48), після чого подається в тістомісильну машину, куди за допомогою дозатора рідких компонентів ДЖК(49) подаються: сольовий розчин, холодна та гаряча вода і замішується тісто. Початкова температура тіста становить 29-30 °С. Бродіння тіста відбувається в діжі(40), його тривалість становить 40–60 хв, а кінцева кислотність — 4,5–5,0 град.

Після бродіння за допомогою діжеперекидача Topos DP-180(52) тісто надходить до тістоподільника Glimek SD-180(38). Далі заготовки надходять на округлювач Glimek CR 400(39) для формування поверхневої натяжки та правильної геометричної форми. Округлені заготовки за допомогою транспортера(44) подаються у шафу попереднього вистоювання Glimek IPP(53), після чого потрапляють в тістозакатувальну машину Glimek MO-671 (58). Далі за допомогою посадчика Glimek DPS (40) у шафу остаточного вистоювання Gostol (41), де при стабільних параметрах мікроклімату вони досягають необхідного об’єму та структури. Після вистоювання заготовки подаються в тунельну піч Revent(43). Тривалість вистоювання тістових заготовок становить 50-60 хв., а тривалість випікання — 37 хв.

Випечені вироби за допомогою транспортера(44) подаються на циркуляційний стіл(45). де їх укладають для охолодження у лотки на вагонетки, після охолодження вироби направляють на пакування. Після пакування машиною AMF Mark 75(46) хліб викладається робітником на вагонетки ВЛ01 (47) для подальшого зберігання.

Схема виробництва булочки «Звичайна» безопарним способом

Для виробництва булочки «Звичайної» передбачено безопарний спосіб приготування тіста, який характеризується скороченою тривалістю технологічного процесу та спрощеною схемою виробництва. Такий спосіб передбачає одночасне внесення всіх рецептурних компонентів у тістомісильну машину з подальшим замішуванням тіста до однорідної консистенції. Безопарний спосіб дозволяє скоротити тривалість технологічного процесу, зменшити витрати праці та підвищити продуктивність виробництва.

Сипкі компоненти дозуються за допомогою дозатора ДСК(48).

Рідкі компоненти дозуються за допомогою дозатора ДЖК(49).

Підготовлена сировина надходить до тістомісильної машини періодичної дії Topos T-180 (50), де відбувається інтенсивне замішування тіста до отримання однорідної еластичної структури. Початкова температура тіста – 28-32°С.

Після замішування тісто бродить у діжі Т-180(51) 120-180 хв, з початковою температураю– 28-32°С. У процесі бродіння відбувається накопичення продуктів спиртового та молочнокислого бродіння, покращується структура тіста,

підвищується його газоутримувальна здатність та формуються смакові й ароматичні властивості майбутніх виробів. Кінцева кислотність становить – 3-5 град.

Після завершення бродіння за допомогою діжеперекидача Topos DP-18052) тісто надходить у приймальну воронку тістоподільника Glimek SD-180(38), де здійснюється його поділ на шматки однакової маси. Машина працює за об'ємним принципом поділу та забезпечує високу точність дозування, що дозволяє отримувати заготовки масою 0,12 кг із мінімальними відхиленнями від заданого значення.

Заготовки подаються до тістоокруглювача Glimek CR 400(39), у якому заготовки набувають правильної кулястої форми. У процесі округлення поверхневий шар тіста ущільнюється, утворюється рівномірний натяг оболонки, що покращує зовнішній вигляд виробів та забезпечує рівномірний розвиток заготовок під час вистоювання і випікання.

Після округлення тістові заготовки транспортером потрапляють на стіл, де робітники укладають їх на листи, які розміщують на вагонетках, які направляють до камери вистоювання Revent (56). Температура у вистійній шафі становить 35–40 °C, відносна вологість — 75–85 %, тривалість вистоювання — 35-45 хв. У процесі вистоювання відбувається розпушення тіста, збільшення його об’єму та формування структури майбутнього виробу.

Випікання булочок здійснюється на листах в ротаційній печі Revent(57).Тривалість випікання — 12 хв. Після випікання вироби охолоджуються на вагонетках після чого їх направляють на пакування. Після пакування машиною AMF Mark 75(46) хліб викладається робітником на вагонетки ВЛ01 (47) для подальшого збарігання.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ОСНОВНОЇ ТА ДОДАТКОВОЇ СИРОВИНИ, ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Характеристика товарної продукції

Під час проєктування хлібопекарського підприємства одним із головних етапів є формування асортименту продукції та вибір сировини для її виготовлення. Від правильно підібраного асортименту залежать організація технологічного процесу, вибір обладнання, продуктивність підприємства та показники якості готових виробів. Асортимент продукції повинен відповідати сучасним потребам споживачів, забезпечувати стабільний попит та бути технологічно доцільним для виробництва.

Відповідно до завдання курсового проєкту на хлібозаводі передбачається виробництво трьох найменувань хлібобулочних виробів: хліба «Козацький» пшенично-житній масою 0,5 кг, хліба «Весняний» масою 0,7 кг та булочки «Звичайна» масою 0,1 кг. Для виготовлення виробів застосовуються різні способи тістоприготування: рідка закваска, густа опара та безопарний спосіб. Таке поєднання технологій дозволяє раціонально організувати виробництво, використати різні види обладнання та забезпечити широкий асортимент готової продукції.

Таблиця 3.1 - Органолептичні показники обраного асортименту

Назва показника	Характеристика		
Виріб	Хліб «Козацький»	Хліб «Весняний»	Булочка «Звичайна»
Нормативний документ	ДСТУ 4583:2023 Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови	ДСТУ 7517:2024 Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови	ДСТУ 4587:2023 Вироби булочні. Загальні технічні умови
Форма	Відповідає виду виробу, округла, рівномірна, без значних деформацій, нерозпливчаста.	Овальна, продовгувата, без бокових випливів	Кругла
Поверхня	Шорохувата, без забруднення, дозволено невеликі тріщини та підриви. Для упакованих виробів дозволено незначну зморшкуватість.	Гладка, без надрізів, без забруднення, без великих тріщин і великих підривів. Для упакованих виробів дозволено незначну зморшкуватість.	Гладка, без забруднення. Для упакованих виробів дозволено незначна зморшкуватість.

Колір	Від світло-коричневого до темно-коричневого, без підгорілості.	Від світло жовтого до золотисого, без підгорілості.	Від золотистого до світло-коричневого, без підгорілості.
Стан м’якушки	Добре пропечена, еластична без слідів непромісу	Добре пропечена, еластична, не волога на дотик, з розвиненою пористістю, без слідів непромісу	Пропечена, еластична, не волога на дотик, без слідів непромісу.
Смак і запах	Притаманний даному виду хліба, без сторонніх запахів	Притаманний даному виду хліба, без сторонніх запахів	Притаманний даному виду хліба, без сторонніх запахів

У таблиці 3.2 наведені дані що до фізико-хімічних та технологічні показників якості хліба згідно нормативної документації

Таблиця 3.2 - Фізико-хімічні та технологічні показники якості обраного асортименту

Назва показника	Характеристика		
Виріб	Хліб «Козацький»	Хліб «Весняний»	Булочка «Звичайна»
Нормативний документ	ДСТУ 4583:2023 Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови	ДСТУ 7517:2024 Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови	ДСТУ 4587:2023 Вироби булочні. Загальні технічні умови
Маса виробу	0,5	0,7	0,1
Масова частка вологи м'якушки %	47,0	45,0	41
Кислотність м’якушки, град	7,0	4,0	2,5
Пористість м’якушки % не менше як	58,0	63,0	-
Масова частка цукру на СР,%, не менше як	-	-	2,0 ±1

Масова частка жиру,%, не менше як	-	-	2,5 ± 0,5
Вихід хліба, %	142	135	130

Характеристика сировини

Борошно є основною сировиною, яка є необхідною складовою частиною виробу. Воно забезпечує формування структурно-механічних властивостей тіста, розпушеність м'якушки, формостійкість виробів.

Борошно пшеничне

Показники якості борошна пшеничного регламентуються ***ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови»***

Таблиця 3.3 - Органолептичні показники якості борошна пшеничного

Назва показника	Характеристика і норма для борошна		
	Вищий	Перший	Другий
Колір	Білий або білий із жовтуватим відтінком	Білий або білий із жовтуватим відтінком	Білий з жовтим або-сірим і відтінком
Запах	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий		
Смак	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий		
Вміст мінеральної домішки	При розжовуванні борошна не повинно відчуватись хрусту		

Таблиця 3.4 - Фізико – хімічні показники якості борошна пшеничного

Назва показника	Характеристика і норма для борошна		
	Вищий	Перший	Другий
Вологість, % не більше	15,0	15,0	15,0
Зольність у перерахунку на суху речовину, % не більше	0,55	0,75	1,25
Білість, умовних одиниць приладу РЗ-БПЛ	54 і більше	36,0-53,0	12,0-35,0

Крупність помелу, %: - залишок на ситі із шовкової тканини згідно з ГОСТ 4403, не більш	5 тканина № 43 або №49/52 ПА	2 тканина № 35 або №33/36 ПА	2 тканина № 27 або №27 ПА-120
прохід крізь сито із. шовкової тканини згідно з ГОСТ 4403, не менше	-	80 тканина №43 або 49/52 ПА	65 тканина №38 або №41/43 ПА
Клейковина сира: кількість,%, не менш як якість	24	25	21
Число падіння, с, не менш як	160	160	160

Борошно житнє обдирне

Показники якості борошна житнього регламентуються ***ДСТУ 8791:2018 «Борошно житнє хлібопекарське. Технічні умови».***

Таблиця 3.5 - Органолептичні показники якості борошна житнього обдирного

Назва показника	Характеристика борошна житнього обдирного
Колір	Сірувато-білий або сірувато-кремовий із вкрапленнями частинок оболонок
Запах	Властивий житньому борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявілий.
Смак	Властивий житньому борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий.
Мінеральні домішки	Під час розжовування борошна не повинно бути хрусту
Металомагнітна домішка, мг в одному кг борошна: Розміром окремих частинок у найбільшому лінійному вимірюванні не більше ніж 0,3 мм, не більше ніж 0,4 мг, не більше ніж	3,0
Зараженість і забрудненість шкідниками	Не дозволено

Таблиця 3.6 - Фізико–хімічні показники якості борошна житнього обдирного

Назва показника	Характеристика та норма для борошна житнього обдирного

Масова частка вологи, %	15,0
Зольність, у перерахунку на суху речовину, %, не більше ніж	1,45
Білість, умовних одиниць фотометричного приладу, не менше ніж	6
Крупність: Залишок на ситі №27ПА,%, не більше як Прохід крізь сито № 38 ПА, %, не менш як	2,0 60,0
Число падіння, с, не менш як	150
Кислотність, град, не більш як	5,0

Дріжджі хлібопекарські

Дріжджі в хлібопекарському виробництві застосовуються для розпушування тіста. Під час бродіння дріжджі перетворюють цукри що містяться у борошні на вуглекислий газ та спирт. Діоксид вуглецю розпушує тісто, обумовлює пористість м'якушки хліба. Спирт частково звітрюється, решта бере участь у формуванні смаку хліба.

Показники якості дріжджів хлібопекарських регламентуються ***ДСТУ 4812:2007 «Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови».***

Таблиця 3.7 - Органолептичні показники якості дріжджів хлібопекарських

Назва показника	Характеристика для дріжджів хлібопекарських пресованих
Колір	Рівномірний сіруватий з жовтуватим відтінком, на поверхні бруска не повинно бути темних плям
Запах	Властивий дріжджовому продукту
Смак	Властивий дріжджам, без стороннього присмаку
Консистенція	Щільна. Дріжджі мають легко ламатися і не мазатися

Таблиця 3.8 - Фізико – хімічні показники якості дріжджів хлібопекарських

Назва показника	Характеристика та норма для дріжджів хлібопекарських пресованих
Масова частка вологи у день виготовлення, %, не більш як	75,0
Підіймальна сила (підняття тіста до 70 мм), хв, не більш як	55,0

Кислотність 100 г дріжджів, $см^3$ оцтової кислоти, не більш як у день виготовлення після 12 діб зберігання або транспортування за температури 4 °С	120 300
Стійкість дріжджів за температури дослідження 35 °С, год, не менш як	60
Мальтазна активність, хв: хороша, менш як задовільна незадовільна, понад	90 90-100 100

Сіль кухонна харчова

Сіль у хлібопекарському виробництві не лише надає хлібу приємного смаку, а й стримує набухання і пептизацію білків клейковини, що призводить тісто до більш кращої пружності та еластичності; покращує структурно-механічні властивості тіста особливо для борошна зі слабкою клейковиною; уповільнює ферментативний гідроліз біополімерів тіста, що зберігає оптимальну консистенцію під час бродіння; пригнічує активність дріжджів, що дозволяє забезпечити рівномірне дозрівання тіста.

Показники якості солі кухонної регламентуються ***ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови».***

Таблиця 3.9 - Органолептичні показники якості солі кухонної

Показники	Характеристика солі гатунку «екстра»
Зовнішній вигляд	Кристалічний сипкий продукт. Наявність сторонніх механічних домішок, не пов’язаних з походженням солі, не допускається
Смак	Солоний без стороннього присмаку
Колір	Білий
Запах	Відсутній

Таблиця 3.10 - Фізико – хімічні показники якості солі кухонної

Назва показника	Нормативи для перерахунку на суху речовину, для гатунку солі «другий»
Масова частка хлористого натрію, %,не менше ніж	97,00
Масова частка іона кальцію,%, не більше ніж	0,70
Масова частка іона магнію, %, не більше ніж	0,25
Масова частка іона сульфату, %, не більше ніж	1,50
Масова частка іона калію, %, не більше ніж	0,40

Масова частка оксиду заліза (III), %,не більше ніж	0,040
Масова частка нерозчинного у воді залишку (н. с), %, не більше	0,85
Масова частка вологи, %, не більше	0,70

Вода

Вода в харчовому виробництві є важливим компонентом для замішування і об'єднання всіх компонентів. В хлібобулочному виробництві для виготовлення заквасок, заварок, опар та тіста, а також для паро зволоження перед випіканням тістових заготовок.

Якість води, що використовується для виробництва хлібобулочної продукції, регламентується вимогами ***ДСанПіН 2.2.4-17110 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».***

Таблиця 3.11 - Органолептичні показники питної води.

Показники	Одиниці виміру	Нормативи для питної води
		водопровідної
Запах: за температури 20°С	Бали	≤ 2
60°С		≤ 2
Забарвленість	Градуси	≤2,6 – для підземного джерела
Каламутність	Нефелометрична одиниця каламутності (1 НОК = 0,58 мг/дм^3)	
Смак і присмак	Бали	≤ 2

Таблиця 3.12 – Фізико-хімічні показники питної води.

Найменування показника	Одиниці виміру	Нормативи для питної води
Неорганічні компоненти		
Водневий показник	од. pH	6,5-8,5
Залізо загальне	мг/дм^3, не більше	0,2
Загальна жорсткість	ммоль/дм^3, не більше	7,0
Марганець	мг/дм^3, не більше	0,05
Мідь	мг/дм^3, не більше	1,0
Поліфосфати	мг/дм^3, не більше	3,5
Сульфати	мг/дм^3, не більше	250
Сухий залишок	мг/дм^3, не більше	1000

Хлор залишковий вільний	мг/дм^3, не більше	0,5
Хлориди	мг/дм^3, не більше	250
Цинк	мг/дм^3, не більше	1,0
Органічні компоненти		
Хлор залишковий зв'язаний	мг/дм^3, не більше	1,2

Цукор білий кристалічний

Показники якості цукру білого кристалічного регламентуються ***ДСТУ 4623:2023 «Цукор білий. Загальні технічні умови».***

Таблиця 3.13 - Органолептичні показники цукру

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Білий, чистий без плям і сторонніх домішок, для напівбілого цукру допустимо жовтуватий відтінок. Кристалічний цукор має бути сипким, без грудочок. Для напівбілого цукру допустимо грудочки, що розпадаються в разі легкого натискання
Запах і смак	Солодкий без сторонніх запаху і присмаку як у сухому цукрі, так і в його водному розчині, для напівбілого цукру допустимо слабкий запах меляси
Чистота розчину	Розчин цукру має бути прозорим, без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок. Для напівбілого цукру допустимо опалесценцію. Чистоту розчину для цукрової пудри не визначають

Таблиця 3.14- Фізико-хімічні показники кристалічного цукру.

Назва показника	Характеристика
Масова частка сахарози (у перерахунку на суху речовину):	не менше 99,75 %
Масова частка редукуючих речовин (у перерахунку на суху речовину):	не більше 0,04 %.
Масова частка вологи:	не більше 0,14 %
Масова частка золи (у перерахунку на суху речовину):	не більше 0,03 %
Кольоровість (у розчині):	не більше 45 умовних одиниць
Механічні домішки:	не допускаються

Маргарин столовий зі вмістом жиру 82%

Показники якості маргарину регламентуються ***ДСТУ* 4465:2005 *«Маргарин. Загальні технічні умови».***

Таблиця 3.13 - Органолептичні показники маргарину столового

Назва показника	Характеристика
Консистенція	За температури (20 + 2) °С Пластична, щільна, однорідна, у разі введення смакових добавок допустима мазка консистенція. Поверхня зрізу блискуча або слабко блискуча, у разі введення смакових добавок допустима матова, суха на вигляд
Запах і смак	Чисті, з присмаком та запахом доданих смаковихі ароматичних добавок. Сторонні присмаки та запахи не допустимі
Колір	Від світло-жовтого до жов того або обумовлений ко льором введених добавок. Однорідний за всією масою

Таблиця 3.15 - Фізико-хімічні показники маргарину столового

Назва показника	Характеристика
Масова частка жиру, %	39.0-84.0
Масова частка солі, %	0-2,0
Кислотність Кеттсторфера, не більше ніж	2.5
Температура плавлення жиру, виділеного з маргарину, °С	27.0-38.0
рн водної або водно-молочної фаз	4,2-5,5
Масова частка твердих тригліцеридів за 20 °С, %	17-28
Пероксидне число у жирі, виділеному з маргарину, ммоль/кг 12 О. не більше ніж: - під час випуску з підпри ємства; - наприкінці зберігання	 5 10
Масова частка лінольової кислоти у жирі, виділеному з маргарину, % від суми жирних кислот, не менше ніж	20

Масова частка консерванту, мг/кг, не більше ніж: - бензойна кислота або бензоат натрію (у перерахунку на бензойну кислоту); - сорбінова кислота або сорбат натрію чи калію (у перерахунку на сорбі нову кислоту) - спільне застосування консервантів (у перерахунку на сорбінову кислоту)	1000 600 1000
Вітамін А на 1 г маргарину, МО	20 - 50
Вітамін D на 1 г маргарину, мг, не більше ніж	0,09
Вітамін Е на 1 г маргарину, мг, не більше ніж	0,3
Масова частка транс-ізоме рів олеїнової кислоти, у перерахунку на метиладат, % не більше ніж	8

Характеристика пакувальних матеріалів

Для пакування хліба «Козацький», хліба «Весняний» та булочки «Звичайна» передбачено використання вікет-пакетів, призначених для автоматизованого пакування продукції на пакувальній машині AMF Mark 75. Застосування даного виду паковання забезпечує високу продуктивність пакувального процесу, збереження якості виробів під час транспортування та реалізації, а також покращує товарний вигляд готової продукції.

Вікет-пакети виготовляються з полімерних матеріалів, дозволених для контакту з харчовими продуктами, та повинні відповідати вимогам чинної нормативної документації щодо безпечності пакувальних матеріалів. Основними вимогами до пакетів є:

- достатня механічна міцність для захисту виробів від пошкоджень;
- стійкість до розриву та проколу під час пакування, транспортування і зберігання;
- безпечність при контакті з харчовими продуктами;
- збереження форми та властивостей при зміні температури і вологості навколишнього середовища;
- можливість нанесення чіткого друку та маркування;
- придатність до використання на автоматичних пакувальних лініях.

Зовнішня поверхня пакетів повинна бути рівною та однорідною, без складок, розривів, проколів, забруднень та інших дефектів. Внутрішні поверхні не повинні злипатися між собою, що забезпечує надійне відкривання пакетів під час автоматичного пакування.

Зварні шви пакетів повинні бути міцними та герметичними по всій довжині. Не допускаються розриви, пропуски зварювання, зморшки та інші пошкодження, які можуть призвести до порушення цілісності паковання. Міцність швів має

забезпечувати надійне утримання виробу в пакеті протягом усього терміну зберігання та реалізації.

На поверхню пакета наноситься інформація для споживача відповідно до вимог чинного законодавства України. Маркування повинно містити найменування продукції, склад, масу нетто, дату виготовлення, термін придатності, умови зберігання, відомості про виробника та іншу обов'язкову інформацію.

Використання вікет-пакетів у поєднанні з автоматичною пакувальною машиною AMF Mark 75 забезпечує ефективну організацію пакувального процесу, збереження споживчих властивостей продукції та підвищення конкурентоспроможності готових виробів.

4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1. Вихідні дані до технологічних розрахунків

Для проведення технологічних розрахунків використовуються вихідні дані, що включають стандарти на продукцію, фізико-хімічні характеристики виробів, рецептурний склад, масу виробів та параметри технологічного процесу тістоприготування.

Таблиця 4.1 - Фізико-хімічні та технологічні показники якості обраного асортименту

Показники і параметри, одиниці вимірювання	Умовні позначення	Значення показників і параметрів для виробів		
		Хліб «Козацький»	Хліб «Весняний»	Булочка «Звичайна»»
Нормативний документ		ДСТУ 4583:2023 Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальніь технічні умови	ДСТУ 7517:2024 Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови	ДСТУ 4587:2023 Вироби булочні. Загальні технічні умови
Показники якості виробів				
Маса, кг	G_t	0,5	0,7	0,1
Масова частка вологи, не більше	W_t	47,0	45,0	41
Масова частка цукру на СР,%, не менше як	g_s	-	-	2,0 ±1
Масова частка жиру,%, не менше як	g_r	-	-	2,5 ± 0,5
Кислотність, град., не більше	K	7,0	4,0	2,5
Пористість, %, не менше	P	58,0	63,0	-
Розмір виробів:				
довжина, мм	L	-	260	-
ширина, мм	B	-	115	-
Діаметр.мм	D	200	-	90

Таблиця 4.2- Рецептури та основні параметри технологічних режимів

Показники	Умовні позначення	Хліб «Козацький»	Хліб «Весняний»	Булочка «Звичайна»
Борошно пшеничне в/с	$G_{бпшв}$	-	-	100,0
Борошно пшеничне 1-й сорт	$G_{бпш1}$	70,0	60,0	-
Борошно пшеничне 2-й сорт	$G_{бпш2}$	-	40,0	-
Борошно житнє обдирне	$G_{бж}$	30,0	-	-
Дріжджі пресовані	$G_{др}$	1,5	1,5	3,0
Сіль кухонна	$G_{с}$	1,5	1,3	1,3
Цукор білий кристалічний	$G_{ц}$	-	-	2,0
Маргарин столовий зі вмістом жиру 82%	$G_{м}$	-	-	3,0
Разом		103,0	102,8	109,3
Основні параметри технологічних режимів				
Вологість тіста, %	W_t	47, 0	45,0	41,0
Тривалість бродіння першої фази, хв	τ_1	180-240	180-240	-
Тривалість бродіння тіста, хв	τ_2	60-90	40-60	120-180
Тривалість вистоювання, хв	τ_v	40-60	50-60	35-45
Тривалість випікання, хв	τ_i	37	37	12
Розміри поду печі або листів	L × B	12000/2100	12000/2100	800*600
Концентрація розчину солі, %	C_s	26	26	26
Концентрація розчину цукру, %	Сц	-	-	50
Кратність розведення дріжджів водою	П	1:3	1:3	1:3

4.2. Вибір і розрахунок продуктивності провідного обладнання.

Для визначення виробничої продуктивності хлібозаводу та складання графіка роботи пекарного обладнання необхідно розрахувати годинну продуктивність печей $P_{год}$, кг/год. Для випікання хліба «Козацький» передбачено використання тунельної печі «Гостол», хліб «Весняний» - тунельну піч Revent. Для виробництва булочки «Звичайна» прийнято ротаційну піч Revent, що забезпечує рівномірне пропікання виробів та високу якість готової продукції.

Кількість виробів по довжині та ширині поду/листа печі

Кількість виробів, що розміщуються по ширині поду печі n, шт., визначають з урахуванням ширини поду, габаритних розмірів виробів, способу їх розташування на поду та необхідних проміжків між заготовками за формулою:

$$N = \frac{B-a}{l+a} \quad (4.1)$$

де**:**

- B, l — ширина поду печі та виробу відповідно, мм;
- a — проміжок між виробами, мм

Кількість рядів виробів по довжині поду тунельної печі N, шт. за формулою:

$$N = \frac{L-a}{b+a} \quad (4.2)$$

де:

- L, b — довжина відповідно поду печі та ширина або довжина виробу, мм.

Продуктивність печей

Продуктивність тунельних печей за годину $P_{год,}$ кг/год, обчислюють за формулою:

$$P_{год} = \frac{N*n*g*60}{T_{вип}} \quad (4.\ 3)$$

де:

- N — кількість рядів виробів по довжині поду тунельної печі, шт.;
- n — кількість виробів по ширині поду тунельної печі, шт.;
- g — стандартна маса виробу, кг;
- $T_{вип}$ — тривалість випікання, хв

Продуктивність ротаційних печей за годину $P_{год,}$ кг/год, обчислюють за формулою:

$$P_{год} = \frac{N_л^в * N_д^л * n_д^л * g*60}{T_{вип}+5} \quad (4.4)$$

де:

- $N_л^в$ — кількість листів на візку ротаційної печі (20 листів)
- $N_д^л$ — кількість виробів по довжині листа шт.;
- $n_д^л$ — кількість виробів по ширині листа шт
- g — стандартна маса виробу, кг
- $T_{вип}$ — тривалість випікання, хв.
- — час, необхідний для завантаження візка у шафову піч і вивантаження його з печі, хв

Розрахуємо продуктивність печі Gostol для хлібу «Козацький»

Тип печі: тунельна

$$n_к = \frac{2100-50}{200+50} = 8{,}2.\ \text{Приймаємо 8 шт}$$

$$N_к = \frac{12000-30}{200+30} = 52{,}04.\ \text{Приймаємо 52 ряди}$$

$$P_{годК} = \frac{52*8*0{,}5*60}{37} = 334{,}3\ \text{кг/год}$$

Розрахуємо продуктивність печі Revent для хлібу «Весняний»

Тип печі: тунельна

$$n_в = \frac{2100-40}{260+40} = 6{,}8.\ \text{Приймаємо 6 шт}$$

$$N_в = \frac{12000-40}{260+40} = 77{,}4.\ \text{Приймаємо 77 ряди}$$

$$P_{годВ} = \frac{77*6*0{,}7*60}{37} = 521{,}8\ \text{кг/год}$$

Розрахуємо продуктивність печі Revent для булочки «Звичайна»

Тип печі: ротаційна

$$n_з = \frac{600-30}{90+30} = 4{,}75.\ \text{Приймаємо 4 шт}$$

$$N_з = \frac{800-30}{90+30} = 6{,}4.\ \text{Приймаємо 6 штук}$$

$$P_{год} = \frac{20*6*4*0{,}1*60}{12+5} = 169{,}4\ \text{кг/год}$$

Таблиця 4.3 – Результати розрахунку продуктивності

Вироби	Маса виробу, кг	Кількість виробів на поду, шт		Тривалість випікання, хв	Ргод, кг/год
		по довжині	по ширині		
Хліб «Козацький»	0,5	52	8	37	334,3
Хліб «Весняний»	0,7	77	6	37	521,8
Булочка «Звичайна»»	0,1	6	4	12	169,4

Зі знайденої продуктивності можемо побудувати графік роботи печей:

Таблиця 4.4 – Графік роботи печей

№ печі	Піч	Зміна, години роботи			
		Перша зміна	Перерва	Друга зміна	Перерва
		8.00 –19.30	30хв	20.00 – 7.30	30хв
1	Гостол (тунельна)	Хліб «Козацький»		Хліб «Козацький»	
2	Revent (тунельна)	Хліб «Весняний»		Хліб «Весняний»	
3	Revent (ротаційна)	Булочка «Звичайна»		Булочка «Звичайна»	

Отже можемо визначити продуктивність за добу, кг:
Хліб «Козацький» = 334,3*23 = 7688,9 кг
Хліб «Весняний» » = 521,8*23 = 12010,7кг
Булочка «Звичайна» = 169,4*23 = 3896,5кг

Далі розраховану виробничу продуктивність печей зводять у таблицю та визначають потужність заводу в асортименті.

Таблиця 4.5 - Продуктивність печей та потужність заводу в асортименті

№	Марка печі	Асортимент виробів	Продуктивність за годину, кг	Тривалість роботи печі протягом доби, год.	Продуктивність за добу, кг
1	Гостол (тунельна)	Хліб «Козацький»	334,3	23	7688,9
2	Revent (тунельна)	Хліб «Весняний»	521,8	23	12010,7
3	Revent (ротаційна)	Булочка «Звичайна»	169,4	23	3896,5
Потужність заводу в асортименті (разом)					23596,1

4.3 Продуктові розрахунки

4.3.1 Розрахунок пофазних рецептур

Розрахунок пофазної рецептури хліба «Козацького»

Спосіб приготування тіста - на рідкій заквасці без заварки

Таблиця 4.6 - Уніфікована рецептура хліба «Козацький»

Найменування сировини	Маса кг	Масова частка вологи %	Масова частка сухих речовин, кг
Борошно житнє обдирне	30,0	14,5	25,65
Борошно пшеничне в/с	70,0	14,5	59,85
Дріжджі пресовані	0,7	75	0,17
Сіль кухонна	1,8	-	1,8
Всього	102,5	-	87,48

Розрахунок *масової частки сухих* речовин Gc.p , кг , проводять за формулою:

$$G_{c.p} = G_c \ (100\text{-}W_c)/100 \qquad (4.5)$$

де:

G_c – маса сировини або напівфабрикату, кг;

W_c– масова частка вологи у сировині, %.

$$G_{c.p}^{бж} = 30\times(100-14,5)/100 = 25,65 \text{ кг};$$

$$G_{c.p}^{бп} = 70\times(100-14,5)/100 = 59,85 \text{ кг};$$

$$G^{д}_{с.р}= 0,7\times(100-75,0)/100 = 0,17 \text{ кг};$$

$$\sum G^{д}_{с.р}=25,65 +59,85 + 0,17 + 1,80 =87,48 \text{ кг СР};$$

Розрахунок *масової частки вологи в тісті* Wт, %, проводять за формулою:

$$Wт= Wх+ n \quad (4.6)$$

де, Wх - масова частка вологи в м'якушці, %; n - різниця між початковою масовою часткою вологи в тісті та масовою часткою вологи в м'якушці готового виробу, %.

$$Wт= 47,00 + 1 = 48,0 \%$$

Розрахунок *виходу тіста* Gт, кг, проводять за формулою:

$$G_т = \frac{\Sigma G^{сир}_{с.р} * 100}{100 - W_т} \quad (4.7)$$

де $\sum G$с.р сир - сума всієї сировини за рецептурою , кг;

Wт – масова частка вологи в тісті ,%.

$$G\text{т} = 87,48 \times 100/(100 - 48) = 168,22 \text{ кг}.$$

Розрахунок *загальної маси води* в тісті $G^{в}_{т}$, кг, проводять за формулою:

$$G^{в}_{т} = G\text{т} - \sum G\text{сир} \quad (4.8)$$

$$G^{в}_{т} = 168,22 - 102,5 = 65,72 \text{ кг}$$

Розрахунок *маси розчину солі* $G_{р.с}$, кг за формулою:

$$G_{р.с} = G_с * 100/ c_с \quad (4.9)$$

де

$G_с$ – маса солі, кг;

$c_с$ – концентрація солі, % у 100 кг розчину.

$$G_{р.с} = 1,8/100*26 = 6,92 \text{ кг}$$

Розрахунок *маси води,* внесеної з розчином солі $G^{в}_{р.с}$,кг за формулою:

$$G^{в}_{р.с} = G_{р.с} - G_с \quad (4.10)$$

$$G^{в}_{р.с} = 6,92– 1,8 = 5,12 \text{ кг}$$

Розрахунок маса дріжджової суспензії за формулою:

$$G_{др.с} = G_{др} + G_{др} * n \quad (4.11)$$

де:

n – ступень розведення

$$G_{др.с} = 0,7+0,7*3 = 2,8 \text{ кг}$$

Розрахунок маси води в дріжджової суспензії за формулою:

$$G^{в}_{др.с} = G_{др.с} - G_{др} \quad (4.12)$$

$$G^{в}_{др.с} = 2,8-0,7 = 2,1 \text{ кг}$$

Розрахуємо маса води що *дозується в тісто* під час замісу $G^{м/}_{в}$, *кг* за формулою:

$$G^{м/}_{в} = G^{в}_{т} – G^{в}_{р.с} – G^{в}_{др.с} \quad (4.13)$$

$$G^{м/}_{в} = 65,72-5,12-2,1 = 58,5 \text{ кг}$$

Оскільки вся вода йде на приготування закваски (окрім розчинів) то кількість води у заквасці $G^{з}_{в}$ кг, приймаємо як $G^{м/}_{в}$ за формулою:

$$G^{з}_{в} = G^{м/}_{в} \quad (4.14)$$

Розрахуємо *масу борошна* в заквасці $G^{з}_{б}$, кг за формулою:

$$G^{з}_{б} = \frac{G^{з}_{в}*(100-W_з)}{W_з-W_б} \quad (4.15)$$

де:

$W_з$– масова частка вологи закваски ($W_з = 72$ %)

$W_{бж}$ – вологість житнього борошна %

$$G_б^з = \frac{58,5*(100-72)}{72-14,5} = 28,49 \text{ кг}$$

За розрахунком вміст борошна становить 28,49 кг, всього житнього борошна 30 кг, тому на приготування буде використано всі 30 кг борошна.

Розрахуємо масу закваски $G_з$. кг за формулою:

$$G_з = G_б^з + G_в^з \quad (4.16)$$

$$G_з = 30+58,5= 88,5 \text{ кг}$$

Розраховуємо рецептуру закваски

Визначаємо масу стиглої закваски $G_{ст.з.}$. кг за формулою:

$$G_{ст.з.} = \frac{\%G_{ст.з.} * G_{з.}}{100} \quad (4.17)$$

де:

$\%G_{ст.з.}$– це частка стиглої закваски яка йде на поновлення ,% ($\%G_{ст.з.} = 50\%$)

$$G_{ст.з.} = \frac{50* 88,5}{100} = 44,25 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу борошна $G_б^{ст.з}$, кг в стиглій заквасці за формулою:

$$G_б^{ст.з} = \frac{G_{ст.з.}*(100-W_з)}{100-W_{бж}} \quad (4.18)$$

$$G_б^{ст.з} = \frac{44,25*(100-72)}{100-14,5} = 14,49 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу води $G_в^{ст.з}$, кг в стиглій заквасці за формулою:

$$G_в^{ст.з} = G_{ст.з.} - G_б^{ст.з} \quad (4.19)$$

$$G_в^{ст.з} = 44,25 – 14,49 = 29,76 \text{ кг}$$

Визначаємо масу живильної суміші $G_{ж.с..}$. кг за формулою:

$$G_{ж.с..} = G_з - G_{ст.з.} \quad (4.20)$$

$$G_{ж.с..} = 88,5 – 44,25 = 44,25 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу борошна $G_б^{ж.с.}$, кг в живильній суміші за формулою:

$$G_б^{ж.с.} = G_б^з - G_б^{ст.з} \quad (4.21)$$

$$G_б^{ж.с.} = 30 – 14,49 = 15,51 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу води $G_в^{ж.с.}$, кг в живильній суміші за формулою:

$$G_в^{ж.с.} = G_в^з - G_в^{ст.з} \quad (4.22)$$

$$G_в^{ж.с.} = 58,5 – 29,76 = 28,74 \text{ кг}$$

Складаємо рецептуру приготування закваски, кг.

Таблиця 4.7- Рецептура приготування закваски, кг

Сировина та н/ф	Стигла закваска	Живильна суміш	Всього
Борошно житнє обдирне	14,49	15,51	-
Вода	29,76	28,74	-
Стигла закваска	-	-	44,25
Живильна суміш	-	-	44,25
Разом	44,25	44,25	88,5

Таблиця 4.8 - Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Козацького», кг на 100 кг борошна

Сировина та н/ф	Маса	Закваска	Тісто
Борошно житнє обдирне	30	30	-
Борошно пшеничне в/с	70	-	70,00
Дріжджова суспензія	2,8	-	2,8
Розчин солі	6,92	-	6,92
Закваска	-	-	88,5
Вода	58,5	58,5	-
Разом	168,22	88,5	168,22

Пофазна рецептура хліба «Весняний»

Спосіб приготування тіста - на рідкій традиційній густій опарі.

Таблиця 4.9 - Уніфікована рецептура хліба «Весняний».

Найменування сировини	Маса, кг	Масова частка вологи, %	Масова частка сухих речовин, кг
Борошно пшеничне 1-й сорт	60,0	14,5	51,3
Борошно пшеничне 2-й сорт	40,0	14,5	34,2
Дріжджі пресовані	1,5	75	0,38
Сіль кухонна	1,3	-	1,3
Всього	102,8	-	87,18

Розрахунок *масової частки сухих* речовин Gc.p , кг , проводять за формулою:

$G_{c.p} = G_c$ (100-W_c)/100 (4.5)

де:

G_c – маса сировини або напівфабрикату, кг;

W_c– масова частка вологи у сировині, %.

$$G_{c.p}^{бпш1} = 60\times(100-14,5)/100 = 51,3 \text{ кг};$$

$$G_{c.p}^{бпш2} = 40\times(100-14,5)/100 = 34,2 \text{ кг};$$

$$G_{c.p}^{д} = 1,5\times(100-75,0)/100 = 0,38 \text{ кг};$$

$$\sum G_{c.p}^{д} = 51,3 + 34,2 + 0,38 + 1,3 = 87,18 \text{ кг СР};$$

Розрахунок *масової частки вологи в тісті* Wт, %, :

$$Wт = 45,00 + 0,5 = 45,5\ \%$$

Розрахунок *виходу тіста* Gт, кг:

$$Gт = 87,18 \times 100/(100 - 45,5) = 159,95 \text{ кг}.$$

Розрахунок *загальної маси води* в тісті $G_m^в$, кг:

$$G_m^в = 159,95 - 102,8 = 57,15 \text{ кг}$$

Розрахунок *маси розчину солі* $G_{р.с}$, кг:

$$G_{р.с} = 1,3/100*26 = 5 \text{ кг}$$

Розрахунок *маси води,* внесеної з розчином солі $G^{в}_{р.с}$,кг:

$$G^{в}_{р.с} = 5 – 1,3 = 3,7 \text{ кг}$$

Розрахунок маса дріжджової суспензії:

$$G_{др.с} = 1,5+1,5*3 = 6 \text{ кг}$$

Розрахунок маси води в дріжджової суспензії:

$$G^{в}_{др.с} = 6-1,5 = 4,5 \text{ кг}$$

Розрахуємо масу опари. В опару вносимо 60% борошна, вологість опари - 50%

Таблиця 4.10 - Рецептура приготування опари, кг

Сировина	Маса кг	Масова частка вологи %	Масова частка сухих речовин, %
Борошно пшеничне 1-й сорт	20,00	14,5	17,1
Борошно пшеничне 2-й сорт	40,00	14,5	34,2
Дріжджі пресовані	1,50	75,00	0,38
Разом	61,50		51,68

Розрахуємо вихід опари G_o. кг за формулою:

$$G_o = \frac{\sum G^o_{ср} * 100}{100 - W_o} \quad (4.23)$$

де:

$\sum G^o_{ср}$– це масова частка сухих речовин в опарі

W_o – Вологість опари (W_o = 45%)

$$G_o = \frac{51,68 * 100}{100 - 50} = 103,35 \text{ кг}$$

Розрахуємо масу води в опарі $G^{в}_{o}$, кг:

$$G^{в}_{o} = 103,35 – 61,5 = 41,85 \text{ кг}$$

Маса води яку вносять під час замісу опари, $G^{в/}_{o}$, кг:

$$G^{в/}_{o} = 41,85 – 4,50 = 37,35 \text{ кг}$$

Розрахуємо маса води що дозується в тісто під час замісу:

$$G^{т/}_{в} = 57,15 – 4,5 – 3,7 – 37,35 = 11,6 \text{ кг}$$

Маса борошна що дозується в тісто під час замісу:

$G пш1^{т}_{б}$ = 60-20=40 кг – борошно пшеничне першого сорту

Все пшеничне борошно другого сорту використовується для приготування опари, тому в тісто не дозується.

Таблиця 4.11- Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Весняного», кг на 100 кг борошна

Сировина та н/ф	Маса	Опара	Тісто
Борошно пшеничне 1-й сорт	60	20	40
Борошно пшеничне 2-сорт	40	40	-
Дріжджова суспензія	6	6	-
Розчин солі	5	-	5
Опара	-	-	103,35
Вода	48,95	37,35	11,6
Разом	159,95	103,35	159,95

Пофазна рецептура булочки «Звичайна»

Спосіб приготування тіста – безопарний.

Таблиця 4.12 - Уніфікована рецептура булочки «Звичайна»

Найменування сировини	Маса кг	Масова частка вологи %	Масова частка сухих речовин, кг
Борошно пшеничне в/с	100	14,5	85,5
Дріжджі пресовані	3	75	0,75
Сіль кухонна	1,3	-	1,3
Цукор білий кристалічний	2	0,15	2
Маргарин столовий 82%	3	16	2,52
Всього	109,3		92,07

Розрахунок *масової частки сухих* речовин Gc.p , кг:

$$G_{c.p}^{бпш} = 100\times(100-14,5)/100 = 85,5 \text{ кг};$$

$$G_{c.p}^{д} = 3\times(100-75,0)/100 = 0,75 \text{ кг};$$

$$G_{c.p}^{ц} = 2\times(100-0,15)/100 = 2 \text{ кг};$$

$$G_{c.p}^{м} = 3\times(100-16)/100 = 2,52 \text{ кг};$$

$$\sum G_{c.p} = 92,07 \text{ кг СР};$$

Розрахунок *масової частки вологи в тісті* Wт, %:

$$W_т = 41,00 + 0,2 = 41,20\ \%$$

Розрахунок *виходу тіста* Gт, кг:

$$G_т = 92,07 \times 100/(100 - 41,20) = 156,58 \text{ кг}.$$

Розрахунок *загальної маси води* в тісті $G_m^в$, кг:

$$G_m^в = 156,58 - 109,3 = 47,28\ кг$$

Розрахунок *маси розчину солі* $G_{р.с}$, кг:

$$G_{р.с} = 1,3/100*26 = 5\ кг$$

Розрахунок *маси води,* внесеної з розчином солі $G_{р.с}^в$,кг :

$$G_{р.с}^в = 5 - 1,3 = 3,7\ кг$$

Розрахунок *маси дріжджової суспензії*:

$$G_{др.с} = 3+3*3 = 12\ кг$$

Розрахунок маси води в дріжджової суспензії:

$$G_{др.с}^в = 12-3 = 9\ кг$$

Розрахунок маси розчину цукру:

$$G_{р.ц} = 2+100/50 = 4\ кг$$

Розрахунок маси води в розчині цукру:

$$G_{рц}^в = 4-2 = 2\ кг$$

Розрахунок маси води в тісто:

$$G1_в^{m/} = 47,28 - 3,7 - 9 - 2 = 32,58\ кг$$

Таблиця 4.13 - Пофазна рецептура приготування тіста для булочки «Звичайна» кг на 100 кг борошна

Сировина та н/ф	Маса	Тісто
Борошно пшеничне в/с	100	100
Дріжджова суспензія	12	12
Розчин солі	5	5
Розчин цукру	4	4
Вода	32,58	32,58
Маргарин столовий 82%	3	3
Разом	156,58	156,58

4.3.2 Розрахунок виходу хліба

Вихід хліба є важливим показником ефективності діяльності хлібопекарського підприємства, оскільки характеризує рівень використання сировини та якість організації технологічного процесу. Саме тому перед проведенням розрахунків необхідно розглянути основні чинники, які впливають на формування виходу готової продукції.

Під час проєктування та організації виробництва одним із ключових етапів є визначення очікуваного виходу хліба з урахуванням технологічних втрат і виробничих затрат. Їх величину встановлюють відповідно до методичних рекомендацій ВНДІХП для кожної стадії технологічного процесу. У навчальних розрахунках допускається використання нормативних значень втрат і затрат, наведених у довідкових джерелах. При цьому необхідно враховувати асортимент виробів, особливості технології їх виготовлення, а також прийняту апаратурно-технологічну схему та склад виробничого обладнання.

Прогнозований вихід хліба (Вх), %, визначається кількістю тіста, отриманого із сировини згідно з рецептурою, а також величиною технологічних втрат і затрат, що виникають під час виробництва. Розрахунок цього показника здійснюється за такою формулою:

$$В_х = G_т – (В_б + В_т + З_{бр}+З_{обр}+ З_{уп}+ З_{укл}+З_{ус}+В_{кр}+В_{шт}+В_{бр}) \quad (4.24)$$

Де

- $В_б$— втрати борошна до замішування напівфабрикатів;
- $В_т$— втрати борошна та тіста від початку замішування до посадки тістових заготовок в піч;
- $З_{бр}$— витрати при бродінні напівфабрикатів;
- $З_{обр}$— витрати при обробленні тіста;
- $З_{уп}$— витрати при випіканні (упікання);
- $З_{укл}$— зменшення маси хліба під час транспортування його від печі та укладанні на вагонетки або у контейнери;
- $З_{ус}$— витрати під час зберігання хліба (усихання);
- $В_{кр}$— втрати хліба у вигляді крихт виробів (або лому);
- $В_{шт}$— втрати від неточності маси хліба при приготуванні штучних виробів;
- $В_{бр}$— втрати від переробки браку.

Втрати і затрати виражають у перерахунку на масу тіста у кілограмах. Розрахунок виходу хліба ведуть за базової масової частки вологи у борошні – 14,5 %.

Маса тіста із 100 кг борошна $G_т$, кг визначають за формулою:

$$G_т = \frac{G_{сир}(100-W_{сир})}{(100-W_т)} + К \quad (4.25)$$

Де

$G_{сир}$ – маса сировини у тісті з 100 кг борошна, кг;

$W_т$ — масова частка вологи у тісті, %;

$К$ – маса сировини на оздоблення та включення, кг

Середньозважена масова частка вологи у сировині $W_{сир}$ %, обчислюємо за формулою:

$$W_{сир} = \frac{G_б+W_б+G_{др}+W_{др}+ G_с+W_с…}{G_б+ G_{др}+ G_с…} \quad (4.26)$$

Де

$W_б + W_{др} + W_с$ - масова частка вологи у борошні, дріжджах, солі та іншій сировині, %

Втрати борошна до замішування тіста $В_б$, кг за формулою:

$$В_б = \frac{g_б(100-W_б)}{(100-W_т)} \quad (4.27)$$

Де

$g_б$ - втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання $В_т$,кг за формулою:

$$В_т = \frac{g_т(100-W_{ср/})}{(100-W_т)} \quad (4.28)$$

Де

$g_т$ – втрати борошна і тіста під час замішування і приготування тіста, % до маси борошна;

$W_{ср/}$ – масова частка вологи у відходах, % (знаходиться в межах 30-36 %)

Затрати під час бродіння напівфабрикатів $З_{бр}$, кг за формулою:

$$З_{бр} = \frac{С_{сух} * 0,95(G_{сир} - g_{обр})(100 - W_{сир})}{1,96 * 100(100 - W_т)} \quad (4.29)$$

Де

$С_{сух}$– затрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста;

$g_{обр}$ – затрати борошна під час оброблення тіста, % до маси борошна.

Затрати на оброблення тіста $З_{обр}$, кг за формулою:

$$З_{обр} = \frac{g_{обр}(W_т - W_б)}{(100 - W_т)} \quad (4.30)$$

Де

$g_{обр}$ – затрати під час оброблення тіста, % до маси борошна

Затрати від упікання $З_{уп}$, кг за формулою:

$$З_{уп} = \frac{g_{уп}[G_т - (В_б + В_т + З_{бр} + З_{обр})]}{100} \quad (4.31)$$

Де

$g_{уп}$– затрати на упікання, % від маси тістової заготовки

Затрати під час укладання $З_{укл}$, кг а формулою:

$$З_{укл} = \frac{g_{укл}[G_т - (В_б + В_т + З_{бр} + З_{обр} + З_{уп})]}{100} \quad (4.32)$$

Де

$g_{укл}$– затрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліб

Затрати від усихання, $З_{ус}$, кг а формулою:

$$З_{ус} = \frac{g_{ус}[G_т - (В_б + В_т + З_{бр} + З_{обр} + З_{уп} + З_{укл})]}{100} \quad (4.33)$$

Де

$g_{ус}$– затрати під час усихання, % до маси гарячого хліба.

Втрати від неточності маси штучних виробів, $В_{шт}$, кг а формулою:

$$В_{шт} = \frac{g_{шт}[G_т - (В_б + В_т + З_{бр} + З_{обр} + З_{уп} + З_{укл} + З_{ус})]}{100} \quad (4.34)$$

Де

$g_{шт}$– втрати внаслідок відхилення маси хліба, % до маси гарячого хліба.

Втрати від крихт і лому $В_{кр}$, кг а формулою:

$$В_{кр} = \frac{g_{кр}[G_т - (В_б + В_т + З_{бр} + З_{обр} + З_{уп} + З_{укл} + З_{ус} + В_{шт})]}{100} \quad (4.35)$$

Де

$g_{кр}$– втрати у вигляді крихти та лому, % до маси борошна.

Втрати від переробки браку, $В_{бр}$, кг а формулою:

$$В_{бр} = \frac{g_{бр}[G_т - (В_б + В_т + З_{бр} + З_{обр} + З_{уп} + З_{укл} + З_{ус} + В_{шт} + В_{кр})]}{100} \quad (4.36)$$

Де

$g_{бр}$ – втрати від переробки бракованих виробів, % до маси борошна

Розрахунок виходу хліба «Козацький»

Таблиця 4.14 - Вихідні данні для розрахунку виходу

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні данні для розрахунку виходу хліба		Втрати та витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	$G_т$	168,22	-	-
Втрати борошна до замішування напівфабрикатів (безтарне зберігання)	$g_б$	0,03	$В_б$	0,05
Втрати борошна і тіста від замішування напівфабрикатів до посадки тістових заготовок у піч	$g_т$	0,03	$В_т$	0,07
Затрати під час бродіння напівфабрикатів,	$С_{сух}$	2,8	$З_{бр}$	2,28
Затрати під час оброблення тіста	$g_{обр}$	0,5	$З_{обр}$	0,32
Затрати на упікання	$g_{уп}$	11	$З_{уп}$	18,2
Затрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}$	0,6	$З_{укл}$	0,9
Затрати під час усихання	$g_{ус}$	2,5	$З_{ус}$	3,66
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}$	0,02	$В_{кр}$	0,3
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}$	0,4	$В_{шт}$	0,57
Втрати від переробки браку	$g_{бр}$	0,02	$В_{бр}$	0,03
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста				26,08

Розрахуємо масу тіста із 100 кг борошна:

$$G_т = \frac{102,5(100-14,66)}{(100-48)} = 168,22 \text{ кг}$$

Розрахуємо середньозважену масову частку вологи у сировині $W_{сир}$ %:

$$W_{сир} = \frac{30*14,5+70*14,5+0,7*75}{30+70+0,7+1,8} = 14,66\%$$

Розрахуємо втрати борошна до замішування тіста $В_б$:

$$В_б = \frac{0,03(100-14,5)}{(100-48)} = 0,05 \text{ кг}$$

Розрахуємо втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання $В_т$, кг:

$$В_т = \frac{0,04(100-14,66)}{(100-48)} = 0,07 \text{кг}$$

Розрахуємо затрати під час бродіння напівфабрикатів $З_{бр}$, кг:

$$З_{бр} = \frac{2,8*0,95(102,5-0,5)(100-14,66)}{1,96*100(100-48)} = 2,28 \text{кг}$$

Розрахуємо затрати на оброблення тіста $З_{обр}$, кг:

$$З_{обр} = \frac{0,5(48-14,5)}{(100-48)} = 0,32 \text{кг}$$

Розрахуємо затрати від упікання $З_{уп}$, кг:

$$З_{уп} = \frac{11[168,22-(0,05+0,07+2,28+0,32)]}{100} = 18,2 \text{кг}$$

Розрахуємо затрати під час укладання $З_{укл}$, кг:

$$З_{укл} = \frac{0,6[168,22-(0,05+0,07+2,28+0,32+18,2)]}{100} = 0,9 \text{кг}$$

Розрахуємо затрати від усихання, $З_{ус}$, кг:

$$З_{ус} = \frac{2,5[168,22-(0,05+0,07+2,28+0,32+18,2+0,9)]}{100} = 3,66 \text{ кг}$$

Розрахуємо втрати від неточності маси штучних виробів, $В_{шт}$, кг:

$$В_{шт} = \frac{0,4[168,22-(0,05+0,07+2,28+0,32+18,2+0,9+3,66)]}{100} = 0,57 \text{ кг}$$

Розрахуємо втрати від крихт і лому $В_{кр}$, кг:

$$В_{кр} = \frac{0,02[168,22-(0,05+0,07+2,28+0,32+18,2+0,9+3,66+0,57)]}{100} = 0,03 \text{кг}$$

Розраховуємо втрати від переробки браку, $В_{бр}$, кг:

$$В_{бр} = \frac{0,02[168,22-(0,05+0,07+2,28+0,32+18,2+0,9+5,86+0,56+0,03)]}{100} = 0,03 \text{кг}$$

Розрахуємо передбачуваний вихід $В_х$:

$$В_х = 168,22 - (0,05 + 0,07 + 2,28 + 0,32 + 18,2 + 0,9 + 3,66 + 0,57 + 0,03 + 0,03) = 142,5 \%$$

Розрахунок виходу хліба «Весняний»

Таблиця 4.15 - Вихідні данні для розрахунку виходу

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні данні для розрахунку виходу хліба		Втрати та витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	$G_т$	160,74	-	-

Втрати борошна до замішування напівфабрикатів (безтарне зберігання)	$g_б$	0,02	$В_б$	0,03
Втрати борошна і тіста від замішування напівфабрикатів до посадки тістових заготовок у піч	$g_т$	0,04	$В_т$	0,06
Затрати під час бродіння напівфабрикатів,	$С_{сух}$	3,3	$З_{бр}$	2,5
Затрати під час оброблення тіста	$g_{обр}$	0,7	$З_{обр}$	0,4
Затрати на упікання	$g_{уп}$	9	$З_{уп}$	15,8
Затрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}$	0,7	$З_{укл}$	1,01
Затрати під час усихання	$g_{ус}$	2,5	$З_{ус}$	3,5
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}$	0,03	$В_{кр}$	0,04
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}$	0,4	$В_{шт}$	0,55
Втрати від переробки браку	$g_{бр}$	0,02	$В_{бр}$	0,02
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста				24,23

Маса тіста із 100 кг борошна:

$$G_т = \frac{102,8(100-15,2)}{(100-45,5)} = 156,0 \text{ кг}$$

Для цього нам потрібно розрахувати середньозважена масову частку вологи у сировині $W_{сир}$ %:

$$W_{сир} = \frac{60*14,5+40*14,5+1,5*75}{60+40+1,5+1,3} = 15,2\%$$

Розрахуємо втрати борошна до замішування тіста $В_б$, кг6

$$В_б = \frac{0,02(100-14,5)}{(100-45,5)} = 0,03 \text{ кг}$$

Розрахуємо втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання $В_т$, кг:

$$В_т = \frac{0,04(100-15,2)}{(100-45,5)} = 0,06 \text{кг}$$

Розраховуємо затрати під час бродіння напівфабрикатів $З_{бр}$, кг:

$$З_{бр} = \frac{3,3*0,95(102,8-0,7)(100-15,2)}{1,96*100(100-45,5)} = 2,5к$$

Розрахуємо затрати на оброблення тіста $З_{обр}$, кг:

$$З_{обр} = \frac{0,7(45,5-14,5)}{(100-45,5)} = 0,4кг$$

Розрахуємо затрати від упікання $З_{уп}$, кг:

$$З_{уп} = \frac{9[160,74-(0,03+0,06+2,58+0,4)]}{100} = 15,8кг$$

Розрахуємо затрати під час укладання $З_{укл}$, кг:

$$З_{укл} = \frac{0,7[160,74-(0,03+0,06+2,58+0,4+15,8)]}{100} = 1,01 кг$$

Розрахуємо затрати від усихання, $З_{ус}$, кг:

$$З_{ус} = \frac{2,5[160,74-(0,03+0,06+2,58+0,4+15,8+1,01)]}{100} = 3,5кг$$

Розрахуємо втрати від неточності маси штучних виробів, $В_{шт}$, кг:

$$В_{шт} = \frac{0,4[160,74-(0,03+0,06+2,58+0,4+15,8+1,01+3,5)]}{100} = 0,55кг$$

Розрахуємо втрати від крихт і лому $В_{кр}$, кг:

$$В_{кр} = \frac{0,03[160,74-(0,03+0,06+2,58+0,4+15,8+1,01+3,5+0,55)]}{100} = 0,04кг$$

Розрахуємо втрати від переробки браку, $В_{бр}$, кг:

$$В_{бр} = \frac{0,02[160,74-(0,03+0,06+2,58+0,4+15,8+1,01+3,5+0,55+0,04)]}{100} = 0,027кг$$

Розрахуємо передбачуваний вихід $В_х$:

$В_х$=160,74 − (0,03 + 0,06 + 2,58 + 0,4 + 15,8 + 1,01 + 3,5 + 0,55 + 0,04 + 0,027)=136,5%

Розрахунок виходу булочки «Звичайна»

Таблиця 4.16 - Вихідні данні для розрахунку виходу. Втрати та витрати у перерахунку до тіста

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні данні для розрахунку виходу хліба		Втрати та витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	$G_т$	156,51	-	-
Втрати борошна до замішування напівфабрикатів (безтарне зберігання)	$g_б$	0,05	$В_б$	0,074
Втрати борошна і тіста від замішування напівфабрикатів до посадки тістових заготовок у піч	$g_т$	0,05	$В_т$	0,072

Затрати під час бродіння напівфабрикатів,	$C_{сух}$	2,5	$З_{бр}$	1,88
Затрати під час оброблення тіста	$g_{обр}$	0,8	$З_{обр}$	0,33
Затрати на упікання	$g_{уп}$	10	$З_{уп}$	15,41
Затрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}$	0,8	$З_{укл}$	1,12
Затрати під час усихання	$g_{ус}$	3,5	$З_{ус}$	4,82
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}$	0,03	$В_{кр}$	0,04
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}$	0,4	$В_{шт}$	0,53
Втрати від переробки браку	$g_{бр}$	0,02	$В_{бр}$	0,03
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста				24,3

Маса тіста із 100 кг борошна:

$$G_т = \frac{109,3(100-15,8)}{(100-41,2)} = 156,51кг$$

Для цього нам потрібно розрахувати середньозважена масову частку вологи у сировині $W_{сир}$ %:

$$W_{сир} = \frac{100*14,5+3*75+2*0,15+3*16}{100+3+1,3+2+3} = 15,8\%$$

Розрахуємо втрати борошна до замішування тіста $В_б$, кг:

$$В_б = \frac{0,05(100-14,5)}{(100-41,2)} = 0,074 кг$$

Розрахуємо втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання $В_т$, кг:

$$В_т = \frac{0,05(100-15,8)}{(100-41,2)} = 0,072кг$$

Розраховуємо затрати під час бродіння напівфабрикатів $З_{бр}$, кг:

$$З_{бр} = \frac{2,5*0,95(109,3-0,8)(100-15,8)}{1,96*100(100-41,2)} = 1,88 кг$$

Розрахуємо затрати на оброблення тіста $З_{обр}$, кг:

$$З_{обр} = \frac{0,8(41,2-15,8)}{(100-41,2)} = 0,35 кг$$

Розрахуємо затрати від упікання $З_{уп}$, кг:

$$З_{уп} = \frac{10[156,51-(0,074+0,072+1,88+0,35)]}{100} = 15,41 кг$$

Розрахуємо затрати під час укладання $З_{укл}$, кг:

$$З_{укл} = \frac{0,8[156,51-(0,074+0,072+1,88+0,35+15,41)]}{100} = 1,12 кг$$

Розрахуємо затрати від усихання, $З_{ус}$, кг:

$$З_{ус} = \frac{3,5[156,51-(0,074+0,072+1,88+0,35+15,41+1,12)]}{100} = 4,82 кг$$

Розрахуємо втрати від неточності маси штучних виробів, $В_{шт}$, кг:

$$В_{шт} = \frac{0,4[156,51 - (0,074 + 0,072 + 1,88+0,35+15,41+1,12+4,82)]}{100} = 0,53 \text{ кг}$$

Розрахуємо втрати від крихт і лому $В_{кр}$, кг:

$$В_{кр} = \frac{0,03[156,51 - (0,074 + 0,072 + 1,88+0,35+15,41+1,12+4,82+0,53)]}{100} = 0,04 \text{кг}$$

Розрахуємо втрати від переробки браку, $В_{бр}$, кг:

$$В_{бр} = \frac{0,02[156,51 - (0,074 + 0,072 + 1,88+0,35+15,41+1,12+4,82+0,53+0,04)]}{100} = 0,03 \text{кг}$$

Розрахуємо передбачуваний вихід $В_х$:

$$B_x = 156,51 - (0,074 + 0,072 + 1,88 + 0,35 + 15,41 + 1,12 + 4,82 + 0,53 + 0,04 + 0,03) = 132,2 \%$$

Таблиця 4.17 - Загальна таблиця виходу хліба

Назва виробу	Вихід тіста, кг	Вихід хліба, %	
		Розрахунковий	Плановий
Хліба «Козацький»	171,04	142,5	142,0
Хліба «Весняний»	160,74	136,5	135,0
Булочка «Звичайна»	161,65	132,2	130,0

4.3.3 Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів

Під час приготування тіста в обладнанні безперервної дії виробничі рецептури складають на основі витрат сировини та напівфабрикатів за одиницю часу, як правило за одну хвилину роботи лінії.

Для виконання розрахунків виробничої рецептури спочатку визначають коефіцієнт перерахунку, який дає змогу перейти від уніфікованої рецептури до фактичних витрат сировини в умовах конкретного виробництва.

При безперервному способі приготування напівфабрикатів насамперед розраховують годинні витрати борошна $G_б^{год}$ кг/год, необхідні для забезпечення роботи однієї печі.

$$G_б^{год} = = \frac{Р_{год} * 100}{В_{хл}} \quad (4.37)$$

де:

$Р_{год}$– це годинна продуктивність печі кг/год

$В_{хл}$ - плановий вихід хліба

Потім розраховують коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури $К_{хв}$:

$$К_{хв} = \frac{G_б^{год}}{100 * 60} \quad (4.38)$$

У випадку порційного приготування напівфабрикатів коефіцієнт перерахунку обчислюють залежно від допустимої величини завантаження діжі борошном $Е_т$:

$$G_б = \frac{g_б V_д}{100} \quad (4.39)$$

де

$g_б$— кількість борошна, кг, що завантажують на 100 дм3 геометричного об'єму діжі;

$V_д$ – геометричний об'єм діжі, дм

У розрахунку виробничої рецептури для приготування напівфабрикатів у заварювальній машині коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури розраховують згідно з формулою:

$$К_{діж} = \frac{G_б}{100} \quad (4.40)$$

У розрахунку виробничої рецептури для приготування напівфабрикатів у заварювальній машині коефіцієнт $К_{зав}$ перерахунку пофазної рецептури розраховують згідно з формулою:

$$К_{зав} = \frac{Е_{нф}}{G_{нф}} \quad (4.41)$$

де

$Е_{нф}$ – кількість напівфабрикату в заварювальній машині, яку приймають на 25–30 % меншою за ємність апарату або обчислюють, виходячи з об'єму апарата для бродіння напівфабрикату та ритму його заповнення

$G_{нф}$ – маса напівфабрикату відповідно до пофазної рецептури.

Також у таблицю технологічних параметрів вносять розрахункову величину маси шматків тіста $n^{т}_{шм}$, кг, з урахуванням прийнятих технологічних затрат на упікання та усихання:

$$n^{т}_{шм} = \frac{G_{хл}*100*100}{(100-G_{уп})(100-G_{ус})} \quad (4.42)$$

Де

$G_{хл}$– маса готового виробу, кг;

$G_{уп}$– упікання, %;

$G_{ус}$– усихання, %

Розрахуємо дані для виробничої рецептури для цього розраховуємо $G^{вир}_{сир}$, кг/хв за формуло:

$$G^{вир}_{сир} = К_{хв} * G^{т}_{сир} \quad (4.43)$$

де:

$G^{m}_{сир}$ – маса сировини що дозується в тісто.

Розрахунок для хліба «Козацького»

Витрати борошна за годину при роботі однієї печі $G^{год}_{б}$ кг/год:

$$G^{год}_{б} = = \frac{334,3*100}{142,0} = 235,4 \text{ кг/год}$$

Розраховуємо коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури $К_{хв}$ для тіста:

$$К_{хв} = \frac{235,4}{100*60} = 0,0392$$

Для розрахунку виробничої рецептури коефіцієнт перерахунку перемножити на пофазну рецептуру.

Живильне середовище готують у машині ХЗ-2М-300.

Коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури Кзав для закваски (240 кг для машини ХЗМ-300):

Кзав = 240/88,5 = 2,7

Таблиця 4.18 - Виробнича рецептура приготування тіста для хліба «Козацького»

Сировина та н/ф	У закваску на одне замішування, кг	Тісто, кг/хв	На оброблення
Борошно житнє обдирне	81,0	-	-
Борошно пшеничне в/с	-	2,66	0,08
Дріжджова суспензія	-	0,11	-

Розчин солі	-	0,27	-
Закваска	-	3,64	-
Вода	40,95	-	-
Разом	121,95	6,68	0,08

Маса шматків тіста з урахуванням втрат:

$$n_{шм}^{m} = \frac{0,5*100*100}{(100-11)(100-4)} = 0,59 \text{ кг}$$

Температуру води на замішування напівфабрикатів розраховують за формулою: $t_в^{нф} = t_т + \frac{G_{нф} * c_б * (t_{нф} - t_б)}{G_в^{нф} * c_в}$ (4.45)

Де: tт – задана температура тіста, ºС;
Gб т – кількість борошна в тісті, кг;
tб – температура борошна, ºС;
cнф – теплоємність напівфабрикату,
кДж/кг·К; Gнф – кількість напівфабрикату, кг;
tнф – температура напівфабрикату на момент замішування тіста, ºС;
Gв т – кількість води, внесеної у тісто, кг.

$$t_в^{т} = 28 + \frac{30*1,257*(28-20)}{58,5*4,19} = 29,23 \text{ ºС}$$

Таблиця 4.19 - Таблиця параметрів процесу для хліба «Козацького»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Закваска	Тісто
Початкова температура	º С	27-29	28-29
Кінцева кислотність	град	10	8
Вологість	%	72	48
Тривалість бродіння	хв		60-90
Маса шматків тіста	кг		0,59
Тривалість вистоювання	хв		40-60
Температура у вистійній шафі	º С		35 ±2
Відносна вологість у вистійній шафі	%		75-85
Тривалість випікання	хв		37
Температура пекарної камери	º С		I 260-270 II 240-250 III 220-200 IV 190-180

Розрахунок для хліба «Весняний»

Опару і тісто готують порційним способом у діжах місткістю 293 дм^3

Витрати борошна за годину при роботі однієї печі $G_б^{год}$ кг/год:

$$G_б^{год} = = \frac{521,8*100}{135,0} = 386,52 \text{ кг/год}$$

Знаходимо допустиму величину завантаження діжі:

$$G_б = \frac{g_б V_д}{100} \quad (4.44)$$

Де: $g_б$ −маса борошна в тісті, кг, завантаженого на 100 дм^3 геометричного об'єму діжі; Vд – геометричний об'єм діжі, дм^3

$$G_б = \frac{35 * 293}{100} = 102{,}55кг$$

Обчислюємо коефіцієнт перерахунку:

$$К_{діж} = \frac{102{,}55}{100} = 1{,}03$$

Таблиця 4.20 - Виробнича рецептура приготування тіста для хліба «Весняного»

Сировина та н/ф	В опару, на один заміс, кг	В тісто, на один заміс, кг
Борошно пшеничне 1-й сорт	20,51	41,02
Борошно пшеничне 2- сорт	41,02	-
Дріжджова суспензія	6,2	-
Розчин солі	-	5,213
Опара	-	106,03
Вода	38,3	11,9
Разом	106,03	164,16

Маса шматків тіста з урахуванням втрат:

$n^m_{шм} = \frac{0{,}7*100*100}{(100-10)(100-4)}$ = 0,8 кг

Теплоємність напівфабрикату розраховують за формулою:

$$с_{нф} = \frac{G^{нф}_б * с_б + G^{нф}_в * с_в}{G_{нф}} \quad (4.46)$$

де: Gб нф – кількість борошна у напівфабрикаті, кг;

Gв нф – кількість води, внесеної в напівфабрикат, кг.

$$с_о = \frac{60*1{,}257+48{,}95*4{,}19}{103{,}35} = 2{,}7 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

Температуру води, для замісу тіста, tв т , ºС, розраховуємо згідно із формулою

$$t^m_в = t_т + \frac{G^m_б * с_б * (t_т - t_б)}{G^m_в * с_в} + \frac{G_{нф} * с_{нф} * (t_т - t_{нф})}{G^{нф}_в * с_в} \quad (4.47)$$

$$t^m_в = 30 + \frac{40*1{,}257*(30-20)}{11{,}6*4{,}19} + \frac{103{,}35*2{,}7*(30-28)}{37{,}5*4{,}19} = 43{,}9 \text{ ºС}$$

Таблиця 4.21 - Таблиця параметрів процесу для хліба «Весняного»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
Початкова температура	º С	26-27	29-30
Кінцева кислотність	град	5,0-5,5	4,5-5,0
Вологість	%	50	45,5
Тривалість бродіння	хв	180-240	40-60
Маса шматків тіста	кг		0,8
Тривалість вистоювання	хв		50-60
Температура у вистійній шафі	º С		35-40
Відносна вологість у вистійній шафі	%		75-80
Тривалість випікання	хв		37
Температура пекарної камери	º С		215-250

Розрахунок для булочки «Звичайна»

Тісто готують порційним способом у діжах місткістю 293 дм^3.

Витрати борошна за годину при роботі однієї печі $G_б^{год}$ кг/год:

$$G_б^{год} = = \frac{169,4 * 100}{130} = 130,3 \text{ кг/год}$$

Знаходимо допустиму величину завантаження діжі:

$$G_б = \frac{30 * 293}{100} = 87,9 \text{ кг}$$

Обчислюємо коефіцієнт перерахунку:

$$K_{діж} = \frac{87,9}{100} = 0,88$$

Таблиця 4.22 - Виробнича рецептура приготування тіста для булочки «Звичайна»

Сировина та н/ф	Тісто на 1 завантаження діжі, кг
Борошно пшеничне в/с	88
Дріжджова суспензія	10,56
Розчин солі	4,4
Розчин цукру	3,52
Вода	28,67
Маргарин столовий 825	2,64
Разом	137,79

Маса шматків тіста з урахуванням втрат:

$n_{шм}^{m} = \frac{0,1*100*100}{(100-10)(100-3)} = 0,12$ кг

Розрахуємо температуру води, для замісу тіста:

$t_в^т = 30 + \frac{100*1,257*(30-20)}{32,85*4,19} = 39,13$ ºС

Таблиця 4.23 - Таблиця параметрів процесу для булочки «Звичайна»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	º С	28-32
Кінцева кислотність	град	3,5
Вологість	%	41,2
Тривалість бродіння	хв	120-180
Маса шматків тіста	кг	0,12
Тривалість вистоювання	хв	35-45
Температура у вистійній шафі	º С	35-40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	75-85
Тривалість випікання	хв	12
Температура пекарної камери	º С	200-210

4.4 Розрахунок витрат запасів основної та додаткової сировини

Для розрахунку виробничої рецептури використовують дані про годинну продуктивність печі, нормативний вихід готового виробу та його уніфіковану рецептуру. На основі цих показників встановлюють кількість борошна, необхідну для роботи печі протягом однієї години. У разі виготовлення однакової продукції на печах різних марок розрахунок погодинних витрат борошна проводять окремо для кожної одиниці обладнання. Погодинні витрати борошна печі $G_б^{год}$ кг/год:

$$G_б^{год} = = \frac{Р_{год} * 100}{В_{хл}} \quad (4.48)$$

Добова витрата сировини $G_{сир}^{доб}$, кг/доб., складає:

$$G_{сир}^{доб} = G_б^{год} * т \quad (4.49)$$

де т - тривалість роботи печі, год (23 години).

Добова витрата кожного виду сировини визначаємо за фомулою:

$$G_{сир}^{зм} = G_б^{зм} * G_{сир} /100 \quad (4.50)$$

де:

$G_{сир}^{зм}$– витрати сировини за зміну

$G_{сир}$ = маса сировини з уніфікованої рецептури

Розраховуємо кількість товарної солі $С_{с.т.}$, кг за формулою:

$$С_{с.т.} = \frac{Сс * 100}{(100 - Wc)\frac{100-H}{100} - 0.6H} \quad (4.51)$$

де

Wc – Вологість товарної солі, % (0,25%)

Н – нерозчинні домішки, % (0,85 %)

Розрахунок для хліба «Козацького» (піч Gostol)

Розрахуємо витрати борошна за годину при роботі однієї печі $G_б^{год}$ кг/год:

$G_{бж}^{год} = = \frac{334,3 * 30}{142,0}$ = 70,62 кг/год

$G_{б\ пш1}^{год} = = \frac{334,3 * 70}{142,0}$ = 164,79 кг/год

Визначимо загальні витрати борошна:

$G_б^{год} = G_{бж}^{год} + G_{б\ пш1}^{год}$ = 70,62 + 164,79 = 235,41 кг/год

Розраховуємо кількість товарної солі $С_{с.т.}$, кг:

$С_{с.т.} = \frac{1,8 * 100}{(100-0,25)\frac{100-0,85}{100} - 0.6*0,85}$ = 1,83 кг

Розрахуємо годинні витрати для решти сировини визначимо:

$G_{сир}^{год} = \frac{G_б^{год} * G_{сир}}{100}$

$G_{држ}^{год}$= 235,41 * 0,7/100 = 1,64 кг/год

$G_{с,т}^{год}$=235,41 *1,83/100 = 4,3 кг/год

Тривалість роботи протягом доби 23 год.

Розрахуємо добові витрати сировини:

$G_{бж}^{год}$ = 70,62 *23 =1624,26 кг/доб

$G_{б\ пш1}^{год}$= 164,79 *23 = 3790,17 кг/доб

$G_{држ}^{год}$= 1,64 *23= 37,72 кг/доб

$G_{с,т}^{год}$=4,3 *23= 98,9 кг/доб

Розрахунок для хліба «Весняного» (піч Revent)

Розрахуємо витрати борошна за годину при роботі однієї печі $G_б^{год}$ кг/год:

$G_{б\ пш1}^{год} = = \frac{521,8 * 60}{135,0} = 231,91$ кг/год

$G_{б\ пш2}^{год} = = \frac{521,8 * 40}{135,0} = 154,6$ кг/год

Визначимо загальні витрати борошна

$G_б^{год} = G_{б\ пш1}^{год} + G_{б\ пш2}^{год} = 231,91 + 154,6 = 386,51$ кг/год

Розраховуємо кількість товарної солі $C_{с.т.}$, кг:

$$C_{с.т.} = \frac{1,3 * 100}{(100-0,25)\frac{100-0,85}{100} - 0.6 * 0,85} = 1,32 \text{ кг}$$

Розрахуємо годинні витрати для решти сировини:

$$G_{сир}^{год} = \frac{G_б^{год} * G_{сир}}{100}$$

$G_{држ}^{год} = 386,51 * 1,5/100 = 5,79$ кг/год

$G_{с,т}^{год} = 386,51 * 1,32/100 = 5,1$ кг/год

Тривалість роботи протягом доби 23 год.

Розрахуємо добові витрати сировини:

$G_{б\ пш1}^{год} = 231,91 * 23 = 5333,93$ кг/доб

$G_{б\ пш2}^{год} = 154,6 * 23 = 3555,8$ кг/доб

$G_{држ}^{год} = 5,79 * 23 = 133,17$ кг/доб

$G_{с,т}^{год} = 5,1 * 23 = 117,3$ кг/доб

Розрахунок для булочки «Звичайна» (піч Revent)

Розрахуємо итрати борошна за годину при роботі однієї печі $G_б^{год}$ кг/год:

$G_{б\ пвг}^{год} = = \frac{169,4 * 100}{130,0} = 130,3$ кг/год

Розраховуємо кількість товарної солі $C_{с.т.}$, кг:

$$C_{с.т.} = \frac{1,3 * 100}{(100-0,25)\frac{100-0,85}{100} - 0.6 * 0,85} = 1,32 \text{ кг}$$

Розрахуємо годинні витрати для решти сировини:

$$G_{сир}^{год} = \frac{G_б^{год} * G_{сир}}{100}$$

$G_{држ}^{год} = 130,3 * 3/100 = 3,9$ кг/год

$G_{с,т}^{год} = 130,3 * 1,32/100 = 1,72$ кг/год

$G_ц^{год} = 130,3 * 2/100 = 2,6$ кг/год

$G_м^{год} = 130,3 * 3/100 = 3,9$ кг/год

Тривалість роботи протягом доби 23 год.

Розрахуємо добові витрати сировини:

$G_{б\ пвг}^{год} = 130,3 * 23 = 2996,9$ кг/доб

$G_{држ}^{год} = 3,9 * 23 = 89,7$ кг/доб

$G_{ст}^{год} = 1,72 * 23 = 39,56$ кг/доб

$G_ц^{год} = 2,6 * 23 = 59,8$ кг/доб

$G_м^{год} = 3,9 * 23 = 89,7$ кг/доб

Таблиця 4.24 - Загальна таблиця витрати сировини за добу, кг

Назва сировини	Хліб «Козацький»	Хліб «Весняний»	Булочка «Звичайна»	Загальні витрати сировини
Борошно житнє обдирне	1624,26	-	-	1624,26
Борошно пшеничне в/с	-	-	2996,9	2996,9
Борошно пшеничне 1-й сорт	3790,17	5333,93	-	9124,1
Борошно пшеничне 2-й сорт	-	3555,8	-	3555,8
Дріжджі	37,72	133,17	89,7	260,59
Сіль	98,9	117,3	39,56	255,76
Цукор білий кристалічний	-	-	59,8	59,8
Маргарин столовий 82%	-	-	89,7	89,7

Запас сировини для виробництва розраховуємо, враховуючи норми запасу сировини на підприємстві.

Таблиця 4.25 - Добові витрати сировини на виробництві

Сировина	Добові витрати сировини, т	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання, діб	Норма запасу, діб	Необхідний запас сировини, т
Борошно житнє обдирне	1,6	Безтарний	30	5	8,2
Борошно пшеничне в/с	3	Безтарний	30	5	15
Борошно пшеничне 1-й сорт	9,1	Безтарний	30	5	45,6
Борошно пшеничне 2-й сорт	3,6	Безтарний	30	5	18
Дріжджі	0,26	Ящики	12	3	0,78
Сіль	0,26	Мішки	90	15	3,9
Цукор білий кристалічний	0,06	Мішки	90	15	0,9
Маргарин столовий 82%	0,09	Ящики	60	5	1,35

4.5. Розрахунок витрат і запасів пакувальних матеріалів

Добова потреба пакувальних матеріалів $N_{пак}$ знаходиться за формулою:

$$N_{пак} = \frac{G_д}{m} + \%_{пак} \quad (4.52)$$

$G_д$ - добова продуктивність печі, кг/доба

m – маса готового виробу, кг

$\%_{пак}$ – запас пакувальних матеріалів (5-10%)

Хліб «Козацький»

$$N_{пак} = \frac{7688,9}{0,5} + 7\% = 16454 \text{ шт}$$

Хліб «Весняний»

$$N_{пак} = \frac{12010,7}{0,7} + 7\% = 18359 \text{ шт}$$

Булочка «Звичайна»

$$N_{пак} = \frac{3896,5}{0,2} + 7\% = 20847$$

Для пакування хліба та булочок будемо використовувати вікет-пакети. Булочку «Звичайну» пакуємо по 2 штуки в один пакет.

Необхідна кількість пакувальних матеріалів визначається за обсягом готової продукції. У межах проєкту передбачено повне пакування виробленого асортименту хлібобулочних виробів.

Розрахуємо нормативний запас, передбачений на 30 діб:

Хліб «Козацький»

$N_н$ = 16454*30= 493620 шт.

Хліб «Весняний»

$N_н$ = 18359*30= 550770 шт.

Булочка «Звичайна»

$N_н$ = 20847*30=625410 шт.

5. РОЗРАХУНОК ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Раціональна організація виробничого процесу є однією з основних умов ефективного функціонування хлібопекарського підприємства. Для забезпечення безперебійної роботи виробництва необхідно завчасно спланувати переміщення сировини та матеріалів, а також дотримуватися вимог технологічного процесу.

Важливе значення має розрахунок потреби в основній і допоміжній сировині, оскільки на його основі визначають параметри складського господарства. Добова витрата сировини безпосередньо впливає на необхідну місткість складських приміщень та вибір холодильного обладнання.

Правильне визначення площ і місткості складів дозволяє створити нормативні запаси сировини, необхідні для стабільної роботи підприємства. Крім того, це сприяє ефективній організації внутрішньовиробничих потоків, забезпечує належні умови зберігання матеріалів та допомагає зберегти їх якість відповідно до чинних санітарно-гігієнічних вимог.

Розрахунок площі складу для тарного зберігання сировини

Для зберігання сировини тарним способом (сіль, дріжджі, цукор, маргарин) розраховуємо необхідну площу F_c, м^2 складу та холодильних камер за формулою:

$$F_c = \frac{G_{доб} * m_з}{q_{сер}} * \mu \quad (5.1)$$

де

$G_{доб}$ — витрати сировини за добу, т;

$m_з$ — норма запасу сировини, діб

$q_{сер}$ — середнє навантаження на 1 м², кг/м².

μ — коефіцієнт, що враховує проїзди і проходи (для іншої сировини μ = 1,5)

Розрахунок холодильної камери для зберігання дріжджів та маргарину (зберігаються в ящиках по 5-6 ярусів):

$$F_{др} = \frac{0,26 * 3}{0,54} * 1,5 = 2,17 м^2$$

$$F_м = \frac{0,09 * 5}{0,4} * 1,5 = 1,67 м^2$$

Оскільки розрахункова площа приміщення для зберігання дріжджів становить 2,17 м², а для маргарину - 1,67, то для забезпечення зручності експлуатації та відповідності будівельним вимогам прийнято площу 4 м².

Необхідну площу для зберігання тарної сировини вираховуємо за тією ж формулою:

Сіль: $F_c = \frac{0,26 * 15}{0.8} * 1,5 = 7,31 м^2$

Цукор білий кристалічний: $F_ц = \frac{0,06 * 15}{0,8} * 1,5 = 1,69 м^2$

Загальна площа складає 9 м^2.

Розрахунок площі для складу пакувальних матеріалів

Витрати поліетиленових пакетів на добу складають:

$$N_{заг} = 55660 \ шт.$$

Витрати поліетиленових пакетів на 30 добовий запас складають:

$$N_{заг} = 55660 * 30 = 1669800\ шт.$$

Розрахуємо вагу пакувальних матеріалів:

1669800 * 0,003 = 5009,4 кг

Розрахуємо площу складу для вікет пакетів:

$F_{пак}$= $\frac{5,0094}{0,4}$ * 1,5 = 18,78 м^2

Площу для зберігання пакувальних матеріалів приймаємо 20 м^2.

Розрахунок площі хлібосховища та експедиції

Під час проєктування хлібопекарського підприємства необхідно передбачити достатню площу для розміщення готової продукції, її тимчасового зберігання, пакування та підготовки до відправлення споживачам. Розміри хлібосховища та експедиції визначають з урахуванням обсягів виробництва і встановленої тривалості перебування виробів на підприємстві.

Для орієнтовного визначення площі цих приміщень приймають питомий показник 10–12 м² на кожну тонну добового випуску продукції. Такий підхід дозволяє забезпечити належні умови зберігання виробів, раціонально організувати їх переміщення та своєчасне відвантаження.

Площу хлібосховища та експедиційного відділення (S), м², розраховують

$$S = \sum S_i * P_i \qquad (5.2)$$

Де:

P_i— добова продуктивність підприємства по кожному виду продукції, т/добу; S_i — нормативна площа хлібосховища та експедиції на 1 т продуктивності підприємства.

Площа хлібосховища та експедиції становить:

S=(7,69+12,02+3,9)·11= 259,71 м^2

Розміри експедиції визначають з урахуванням обсягів продукції, що підлягає відвантаженню. Орієнтовно площа цього приміщення повинна становити п'яту частину від загальної площі, відведеної під хлібосховище та експедиційні операції.Площа експедиції становить:

$S_{екс}$= 259,71·0,2= 51,95 м^2

У складі експедиційного відділення передбачають допоміжні та службові приміщення, необхідні для забезпечення належної організації процесів зберігання та відвантаження готової продукції. Для виконання ремонтних робіт контейнерів виділяють приміщення площею 15 м², а для миття та санітарної обробки лотків і контейнерів — 55 м².

Площу службових приміщень визначають залежно від чисельності персоналу. Для працівників, які приймають замовлення від торговельних організацій, диспетчерів та комірників готової продукції передбачають по 4 м² на одну особу. Для вантажників виділяють по 6 м² на одного працівника, а для водіїв облаштовують окреме приміщення площею 18 м².

Робоче місце комірника рекомендується розташовувати поблизу ділянки комплектування замовлень із забезпеченням максимального огляду складської зони. Приміщення диспетчера доцільно розміщувати поруч із кімнатою водіїв та неподалік від місця завантаження готової продукції в автотранспорт біля вантажної рампи.

6. РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

6.1. Розрахунок місткостей для зберігання сировини

Борошно зберігаємо безтарно для цього розрахуємо кількість силосів марки за формулою шт визначаємо по формулі

Для зберігання борошна на підприємстві передбачено безтарний спосіб зберігання. З метою визначення необхідної кількості силосів обраної марки виконують відповідний розрахунок. Кількість силосів N_cшт. встановлюють за розрахунковою формулою:

$$N_c = \frac{C_б^{доб} * m_з}{V_c} \quad (6.1)$$

$C_б^{доб}$ - добові витрати борошна одного сорту, т

$m_з$ – норма запасу борошна, діб

V_c – місткість одного силосу, т.

Розрахуємо кількість силосів:

-для борошна житнього:

$$N_{ж} = \frac{1,6*5}{29} = 0,28, \text{ приймаємо 1 силос.}$$

-для борошна пшеничного вищого сорту:

$$N_{пшвг} = \frac{3*5}{29} = 0,52, \text{ приймаємо 1 силос.}$$

-для борошна пшеничного першого сорту:

$$N_{пш1} = \frac{9,1*5}{29} = 1,57, \text{ приймаємо 2 силоси.}$$

для борошна пшеничного другого сорту:

$$N_{пш2} = \frac{3,6*5}{29} = 0,62, \text{ приймаємо 1 силос.}$$

Для кожного виду борошна враховуємо 1 резервний силос.

Сумарна кількість силосів: 1+1+2+1+4 = 9 силосів ХЕ-160 А.

Об’єм баків V, м³ для зберігання сольового та цукрового розчинів визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_0^{доб} * m_з * K * 100}{c * \rho} \quad (6.2)$$

де: $C_0^{доб}$- витрати сировини за добу, т

K - коефіцієнт збільшення об’єму ємкості

$m_з$ – норма запасу, діб

ρ – густина рідини, т/м³.

с – концентрація р-ну,%

Розрахуємо необхідний об'єм ємності для добового запасу:

-сольового розчину

$$V_c = \frac{0,26*1*1,2*100}{26*1,19} = 1,01 \text{ м}^3$$

- цукрового розчину

$$V_ц = \frac{0,06*1*1,2*100}{50*1,23} = 0,12 \text{ м}^3$$

- дріжджової суспензії

$$V_{др} = \frac{0,26*1,2*100}{33*1,03} = 0,92 \text{ м}^3$$

Сольовий розчин готується в ХСР-3, цукровий розчини та дріжджова суспензія в Х-14.

- маргарин

$$V_м = \frac{0,09*1*1,1*100}{100 * 0,91} = 0,11 \text{ м}^3$$

Витратна ємність для розтопленого маргарину Х-15.

Далі розраховуємо необхідну кількість ємностей:

$$M_{міст} = \frac{V}{V_{міст}} \quad (6.3)$$

Вмістимість ємностей ХЕ-45 дорівнює 1,4 м³, та ХЕ-45 – 0,3 м³:

- сольовий розчин:

$$M_c = \frac{1,01}{1,4} = 0,72, \text{ приймаємо 1 ємність ХЕ-4}$$

-цукровоий розчин:

$$M_ц = \frac{0,12}{0,3} = 0,4, \text{ приймаємо 1 ємність ХЕ-48}$$

- дріжджева суспензія:

$$M_{др} = \frac{0,92}{1,4} = 0,66, \text{ приймаємо 1 ємність ХЕ-45}$$

Для зберігання розчинів необхідно 2 витратні ємності ХЕ-45 та одна витратна ємність ХЕ-48:

- маргарин

$$M_м = \frac{0,11}{0,3} = 0,37, \text{ приймаємо 1 ємність ХЕ-48.}$$

6.2. Розрахунок обладнання для силосно-просіювального відділення та обладнання для підготовки розчинів сировини

На даному етапі виконують підбір та розрахунок обладнання, призначеного транспортування і просіювання борошна, а також для підготовки розчинів допоміжної сировини. Від правильності вибору технологічного обладнання залежить безперервність забезпечення виробництва борошном та іншими компонентами рецептури.

При визначенні необхідної кількості обладнання враховують добові витрати борошна кожного сорту, що дозволяє обґрунтувати число борошняних ліній та забезпечити раціональну організацію роботи силосно-просіювального відділення.

Кількість борошняних ліній для певного сорту борошна $N_{б.л.}$:

$$N_{б.л.} = \frac{\sum G_{б.л.}^{год}}{Q_{б.л.}^{год}} \quad (6.4)$$

$G_{б.л.}^{год}$.- годинні витрати борошна одного сорту на хлібозаводі, т/год

$Q_{б.л.}^{год}$- годинна продуктивність борошняної лінії, т/год., яку підбирають залежно від продуктивності просіювача і приймають на 5-10 % меншою за його продуктивність

-житнє обдирне:

$$N_{б.л.ж.} = \frac{0,07}{1,5*0,9} = 0,05, \text{ приймаємо 1шт}$$

-для борошна пшеничного вищого сорту:

$$N_{б.л.пш} = \frac{0,13}{1,5*0,9} = 0,1, \text{ приймаємо 1 шт}$$

-для борошна пшеничного першого сорту:

$$N_{б.л.пш1}.= \frac{0,165+0,232}{1,5*0,9} = 0,29,\ \text{приймаємо 1 шт}$$

-для борошна пшеничного другого сорту:

$$N_{б.л.пш2}.= \frac{0,155}{1,5*0,9} = 0,12,\ \text{приймаємо 1 шт}$$

Для виробництва даного асортименту розрахунково визначено 4 борошняні лінії з просіювачем – Ш2-ХМВ.

Формула для розрахунку об'єму виробничих силосів:

$$V_c = \frac{G_б^{год} * \text{t}}{\text{ρб}} \quad (6.5)$$

$G_б^{год}$-годинні витрати борошна для приготування напівфабрикату, кг/год.;

t – запас борошна у силосі, год.;

ρб — об'ємна маса борошна, кг/м3 ; ρб = 650 кг/м^3

Хліб «Козацький»

Розрахуємо витрати борошна за годину при роботі однієї печі $G_б^{год}$ кг/год:

$G_{бж}^{год} = = \frac{334,3 *30}{142} = 70,62$ кг/год

$G_{б\ пш1}^{год} = = \frac{334,3 *70}{142} = 164,79$ кг/год

Все житнє борошно йде на приготування закваски, все пшеничне додаємо у тісто.

Розраховуємо об'єм виробничих силосів:

-для приготування закваски – для житнього борошна:

$$V_c = \frac{0,07 * 8}{0,65} = 0,86\ м^3$$

N= 0,86/2,73= 0,32, приймаємо 1 - ХЕ-112 місткістю 2,73 м^3;

-для приготування тіста – для борошна пшеничного вищого сорту:

$$V_c = \frac{0,164 * 8}{0,65} = 2,02\ м^3$$

N= 2,02/2,73= 0,74, приймаємо 1 - ХЕ-112 місткістю 2,73 м^3.

Хліб «Весняний»

$G_{б\ пш1}^{год} = = \frac{521,8 *60}{135,0} = 231,91$ кг/год

$G_{б\ пш2}^{год} = = \frac{521,8 *40}{135,0} = 154,6$ кг/год

Розраховуємо об'єм виробничих силосів:

-для приготування опари:

$$V_{спш1} = \frac{0,232 * 8}{0,65} = 2,85\ м^3$$

$$V_{спш2} = \frac{0,155 * 8}{0,65} = 1,9\ м^3$$

N= 2,85/2,73= 1,04

N= 1,9/2,73= 0,7

Приймаємо 3 - ХЕ-112 місткістю 2,73 м^3

-для приготування тіста - для борошна пшеничного першого сорту(6.2.2)

$$V_{спш1} = \frac{0,232 * 8}{0,65} = 2,85\ м^3$$

N= 2,85/2,73= 1,04

Приймаємо 2 - ХЕ-112 місткістю 2,73 м^3

Булочка «Звичайна»

$$G_{б}^{год} = = \frac{169,4 * 100}{130} = 130,3 \text{ кг/год}$$

Розраховуємо об'єм виробничих силосів:

для пшеничного борошна вищого сорту на приготування тіста

$$V_c = \frac{0,13 * 8}{0,65} = 1,6 \text{ м}^3$$

N= 1,6/2,73= 0,6, приймаємо 1 - ХЕ-112 місткістю 2,73 м^3.

Загалом 8 ємностей ХЕ-112.

6.3.Розрахунок обладнання відділення рідких напівфабрикатів

Хліб «Козацький»

По технологічній схемі закваску готують у заварювальній машині ХЗМ-300.

Об'єм заварювальної машини чи місткості для приготування напівфабрикатів:

$$V_{зак} = \frac{60 * G_{зав}^{хв} * t_{зак} * K_o * K_{п.п}}{\rho} \quad (6.6)$$

$G_{зав}^{хв}$ – хвилинні витрати закваски, кг;

tзак— тривалість бродіння закваски, год;

K_o— коефіцієнт збільшення об'єму;

$K_{п.п}$ — коефіцієнт, який враховує наявність напівфабрикату попереднього приготування;

ρ — густина закваски, кг/дм³

$$V_{зак} = \frac{60 * 3,64 * 3 * 1,5 * 2}{1,05} = 1872 \text{ дм}^3$$

Найбільш оптимальний варіант вибору чанів: ХЕ-46 об'ємом 1000 дм³, бо:

$$N = Vзак / V \quad (6.7)$$

$$N = 1872 / 1000 = 1,9$$

Отже нам необхідно 2 установки : ХЕ-46.

Масу закваски в одному чані розраховуємо на основі хвилинних витрат, тривалості бродіння та прийнятої кількості чанів:

$$G_{зак}^{1} = = \frac{60 * G_{зав}^{хв} * t_{бр}}{N} \quad (6.8)$$

$$G_{зак}^{1} = = \frac{60 * 3,64 * 3}{2,0} = 327,6 \text{ кг}$$

Розрахуємо час заповнення чану:

$$R = 60 * t_{бр} / N \quad (6.9)$$

$$R = 60 * 3 / 2 = 90 \text{хв}$$

Визначаємо потрібну кількість замішувань:

$$N = \frac{G_{зак}^{1}}{V_{роб} * \rho} \quad (6.10)$$

$$Nзам = \frac{327,6}{225 * 1,05} = 1,4$$

Загальний ритм замішування визначають за формулою:

$$Rзам = R / Nзам \quad (6.11)$$

$$Rзам = 90 / 2 = 45 \text{хв}$$

Отриманий ритм не менше допустимого (20хв), тому встановлюємо одну машину ХЗМ-300 та два чани ХЕ–46.

6.4. Розрахунок обладнання для замішування і бродіння густих напівфабрикатів

Хліб «Козацький»

Для приготування тіста використовуємо тістомісильну машину безперервної дії Х-12Д. Дозрівання тіста відбувається у спеціальних ємностях для бродіння.

Продуктивність машини P, кг/хв:

$$P_м = g_{нф} * K_з \quad (6.12)$$

$g_{нф}$ - маса напівфабрикату (тіста), що замішується протягом 1 хв, кг (беруть із таблиці виробничої рецептури);

Кз – коефіцієнт, який враховує можливі зупинки машини для регулювання та очищення (Кз = 1,06…1,08)

$$P_м = 6{,}68 * 1{,}07 = 7{,}15 \text{ кг/хв}$$

Кількість тістомісильних машин Nт.м., шт.:

$$N_{т.м.} = P_м / P \quad (6.13)$$

Де

$P -$ продуктивність тістомісильної машини згідно технічної характеристики, кг/хв

$$N_{т.м.} = 7{,}15 / 15 = 0{,}48 \text{ шт}$$

Необхідно – 1 тістомісильна машина Х-12Д

Об'єм місткості для бродіння тіста Vт, дм³, розраховують за формулою:

$$V = G_б^{хв} \times \tau \times 100 / q \quad (6.14)$$

Де

$G_б^{хв}\times$ хвилинні витрати борошна на приготування тіста, кг/хв;

τ – тривалість бродіння тіста, хв;

q – норма завантаження борошна на тісто, кг на 100 дм3 об'єму корита

$$V = 2{,}66 \times 90 \times 100 / 35 = 684 \text{ дм}^3, \text{ приймаємо за } 0{,}7 \text{ м}^3$$

Хліб «Весняний»

Велику густу опару готуємо порційним способом та тісто в тістомісильній машині Topos об'ємом діжі V=293 дм³.

Розрахуємо продуктивність:

$$P_м = 60 * g_{нф} / (\tau зам + \tau доп) \quad (6.15)$$

де: gнф – маса напівфабрикат, замішуваного в діжі, кг;

τзам – тривалість замішування, хв;

τдоп – тривалість допоміжних операцій, хв (1…3 хв)

$$P_{оп} = 60*110{,}04/(7+2) = 733{,}6 \text{ кг/год}$$

$$P_т = 60*168{,}72/(10+2) = 843{,}6 \text{ кг/год}$$

Кількість діж і ритм замішування напівфабрикатів розраховують, виходячи з витрат борошна за годину для замішування напівфабрикатів.

Максимальна маса, що може бути завантажена у діжу $G_б^д$, кг, за формулою:

$$G_б^д = Vд * q/100 \quad (6.16)$$

Де: Vд – об'єм діжі, дм³;

q – норма завантаження борошна на 100 дм³ об'єму діжі, кг

$$G_б^{до} = 293 * 23/100 = 67{,}39 \text{ кг}$$

$$G_б^{дт} = 293 * 30/100 = 87,9 \text{ кг}$$

Кількість діж Дгод, шт., для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$\text{Дгод} = \frac{G_{год}^{б}}{G_б^{д}} \quad (6.17)$$

де $G_{год}^{б}$– годинні витрати борошна на приготування напівфабрикату (до них входять і годинні витрати борошна на приготування опари чи закваски), кг/год

$$\text{Дгодо} = \frac{231,91}{67,39} = 3,44 \text{ шт}$$

$$\text{Дгодт} = \frac{386,51}{87,9} = 4,4 \text{ шт}$$

Ритм замішування напівфабрикату, r, хв, розраховуємо згідно із формулою:

$$r = \frac{60}{\text{Дгод}} \quad (6.18)$$

$$ro = \frac{60}{3,44} = 17,44 \text{ хв}$$

$$rт = \frac{60}{4,4} = 13,7 \text{ хв}$$

Максимально допустимі ритми приготування опари – 60 хв, тіста – 30 хв. Розрахований ритм замісу опари та тіста не перевищує максимально допустимий ритм замішування. Отже приймаємо 8 діж об'ємом V=293 дм3.

Кількість діж розраховують, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів.

Зайнятість діж τд, хв, обчислюють за формулою,

$$\tau д = \tau зам + \tau бр + \tau дод \quad (6.19)$$

Де: τзам – тривалість замішування напівфабрикату (опари, закваски чи тіста), хв;

τбр – тривалість бродіння напівфабрикату (опари, закваски чи тіста), хв;

τдод – тривалість додаткових операцій (завантаження, вивантаження тощо), хв (τдод = 5…10).

$$\tau до = 7 + 180 + 5 = 185 \text{ хв}$$

$$\tau до = 10 + 40 + 10 = 60 \text{ хв}$$

Необхідну кількість діж для замішування та бродіння напівфабрикатів, шт., розраховуємо згідно із формулою:

$$Д_{нф} = \frac{\tau_д^{нф}}{r} \quad (6.20)$$

$$Д_о = \frac{185}{17,44} = 10,6 \text{ шт}$$

$$Д_т = \frac{60}{13,7} = 4,38 \text{ шт}$$

Приймаємо 16 діж.

Зайнятість тістомісильної машини для приготування напівфабрикатів, $^{\tau нф}_{тм.м.}$, хв, розраховуємо згідно із формулою:

$$\tau^{нф}_{тм.м.} = \tau_{зам} + \tau_{обм} + \tau_{зач} \quad (6.21)$$

Де: τзам – тривалість замішування напівфабрикату, хв; τобм – тривалість обминання, хв (τобм = 2–4);

τзач – тривалість зачищення, хв (τзач = 1–3).

$$\tau^{о}_{тм.м.} = 7 + 3 + 2 = 12 \text{ хв}$$

$$\tau_{тм.м.} = 10 + 3 + 2 = 15 \text{ хв}$$

Кількість тістомісильних машин, Nтм.м, шт., для замішування кожного виду напівфабрикатів, розраховуємо згідно із формулою:

$$N_{тмм} = \frac{\tau^{нф}_{тм.м}}{r} \quad (6.22)$$

$$N_{тммО} = \frac{12}{17,44} = 0,69 \text{ шт}$$

$$N_{тммТ} = \frac{15}{13,7} = 1,09 \text{ шт}$$

За результатами розрахунків для приготування та бродіння опари та тіста під час виробництва хліба «Весняний» прийнято дві тістомісильні машини періодичної Topos та 16 діж об'ємом 293 дм³.

Булочка «Звичайна»

Готуємо тісто порційним способом тістомісильні машини періодичної дії Topos, V=293 дм³.

Максимальна маса борошна у діжі:

$$G_б^д = 23*293/100 = 67,39 \text{ кг}$$

Розрахуємо кількість діж за годину:

$$Дгод = 117,38/67,39 = 1,74 \text{ шт}$$

Розрахуємо ритм замішування:

$$r = 60/1,74 = 34,5 \text{ хв}$$

Ритм замішування тіста перевищує допустимий 30 хв.

Ритм зайнятість діж τд, хв:

$$\tau д = 7+90+5 = 102 \text{ хв}$$

Необхідну кількість діж для замішування та бродіння напівфабрикатів, шт., розраховуємо згідно із формулою:

$$Д_m = \frac{102}{34,5} = 2,96 \text{ шт, приймаємо 3 діжі.}$$

Зайнятість тістомісильної машини для приготування напівфабрикатів, $^{тнф}_{тм.м.}$, хв:

$$\tau^{о}_{тм.м.} = 7 + 3 + 2 = 12 \text{ хв}$$

Кількість тістомісильних машин, шт., для замішування кожного виду напівфабрикатів, розраховуємо згідно із формулою:

$$N_{тмм} = \frac{12}{34,5} = 0,35, \text{ приймаємо 1 шт.}$$

За результатами розрахунків для приготування та бродіння тіста під час виробництва булочки «Звичайна» прийнято 1 тістомісильну машину періодичної Topos та 3 діжі об'ємом 293 дм³.

6.5. Розрахунок обладнання для оброблення напівфабрикатів.

Розрахунок обладнання для поділу тіста

Кількість тістоподільних машин для хліба N, шт., розраховують за формулою:

$$N = Ргод* К /60*g* n_д \quad (6.23)$$

де Ргод – годинна продуктивність печі, кг/год;

g – маса виробу, кг.

К – коефіцієнт запасу, який враховує зупинку тістоподільника і відбраковування шматків (К = 1,04…1,05);

$n_д$ — продуктивність тістоподільника за технічною характеристикою, шматків за хвилину

Хліб «Козацький»

Кількість тістоподільних машин N, шт.:

N = 334,3*1,05/60*0,5*24=0,49, приймаємо 1 тістодільник Gostol SOCA.

Хліб «Весняний»

Кількість тістоподільних машин N, шт.:

N = 521,8*1,04/60*0,7*42=0,31, приймаємо 1 тістодільник Glimek SD-180

Булочка «Звичайна»

Кількість тістоподільних машин N, шт. :

N = 169,4*1,05/60*0,1*50=0,59, приймаємо 1 тістодільник Glimek SD-180.

Розрахунок шаф остаточного вистоювання тістових заготовок

Попереднє висоювання тістових заготовок проводять для хліба Весняного.

Необхідну місткість шафи попереднього вистоювання визначають за кількістю тістових заготовок, що проходять стадію вистоювання. На підставі кількості заготовок на одній колисці розраховують загальну кількість колисок і відповідно до отриманих даних обирають шафу.

Кількість шматків за час вистоювання розраховують:

$$p_{ш}^{пв} = \frac{P_{год} * t_{вис}}{g_{в} * 60} \quad (6.24)$$

Де; Ргод – годинна продуктивність печі, кг/год.;

tвис – тривалість попереднього вистоювання;

g — маса виробів, кг;

$$p_{ш}^{пв} = \frac{521,8 * 10}{0,7 * 60} = 124,24 \text{ шт}$$

Кількість робочих колисок розраховують за формулою:

$$П_{кол}^{пв} = \frac{p_{ш}^{пв}}{n_{k}} \quad (6.25)$$

$$П_{кол}^{пв} = \frac{124.24}{6} = 20,7 \text{ шт}$$

Приймаємо камеру попереднього вистоювання Glimek IPP.

Розрахунок шаф остаточного вистоювання тістових заготовок

Остаточне вистоювання відбувається у вистійних шафах. Місткість вистійної шафи Рш, у шматках тіста, розраховують за формулою:

$$р_{ш} = \frac{P_{год} * t_{вис}}{g_{в} * 60} \quad (6.26)$$

Де: Ргод — годинна продуктивність печі, кг/год.;

tвис – тривалість вистоювання, хв.; в

g — маса виробів, кг.

Необхідна кількість робочих колисок у вистійній шафі, Nроб , шт., обчислюють за формулою:

$$Nроб = Рш / nк \quad (6.27)$$

де nк – кількість тістових заготовок на одній полиці (або колисці), шт.;

Хліб «Козацький»

Кількість шматків за час вистоювання становить:

$$р_{ш} = \frac{334,3 * 40}{0,5 * 60} = 445,7 \text{ шт}$$

Необхідна кількість робочих колисок у вистійній шафі, Nроб , шт.:

$$Nроб = 445,7 / 8 = 55,71 \text{ шт}$$

Приймаємо 56 робочих колисок вистійної шафи Gostol.

Хліб «Весняний»

Кількість шматків за час вистоювання становить:

$$p_ш = \frac{521,8*50}{0,7*60} = 621,2 \text{ шт}$$

Необхідна кількість робочих колисок у вистійній шафі, Nроб , шт.:

$$Nроб = 621,2 / 6 = 103,5 \text{ шт}$$

Приймаємо 104 робочих колисок вистійної шафи Gostol.

Булочка «Звичайна»

Для виробництва булочки «Звичайна» розраховують число тістових заготовок, які знаходяться у шафі протягом періоду вистоювання. На основі отриманого результату обирають шафу для вистоювання відповідної продуктивності та місткості.

Кількість шматків за час вистоювання становить:

$$p_ш = \frac{169,4*40}{0,1*60} = 1129,3 \text{ шт}$$

Необхідну кількість вагонеток для остаточного вистоювання тістових заготовок у шафних камерах для вистоювання, Nваг , шт, розраховуємо згідно із формулою:

$$N_{ваг} = \frac{P_ш}{n_n * n_{n\,ваг}} \quad (6.28)$$

$$N_{ваг} = \frac{1129,3}{24*20} = 2,35, \text{ приймаємо 3 вагонетки під вистійну шафу Ревент}$$

6.6. Розрахунок обладнання для пакування готової продукції

Обчислюють кількість одиниць продукції $N_{шт}$ за час її перебування:

$$N_{шт} = \frac{G_{хл}}{g} \quad (6.29)$$

де g – маса одного виробу, кг.

Кількість пакувальних машин $N_{маш}$ шт., розраховують за формулою:

$$N_{маш} = \frac{N_{шт}}{N_{пак}} \quad (6.30)$$

$N_{шт}$ – обсяг продукції, що підлягає пакуванню, шт./год.

$N_{пак}$. – продуктивність пакувальної машини, шт./год

Хліб «Козацький»

Маса хліба $G_{хл}$,кг, і за час охолодження в ньому продукції:

$$G_{хл} = 334,3 * 3 = 1002,9 \text{ кг}$$

Кількість одиниць продукції $N_{шт}$ за час її перебування:

$$N_{шт} = \frac{1002,9}{0,5} = 2005,8 \text{ шт/год}$$

Кількість пакувальних машин $N_{маш}$ шт.:

$$N_{маш} = 2005,8/3600 = 0,55$$

Встановлюємо одну пакувальну машину марки AMF Mark 75.

Хліб «Весняний»

Маса хліба $G_{хл}$,кг, і за час охолодження в ньому продукції:

$$G_{хл} = 521,8 * 3 = 1565,4 \text{ кг}$$

Кількість одиниць продукції $N_{шт}$ за час її перебування:

$$N_{шт} = 1565,4/0,7 = 2236,3 \text{ шт/год}$$

Кількість пакувальних машин $N_{маш}$ шт.:

$N_{маш} = 2236{,}3/3600 = 0{,}62$

Встановлюємо одну пакувальну машину марки AMF Mark 75.

Булочка «Звичайна»

Маса хліба $G_{хл}$,кг, і за час охолодження в ньому продукції:

$G_{хл} = 169{,}4 * 3 = 508{,}2$ кг

Кількість одиниць продукції $N_{шт}$ за час її перебування:

$N_{шт}$ 508,2/0,1 = 5082,0 шт/год

Кількість пакувальних машин $N_{маш}$ шт.:

$N_{маш} = 5082/3600 = 1{,}41$

Встановлюємо дві пакувальні машини марки AMF Mark 75.

6.7. Розрахунок тара-обладнання

Готові хлібобулочні вироби зберігають і транспортують за допомогою спеціальних контейнерів, які забезпечують зручність вантажно-розвантажувальних робіт та захист продукції від механічних пошкоджень. Таке обладнання дозволяє доставляти вироби безпосередньо до торговельних об'єктів і використовувати їх для продажу продукції покупцям. Зазвичай використовують контейнери на 8 поличок.

Кількість лотків на годину для зберігання одного виду виробів $N_л^{год}$ шт., розраховують за формулою:

$$N_л^{год} = \frac{P_{год}}{n * g_в} \quad (6.31)$$

Де:

$P_{год}$ - продуктивність печі кг/год

n - кількість виробів на одному лотку

$g_в$- маса одного виробу кг

Кількість вагонеток (контейнерів) за годину для зберігання одного виду виробів $N_{год}$ наведено в формулі:

$$N_{год} = \frac{N_л^{год}}{N_л} \quad (6.32)$$

Де

$N_л$ - кількість лотків в контейнері, шт

Далі визначаємо ритм заповнення вагонеток, R, хв:

$$R = \frac{60}{N_{год}} \quad (6.33)$$

Необхідна кількість вагонеток на термін зберігання одного сорту виробів N_i шт:

$$N_i = \frac{P_{год} * \tau}{n * g_в * N_л} \quad (6.34)$$

Де

τ - приймають відповідно до графіка виробництва виробів та з врахуванням перерви у вивезенні їх до торгівельної мережі з 20 год. до 4 год. ранку, тобто протягом 8 год

Загальна кількість вагонеток у хлібосховищі:

$$N_{заг} = N_1 + N_2 + \ldots + N_n \sum \frac{P_{год} * \tau}{n * g_в * N_л} \quad (6.35)$$

До загальної розрахункової кількості вагонеток (контейнерів) додають 15% контейнерів, що знаходяться на санітарній обробці та в експедиції.

Хліб «Козацький»

Кількість лотків на годину для зберігання одного виду виробів $N_л^{год}$ шт.:

$$N_л^{год} = \frac{334,3}{15*0,5} = 45 \text{ шт}$$

Кількість вагонеток (контейнерів) за годину для зберігання одного виду виробів $N_{год}$:

$$N_{год} = \frac{45}{10} = 5 \text{ шт}$$

Далі визначимо ритм заповнення вагонеток (контейнерів), R, хв:

$$R = \frac{60}{5} = 12 \text{ хв}$$

Необхідна кількість вагонеток (контейнерів) на термін зберігання одного сорту виробів N_i:

$$N_1 = \frac{334,3 *8}{15 * 0,5*10} = 36 \text{ шт}$$

Хліб «Весняний»

Кількість лотків на годину для зберігання одного виду виробів $N_л^{год}$ шт., :

$$N_л^{год} = \frac{521,8}{13*0,7} = 58 \text{ шт}$$

Кількість вагонеток (контейнерів) за годину для зберігання одного виду виробів $N_{год}$:

$$N_{год} = \frac{58}{10} = 6 \text{ шт}$$

Далі визначимо ритм заповнення вагонеток (контейнерів), R, хв:

$$R = \frac{60}{6} = 10 \text{ хв}$$

Необхідна кількість вагонеток (контейнерів) на термін зберігання одного сорту виробів N_i шт:

$$N_1 = \frac{521,8 *8}{13 * 0,7*10} = 46 \text{ шт}$$

Булочка «Звичайна»

Кількість лотків на годину для зберігання одного виду виробів $N_л^{год}$ шт.:

$$N_л^{год} = \frac{169,4}{30*0,1} = 57 \text{ шт}$$

Кількість вагонеток (контейнерів) за годину для зберігання одного виду виробів $N_{год}$:

$$N_{год} = \frac{57}{10} = 6 \text{ шт}$$

Далі визначимо ритм заповнення вагонеток (контейнерів), R, хв:

$$R = \frac{60}{6} = 10 \text{ хв}$$

Необхідна кількість вагонеток (контейнерів) на термін зберігання одного сорту виробів N_i шт:

$$N_1 = \frac{169,4*8}{30 * 0,1*10} = 46\text{шт}$$

Загальну кількість вагонеток у хлібосховищі, Nзаг, шт, розраховуємо згідно із формулою:

$$N\text{заг} = N1 + N2 + \cdots + Nn \quad (6.36)$$

Де: $N1$, $N2$, Nn – кількість вагонеток для кожного виробу, шт:

$$N\text{заг} = 36 + 46 + 46 = 128 \text{ шт.}$$

До загальної розрахункової кількості вагонеток (контейнерів) додають 15% контейнерів, що знаходяться на санітарній обробці та в експедиції:

Nзаг = 128+20=148 шт.

6.8. Специфікація основного технологічного обладнання

У таблиці представлено основне технологічне обладнання виробничого відділення із зазначенням його марок, кількості одиниць та найважливіших технічних характеристик, необхідних для забезпечення запланованої виробничої потужності.

Таблиця 6.1 - Специфікація основного технологічного обладнання.

№	Найменування обладнання	Кількість	Тип або марка	Технічна характеристика
1	Силос	9	ХЕ-160А	Робочий об’єм 30 т
2	Просіювач борошна	4	Ш2-ХМВ	Продуктивність 1500 кг/год
3	Бункер виробничий для борошна	8	ХЕ-112	Місткість 2,73 м^3
4	Цукромішалка, дріжджомішалка	4	Х-14	Місткість 340 дм^3
5	Жиророзчинник	1	Х-15	Місткість 340 дм^3
6	Солерозчинник	2	ХСР-3	Місткість 560 м^3
7	Виробничий бункер	2	ХЕ-112	Місткість 2,73 м^3
8	Ємності для розчинів	2	ХЕ-45 ХЕ-48	Місткість 1,4 м^3 Місткість 0,3 м^3
9	Заварювальна машина	1	ХЗМ-300	Номінальний об’єм 300 дм^3
10	Чан для бродіння закваски	2	ХЕ-46	Місткість 1000 дм^3
11	Діжі для бродіння та замішуваняя	19	Topos	Номінальний об’єм 293 дм^3
12	Тістомісильна машина	2	Topos Т-180	Номінальний об’єм 293 дм^3 Продуктивність до 900–1080 кг тіста/год
		1	Х-12Д	Номінальний об’єм 1000 дм^3 Продуктивність 2000–2500 кг тіста/год
13	Тістоподільник	1	Gostol SOCA	Продуктивність 50 заготовок/хв

			MP.01	
		2	Glimek SD-180	Продуктивність 50 заготовок/хв
14	Шафа попереднього вистоювання	1	Glimek IPP	Кількість робочих колисок — 21 шт
15	Шафа вистоювальна	2	Gostol	Кількість робочих колисок — 56 шт та 104 шт
		1	Revent	Кількість робочих вагонеток 3
16	Посадчик тістових заготовок	2	Glimek DPS	Продуктивність 75 заготовок/хв
17	Піч	1	Гостол	Площа поду 25 м^2
		1	Revent	Площа поду 25 м^2
		1	Revent	3 вагонетки
18	Пакувальна машина	4	AMF Mark 75	Продуктивність — 3600 шт/год
19	Транспортні контейнери (візки)	148	КХ-1	Кількість лотків в контейнері – 10

7. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ У ВИРОБНИЦТВІ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ISO 9000 ТА HACCP

Забезпечення якості та безпечності хлібобулочних виробів є одним із головних завдань проєктованого хлібозаводу. Для випуску продукції, що відповідає вимогам нормативної документації та очікуванням споживачів, на підприємстві передбачається впровадження систем управління безпечністю харчових продуктів HACCP та управління якістю відповідно до принципів ISO 9000.

Застосування зазначених систем дозволяє здійснювати контроль виробничих процесів на всіх етапах — від приймання сировини до реалізації готової продукції, забезпечуючи стабільну якість, безпечність виробів та ефективне функціонування підприємства.

7.1 Основи системи управління безпечністю харчової продукції HACCP.

Система HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) є сучасним підходом до управління безпечністю харчових продуктів, який базується на виявленні, аналізі та контролі потенційно небезпечних факторів на всіх етапах виробництва. Основною метою системи є попередження виникнення ризиків, що можуть негативно впливати на безпечність продукції та здоров'я споживачів.

Функціонування системи HACCP ґрунтується на семи основних принципах: аналізі небезпечних факторів, визначенні критичних контрольних точок, встановленні критичних меж, здійсненні моніторингу, розробленні коригувальних заходів, перевірці ефективності функціонування системи та веденні документації.

Для хлібопекарського виробництва найбільш характерними є біологічні, хімічні та фізичні небезпечні чинники. До біологічних належать патогенні мікроорганізми та плісняві гриби, до хімічних — залишки мийних і дезінфекційних засобів, сторонні домішки в сировині, а до фізичних — металеві частинки, уламки скла та інші сторонні предмети. Своєчасне виявлення та контроль таких факторів дозволяє забезпечити випуск безпечної продукції.

На проєктованому хлібозаводі система HACCP впроваджується для виробництва хліба «Козацький», хліба «Весняний» та булочки «Звичайна». Ефективне функціонування системи забезпечується впровадженням програм-передумов, які створюють належні санітарно-гігієнічні умови виробництва та мінімізують ризик виникнення небезпечних чинників.

Під час виробництва продукції особлива увага приділяється контролю критичних етапів технологічного процесу. До них належать приймання сировини, підготовка води, приготування напівфабрикатів, випікання та пакування готової продукції. Контроль зазначених операцій забезпечує своєчасне виявлення відхилень від установлених режимів та запобігає випуску продукції, що не відповідає вимогам безпечності.

Функціонування системи HACCP супроводжується веденням відповідної документації, яка містить результати моніторингу критичних контрольних точок, записи про виконання коригувальних заходів, результати внутрішніх перевірок та інші документи, необхідні для підтвердження ефективності системи управління безпечністю харчових продуктів.

Таблиця 7.1 – Загальні програми-передумови HACCP

Назва програми-передумови	Мета впровадження	Тип небезпечного чинника	Застосовувані процедури
Належне планування виробничих приміщень	Запобігання перехресному забрудненню продукції	Біологічний, фізичний	Раціональне розміщення обладнання, розділення потоків
Контроль якості води	Забезпечення безпечності води	Біологічний, хімічний	Лабораторний контроль якості води
Санітарна обробка приміщень та обладнання	Підтримання санітарного стану	Біологічний	Миття та дезінфекція
Особиста гігієна персоналу	Запобігання забрудненню продукції	Біологічний	Медогляди, санітарний одяг
Контроль шкідників	Захист від гризунів та комах	Біологічний	Дератизація та дезінсекція
Контроль сировини та допоміжних матеріалів	Недопущення неякісної сировини	Біологічний, хімічний, фізичний	Вхідний контроль
Контроль пакування і зберігання продукції	Збереження якості виробів	Біологічний, фізичний	Контроль умов пакування та зберігання

7.2. Основи системи управління якістю. Технохімічний контроль виробництва та метрологічне забезпечення

Стабільна якість хлібобулочних виробів забезпечується шляхом впровадження системи управління якістю відповідно до принципів ISO 9000, яка передбачає процесний підхід до організації виробництва, постійний контроль технологічних процесів та документування результатів виробничої діяльності. Основною метою системи є випуск продукції, що відповідає встановленим вимогам нормативної документації та очікуванням споживачів.

На проєктованому хлібозаводі контроль якості здійснюється на всіх стадіях виробництва — від приймання сировини до відвантаження готової продукції. Для цього передбачено функціонування виробничої лабораторії, яка проводить вхідний, оперативний та приймальний контроль.

Вхідний контроль здійснюється під час надходження борошна, дріжджів, солі, цукру, маргарину та інших видів сировини. Перевіряється відповідність органолептичних, фізико-хімічних та технологічних показників вимогам нормативної документації, а також наявність супровідних документів, що підтверджують якість та безпечність сировини.

Оперативний контроль проводиться безпосередньо під час виробництва і включає спостереження за дотриманням установлених технологічних режимів. Контролюються параметри напівфабрикатів, температура, вологість, тривалість окремих технологічних операцій, кислотність та інші показники, які впливають на якість готової продукції.

Приймальний контроль здійснюється після завершення виробничого процесу.

При цьому оцінюються органолептичні та фізико-хімічні показники хліба «Козацький», хліба «Весняний» та булочки «Звичайна», а також відповідність виробів вимогам нормативної документації.

Важливою складовою системи контролю є метрологічне забезпечення виробництва. Воно спрямоване на підтримання необхідної точності вимірювань та достовірності результатів контролю. Для цього на підприємстві використовуються повірені засоби вимірювальної техніки, а всі контрольно-вимірювальні прилади проходять своєчасну перевірку, калібрування та технічне обслуговування.

Перелік контрольованих показників технологічного процесу та засобів метрологічного забезпечення наведено у відповідних таблицях даного розділу.

Таблиця 7.2 – Перелік місць контролю технологічного процесу

Стадія технологічного процесу	Об'єкт контролю	Параметр, що контролюється	Періодичність і метод контролю	Методи контролю	Відповідальна особа
1. Сировина					
Борошно житнє та пшеничне	Склад сировини	Колір, запах, смак, хрусткість, зольність, вологість, кислотність, крупність , металомагнітні домішки зараженість шкідниками, к-ть клейковини, розтяжність, еластичність, автолітична активність, газоутворююча здатність, число падіння	Кожна партія	Органолептичний аналіз, лабораторні методи	Інженер-технолог
Дріжджі пресовані	Склад сировини	Зовнішній вигляд, колір, смак, запах, консистенція ,вологість, кислотність, підйомна сила	Кожна партія	Органолептично, лабораторний аналіз	Лаборант
Сіль кухонна	Склад сировини	Зовнішній вигляд, колір, смак, запах, м.ч.в., чистота розчину	Кожна партія	Органолептично, висушування,	Лаборант

				розчинення у воді	
Цукор	Склад сировини	Колір, смак, запах, зовнішній вигляд, чистота розчину, масова частка СР, металомагнітні домішки	Кожна партія	Органолептично, висушування лабораторний контроль	Лаборант
Маргарин	Склад сировини	Консистенція, запах, смак	Кожна партія	Органолептично	Лаборант
Вода	Водопідготовка	Прозорість, запах, колір, смак, жорсткість	Згідно графіка контролю	Органолептично, лабораторний аналіз	Лаборант
2. Напівфабрикати					
Розчини	Проба з обладнання	Густина розчину	2–3 рази за зміну	Ареометричний метод	Лаборант
Рідка закваска	Ємність для закваски	Вологість, кислотність, температура	Щозміни	Титрування, вимірювання температури	Змінний технолог
Густа опара	Діжа	Кислотність, температура, підйом, м.ч.в	Замішування, кінець бродіння	Титрування, термометрія	Змінний технолог
Тісто	Тістоміси льна машина, діжа	Вологість, температура, консистенція, еластичність	Перед поділом тіста	Органолептичний та лабораторний контроль	Змінний технолог
3. Технологічний процес					
Поділ тіста	Тістоподільник	Маса тістових заготовок	2–3 рази за зміну	Зважування 10 заготовок	Технолог, оператор
Округлення та формування	Тістообробне обладнання	Якість формування виробів	2–3 рази за зміну	Візуальний контроль	Технолог

Вистоювання	Вистійна шафа	Температура, відносна вологість, тривалість вистоювання	1 раз за зміну	Термометр, психрометр, годинник	Оператор лінії
Випікання	Печі Gostol, Г4-РПА-12, Revent	Температура пекарної камери, тривалість випікання	Постійно	Контроль показників приладів	Технолог, оператор печі
Охолодження	Охолоджувальна зона	Температура виробів	Кожна партія	Термометрія	Оператор
Пакування	AMF Mark 75	Якість пакування, маркування	Постійно	Візуальний контроль	Оператор пакувальної машини
4. Готова продукція					
Хліб «Козацький»	Хлібосховище	Вологість, кислотність, пористість, зовнішній вигляд	Кожна партія	Лабораторний аналіз	Інженер-технолог ЦВЛ
Хліб «Весняний»	Хлібосховище	Вологість, кислотність, пористість, зовнішній вигляд	Кожна партія	Лабораторний аналіз	Інженер-технолог ЦВЛ
Булочка «Звичайна»	Хлібосховище	Вологість, зовнішній вигляд, смак, запах	Кожна партія	Органолептичний та лабораторний контроль	Інженер-технолог ЦВЛ

Таблиця 7.3 – Метрологічне забезпечення технологічного процесу

Стадія технологічного процесу, параметри, що контролюються	Найменування засобів вимірювання, заводське устаткування	Межі вимірювання	Клас точності, допустимі похибки
Зважування борошна, сипких компонентів	Дозатор сипких компонентів МД-100, ДСК	0–40 т	±0,5 %
Дозування води, рідких компонентів	Дозатор рідких компонентів АВБ-100, ДЖК	1–100 л	±0,5 %

Контроль температури, води	Термометри технічні	0–100 °C	±1 °C
Контроль температури, вологості рідкої закваски	Термометр щуповий, ТЄК, ТПК	0–100 °C	±1 °C
Контроль температури, вологості густої опари	Термометр щуповий, ТЄК, ТПК	0–100 °C	±1 °C
Контроль температури, вологості тіста	Термометр щуповий, ТЄК, ТПК	0–100 °C	±1 °C
Визначення густини сольового розчину	Ареометр АОН-2	1160–1240 кг/м³	0,001 кг/м³
Визначення кислотності закваски, опари та тіста	Лабораторний комплект для титрування	0–20 град.	±0,1 град.
Контроль температури та вологості вистоювання	Психрометр, Термометри	0–100 % 0-200	±2 % клас точності 1,0
Контроль температури печі Gostol	Термодатчики печі	0–300 °C	±1 %
Контроль температури печі Г4-РПА-12	Термодатчики печі	0–300 °C	±1 %
Контроль температури печі Revent	Термодатчики печі	0–300 °C	±1 %
Визначення вологості готової продукції	Ваги лабораторні ВЛР-1, сушильна шафа	5–90 %	±0,01 г
Визначення маси готових виробів	Ваги настільні електронні	0–5 кг	±1 г
Контроль лінійних розмірів виробів	Металева лінійка, штангенциркуль	до 500 мм	±1 мм

8. ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО ПІДПРИЄМСТВА

Функціонування хлібозаводу забезпечується комплексом інженерних систем, до складу яких входять системи водопостачання, каналізації, електропостачання, теплопостачання, холодозабезпечення та забезпечення стисненим повітрям. Робота зазначених систем спрямована на створення необхідних умов для безперервного ведення технологічного процесу та забезпечення санітарно-гігієнічних вимог виробництва.

Водопостачання

Проєктом передбачено централізоване водопостачання підприємства. Вода використовується для приготування тіста та напівфабрикатів, приготування сольового розчину, санітарної обробки обладнання та приміщень, а також для господарсько-побутових потреб персоналу.

Для забезпечення виробництва водою необхідної температури передбачено встановлення баків холодної та гарячої води. Підігрів води здійснюється за допомогою пари, яка подається від котельні у змійовики водонагрівальних баків. Після передачі тепла вода використовується у виробничому процесі, а конденсат повертається до котельного відділення.

Загальні витрати води за годину розраховуємо за формулою:

$$Q_{вод}^{год} = \frac{Q_{пд} * 4}{T_p} \quad (8.1)$$

Де: Qп.д.-добова продуктивність печей;

4 - норма витрати води на 1 т хлібних виробів;

Tр - тривалість роботи печей на добу = 23 год

$$Q_{вод}^{год} = \frac{24*4}{23} = 4{,}17 \text{ м}^3$$

Витрати підігрітої води (80 % від загальної):

$$Q_{вп}^{год} = \frac{Q_{вод}^{год} * 80}{100} \quad (8.2)$$

Де: 80 - частка підігрітої води в загальній витраті води (приймають від 80 до 90 %).

$$Q_{вп}^{год} = \frac{4{,}17 * 80}{100} = 3{,}34 \text{ м}^3$$

Витрату гарячої води за годину для отримання необхідної кількості підігрітої води за годину Qв.п. г , м 3 , визначають за формулою:

$$Q_{вг}^{год} = \frac{Q_{вп}^{год} * (tсм - tх)}{(tг - tх)} \quad (8.3)$$

Де: tсм - температура підігрітої води (суміші),

ºС (у середньому буває від 50 до 55 ºС);

tг -температура гарячої води, ºС (приймають від 70 до 75 ºС);

tх - температура холодної води, ºС (приймають 5 ºС).

$$Q_{вг}^{год} = \frac{3{,}34*(50-5)}{(70-5)} = 2{,}31 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрати тепла за годину для нагрівання води $Q_{вт}^{год}$, кВт, визначають за формулою

$$Q_{вт}^{год} = \frac{Q_{вп}^{год} * 4{,}18 * (tсм - tх) * K}{3{,}6} = 2{,}31 \text{ кВт} \quad (8.4)$$

Де: 4,18- теплоємність води, кДж/кг·К;

К-коефіцієнт, який враховує втрати тепла (1,1…1,2).

Зима:

$$Q_{вт}^{год}= \frac{3,34*4,18*(50-5)*1,2}{3,6} = 209,5 \text{ кВт}$$

Літо:

$$Q_{вт}^{год}= \frac{3,34*4,18*(50-5)*1,1}{3,6} = 192 \text{ кВт}$$

Запас води в баках $Q_в^з$, м^3, обчислюють за формулою:

$$Q_в^з=Q_{вод}^{год}*8 \quad (8.5)$$

де: 8- запас води на 8 годин роботи підприємства

$$Q_в^з=4,17*8=33,36 \text{ м}^3$$

Запас гарячої води$Q_{вг}^з$ розраховують за формулою:

$$Q_{вг}^з=Q_{вг}^1+Q_{вг}^2+Q_{вг}^к \quad (8.6)$$

Де: $Q_{вг}^1$- витрати води на приготування тіста протягом 4 год, м^3;

$Q_{вг}^2$ - аварійний запас води (0,4∗ $Q_{вг}^1$), м^3;

$Q_{вг}^к$ - недоторканний запас води для водогрійних котлів печей та економайзерів, м^3.

$$Q_{вг}^1=4*Q_б^г * Q_в^т \quad (8.7)$$

Де: $Q_б^г$ - витрати борошна для приготування тіста за годину, т;

$Q_в^т$ - норма витрати води для приготування тіста на 1 т борошна, м^3 (приймають: для житнього тіста — 0,75, для пшеничного — 0,60).

$$Q_{вг}^к= \frac{3,6*3*n*Q}{2257} \quad (8.8)$$

Де: n - кількість водогрійних котлів (установок) на підприємстві, шт.;

Q – теплопродуктивність однієї установки;

2257 – питоме тепло випаровування, кДж/кг

$$Q_{вг}^1=4*(0,75*0,07+0,6*(0,165+0,232)+0,6*0,155+0,6*0,13)=1,85 \text{ м}^3$$

$$Q_{вг}^к = 3,6*3*3*9300/2257 = 0,13 \text{ м}^3$$

$$Q_{вг}^з = 1,85+1,85*0,4+0,13 = 2,72 \text{ м}^3$$

Витрати води для душів за зміну, обчислюють за формулою:

$$Q_в^д= \frac{N_р*100}{1000} \quad (8.9)$$

Де: $N_р$- кількість робітників у зміні, осіб;

100 - норма витрати води на одного працівника за зміну, дм3

$Q_в^д = 30*100/1000 = 3$ м^3

Об’єм бака холодної води $V_х$, м^3, знаходять за формулою:

$$V_х= \frac{(Q_в^з-Q_{вг}^з-Q_в^д)*1,1}{\rho} \quad (8.10)$$

Де: ρ – густина води, кг/м3 (приймають 1 кг/дм3)

$$V_х = (33,36-2,72-3)*1,1/1 = 30,4 \text{ м}^3$$

Приймають бак об’ємом 30 м^3.

Об’єм бака гарячої води $V_г$, м^3, розраховують за формулою:

$$V_г= \frac{(Q_{вг}^з+Q_в^д)*1,1}{\rho} \quad (8.11)$$

Де: ρ = 0,984 кг/дм3

$$V_г =(2,72+3)*1,1/0,984=6,4 \text{ м}^3$$

Приймають бак об’ємом 7 м^3

Каналізація

На підприємстві передбачається централізована система каналізації. Виробничі та побутові стічні води відводяться окремими мережами через систему внутрішньоцехових трапів і трубопроводів. Технологічне обладнання та ємності встановлюються з можливістю відведення промивних вод до каналізаційної мережі, що забезпечує належний санітарний стан виробництва.

Об'єм стічних вод для хлібопекарського підприємства приймають близько 3,6 м^3 на 1 т продуктивності. Об'єм стічних вод на хлібозаводі за годину $Q_к^г$, м^3, обчислюють за формулою:

$$Q_к^г = Q_п^г * 3,6 \quad (8.12)$$

де: $Q_п^г$ – продуктивність печей за годину

$$Q_к^г = 1,03*3,6 = 4,68 \text{ м}^3$$

Електропостачання

Електропостачання хлібозаводу здійснюється від міської електромережі. Електрична енергія використовується для роботи технологічного обладнання, систем вентиляції, освітлення, холодильного обладнання, автоматизованих систем керування та контрольно-вимірювальних приладів.

Для забезпечення надійної роботи виробництва передбачено використання сучасних електротехнічних засобів захисту та автоматичного керування технологічними процесами.

Опалення

Для забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов праці на хлібозаводі передбачено автономну систему опалення, джерелом теплової енергії для якої є котельня, що працює на природному газі. Опалення поширюється на виробничі, адміністративні, побутові та складські приміщення підприємства.

Перевагами автономної системи опалення є незалежність від централізованих теплових мереж, можливість оперативного регулювання температурного режиму, зниження теплових втрат завдяки використанню теплоізольованих трубопроводів, а також підвищення енергоефективності за рахунок сучасного котельного обладнання.

У виробничих приміщеннях температура повітря підтримується відповідно до чинних санітарних норм і становить, як правило, 18–22 °С, що забезпечує належні умови праці персоналу та стабільність технологічних процесів.

Годинну витрату тепла на опалення $Q_м^{о.г}$, Вт, обчислюють за формулою:

$$Q_м^{о.г} = 0.8 \text{ x } V_б \text{ x } g_о \text{ x } (t_п - t_з) \quad (8.13)$$

Де: 0,8 — коефіцієнт, який враховує неопалювану частину будівлі;

$V_б$ — будівельний об'єм +хлібозаводу, м3;

$g_о$ — питомі втрати тепла на 1 м3 будівлі, Вт/м3·К;

tп — середня температура опалюваних приміщень (16–18 ºС);

tз — середня температура шести найхолодніших днів опалювального сезону (для середньої частини України — мінус 20 ºС).

$Q_т^{о.г} = 0,8*16632*0,35*(17-(-20)) = 172308$ Вт = 172,3 кВт

Річні витрати тепла на опалення $Q_{т.}^{о.р}$, мВт, обчислюють за формулою:

$$Q_{т.}^{о.р} = \frac{0.8 \text{ x } V_б \text{ x } g_о \text{ x } (t_п - t_з^1) \text{ x } T_о \text{ x } n_о}{1000000} \quad (8.14)$$

Де: $t_з^1$ — середня температура опалювального періоду за довідником, °С (для Черкас — 3,0 °С);

n_o — число днів опалювального періоду за довідником (212 днів);

T_o — час роботи системи опалення протягом доби (24 год.).

$$Q_{т.}^{о.р}=0,8*16632*0,35*(17-(-3))*24*212/1000000=474 \text{ мВт}$$

Холодозабезпечення

Для забезпечення необхідних умов зберігання сировини та підтримання її якості на хлібозаводі передбачено систему холодозабезпечення. Холодильне обладнання використовується для зберігання пресованих дріжджів, маргарину та інших компонентів, які потребують підтримання визначеного температурного режиму.

До складу системи входять холодильні камери, оснащені повітроохолоджувачами, що забезпечують рівномірний розподіл охолодженого повітря та підтримання необхідної температури у приміщеннях зберігання сировини. Для окремих видів сировини передбачено використання холодильних шаф та спеціалізованих ємностей із контрольованими параметрами мікроклімату.

Контроль роботи холодильного обладнання здійснюється за допомогою автоматизованої системи моніторингу температури, яка забезпечує безперервне спостереження за параметрами зберігання, реєстрацію даних та подачу сигналу у разі відхилення температури від установлених значень. Це дозволяє підтримувати стабільні умови зберігання сировини та запобігати погіршенню її якості.

Витрати холоду на підприємствіQ_x, кВт/год, визначають за формулою:

$$Q_x=\frac{Q_n^д \text{ x } 100000}{3600\ x\ 24} \quad (8.15)$$

Де: $Q_n^д$— продуктивність печей за добу, т;

3600 — кількість секунд в одній годині (перерахунок кДж у кВт);

24 — кількість годин роботи холодильної установки протягом доби.

$$Q_x=24*100000/(3600*24)= 27,8 \text{ кВт/год}$$

Витрати палива

Основним енергоносієм на хлібозаводі є природний газ, який використовується для забезпечення роботи систем теплопостачання та технологічного обладнання. Газове паливо застосовується для опалення виробничих і допоміжних приміщень за допомогою автономної котельні, підігрівання води для виробничих потреб, одержання технологічної пари, а також для роботи тунельної печі Gostol, обладнаної газовими пальниками та вистійно пічного агрегату Г4-РПА.

Для обладнання, що працює на електричній енергії, зокрема ротаційної печі Revent, проєктом передбачено підключення до трифазної мережі електропостачання через трансформаторну підстанцію потужністю 630 кВА. Облік споживання електроенергії здійснюється за допомогою електролічильників класу точності 0,5. Для забезпечення стабільної роботи технологічного обладнання та захисту від перепадів напруги передбачено встановлення стабілізаторів напруги

Витрати палива для хлібопекарських печей, які працюють на твердому, рідкому чи газоподібному паливі, за годину $Q_{пал.п}^г$, м3 (або кг), розраховують за формулою:

$$Q_{пал.п}^г=\frac{Q_n^г\ x\ q_n\ x\ 7000x4.187}{Q_p} \quad (8.16)$$

Де: $Q_n^г$ — продуктивність печей за годину, т;

qп — питома витрата умовного палива для випікання 1 т виробів, кг

(приймають 60…70 кг);

Q_p — теплотворна здатність натурального палива, кДж/кг або кДж/м3 (приймають для газу — 33500 кДж/м3 , для мазуту — 39900 кДж/кг)

$$Q^{г}_{пал.п} = \frac{60*7000*4,187*(0,334+0,522)}{33500} = 44,9 \text{ м}^3$$

Забезпечення стисненим повітрям

Для роботи окремих технологічних систем та засобів автоматизації передбачено використання повітродувок Pillaerator від Kaeser Kompressoren. Це компактні турбокомпресори, розроблені спеціально для процесів аерації. Ротор з прямим приводом і магнітним підшипником та інтелектуальна система керування роблять турбонагнітач PillAerator особливо ефективним. Завдяки відмінному ККД можна заощадити до 25% енергії в порівнянні зі звичайними технологіями. Датчики контролюють найважливіші параметри — тиск, частоту обертання і температуру. Це забезпечує надійну роботу та постачання стисненого повітря Стиснене повітря подається через розподільчу мережу підприємства.

Таким чином, прийняті інженерні системи та енергетичне господарство забезпечують безперервну роботу хлібозаводу, створюють необхідні умови для виробництва якісної та безпечної продукції й відповідають сучасним вимогам до підприємств хлібопекарської галузі.

9. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО-, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Діяльність підприємств хлібопекарської промисловості повинна здійснюватися відповідно до вимог природоохоронного законодавства України. Основними нормативними документами у сфері охорони навколишнього середовища є Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», Закон України «Про охорону атмосферного повітря», Закон України «Про управління відходами», Водний кодекс України та інші нормативно-правові акти, що регламентують використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки виробництва.

Під час проєктування хлібозаводу потужністю 23,6 т/добу особливу увагу приділено впровадженню сучасних енергоощадних технологій та обладнання, раціональному використанню сировинних ресурсів, зниженню виробничих втрат і мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

Заходи щодо зменшення забруднення атмосферного повітря

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря на хлібозаводі є пекарські печі, котельне обладнання, вентиляційні системи, а також процеси приймання, транспортування та просіювання борошна.

Для зменшення запиленості виробничих приміщень і скорочення втрат борошна у проєкті передбачено безтарне зберігання борошна в силосах ХЕ-160 із застосуванням герметичних транспортних комунікацій. Переміщення борошна від силосів до виробничих бункерів здійснюється закритою системою аерозольтранспорту, що практично виключає потрапляння борошняного пилу в навколишнє середовище.

Додатковому очищенню борошна сприяє використання просіювача ХБЛ, який забезпечує видалення механічних домішок і сторонніх включень перед подачею борошна у виробництво.

Застосування сучасних печей Gostol та Revent дозволяє знизити питомі витрати теплової енергії на виробництво одиниці продукції та відповідно зменшити обсяги викидів, пов'язаних із виробленням теплової енергії.

Захист ґрунтів від забруднення

Основними потенційними джерелами забруднення ґрунтів є виробничі та побутові відходи, а також можливі витоки технологічних рідин.

Для запобігання негативному впливу на ґрунти територія підприємства обладнується твердим водонепроникним покриттям. Збирання виробничих і побутових відходів здійснюється у спеціальні контейнери з подальшим вивезенням спеціалізованими організаціями.

У процесі виробництва хлібобулочних виробів утворюється незначна кількість відходів, більшість яких становлять залишки пакувальних матеріалів, борошняний пил та хлібна крихта. Завдяки автоматизації технологічних процесів і точному дозуванню сировини кількість таких відходів мінімізується.

Постійне підтримання належного санітарного стану виробничих і складських приміщень, а також своєчасне видалення відходів дозволяє запобігти негативному впливу підприємства на ґрунтовий покрив.

Охорона водних ресурсів

Вода на підприємстві використовується для технологічних потреб, приготування тіста та напівфабрикатів, миття обладнання і приміщень, а також для господарсько-побутових потреб персоналу.

Для забезпечення виробництва водою необхідної якості передбачено використання системи водопідготовки, що включає очищення, відстоювання та накопичення води. Після підготовки вода подається на виробничі потреби відповідно до технологічних вимог.

Виробничі та побутові стічні води відводяться до централізованої системи каналізації. Баки гарячої та холодної води встановлюються на піддонах із відведенням промивних вод до каналізаційної мережі.

Для зменшення споживання водних ресурсів передбачено використання герметичних трубопроводів, справної запірної арматури та раціональних режимів миття технологічного обладнання. Своєчасне технічне обслуговування систем водопостачання дозволяє уникнути непродуктивних втрат води.

Заходи з енерго- та ресурсозбереження

Одним із головних напрямів проєктування підприємства є впровадження енергоощадного обладнання та сучасних ресурсозберігаючих технологій.

Для випікання хліба «Козацький» та хліба «Весняний» прийнято тунельні печі Gostol та Revent, які характеризується високою продуктивністю, рівномірним розподілом теплових потоків та низькими питомими витратами енергії. Завдяки ефективній теплоізоляції та автоматичному регулюванню режимів роботи зменшуються втрати теплоти під час експлуатації печі.

Для підвищення енергоефективності виробництва сучасні печі оснащені вбудованими парогенераторами, які використовують теплову енергію печі для утворення технологічної пари. Отримана пара подається до вистійних шаф для підтримання необхідних параметрів температури та вологості, а також до першої зони пекарної камери, де забезпечує зволоження середовища під час посадки тістових заготовок.

Застосування таких парогенераторів дозволяє відмовитися від окремих джерел пароутворення та раціонально використовувати теплоту, що виділяється під час роботи печі. Це сприяє зменшенню споживання енергоресурсів, скороченню експлуатаційних витрат і підвищенню загальної енергоефективності підприємства.

Булочка «Звичайна» випікається на листах у ротаційній печі Revent, яка забезпечує рівномірне пропікання виробів, високу продуктивність та економне використання теплової енергії. Конструкція печі дозволяє максимально ефективно використовувати тепло в робочій камері та скорочувати тривалість випікання.

Також важливим напрямом скорочення енергоспоживання на підприємстві є впровадження сучасних освітлювальних систем. Для освітлення виробничих, складських, адміністративних та допоміжних приміщень передбачається використання світлодіодних світильників, які відзначаються високою енергоефективністю та тривалим строком служби. Використання LED-освітлення дозволяє значно зменшити споживання електроенергії порівняно з традиційними освітлювальними приладами.

З метою раціонального використання електричної енергії передбачається поділ освітлювальної мережі на окремі зони з можливістю їх незалежного керування

залежно від виробничих потреб. Крім того, під час проєктування враховано максимальне використання природного освітлення, що сприяє додатковому зниженню витрат електроенергії у світлий період доби.

Застосування енергоощадного освітлення дозволяє знизити експлуатаційні витрати підприємства, підвищити надійність роботи освітлювальної системи та покращити умови праці персоналу.

Важливим заходом ресурсозбереження є використання безтарного зберігання борошна у силосах ХЕ-160А. Порівняно з мішковим способом зберігання така система забезпечує скорочення втрат борошна під час транспортування, зменшує потребу в пакувальних матеріалах, знижує трудомісткість виробничих операцій та покращує санітарний стан підприємства.

Виробничі бункери ХЕ-112 обладнані тензометричними датчиками, що дозволяють автоматично контролювати кількість борошна та забезпечують високу точність дозування. Завдяки цьому зменшуються перевитрати сировини, підвищується точність рецептур і забезпечується стабільність якості готової продукції.

Для скорочення теплових втрат усі баки гарячої води, трубопроводи гарячого і холодного водопостачання, а також паропроводи передбачено теплоізолювати. Це дозволяє знизити витрати теплової енергії та підтримувати необхідні параметри технологічних процесів.

Підготовка гарячої води здійснюється шляхом нагрівання холодної води парою у змійовиках баків гарячої води. Після передачі теплоти конденсат повертається до котельні для повторного використання, що сприяє економії теплової енергії та водних ресурсів.

Додаткове ресурсозбереження забезпечується автоматизацією процесів дозування сировини, контролем технологічних параметрів та використанням сучасних систем управління якістю і безпечністю продукції відповідно до вимог ISO 9000 та HACCP.

Використання сучасного енергоощадного обладнання сприяє зниженню собівартості продукції за рахунок скорочення експлуатаційних витрат, підвищенню продуктивності праці та ефективності використання виробничих площ. Одночасно зменшується навантаження на навколишнє середовище завдяки скороченню викидів, зниженню обсягів відходів і раціональному використанню природних ресурсів.

Застосування енергоощадного освітлення є одним із елементів комплексної системи енергозбереження проєктованого хлібозаводу. Разом із використанням сучасних печей, автоматизованих систем дозування та безтарного зберігання борошна воно забезпечує раціональне використання енергетичних ресурсів, зниження виробничих витрат і підвищення ефективності роботи підприємства.

Таким чином, прийняті у проєкті рішення повністю відповідають сучасним вимогам енерго- та ресурсозбереження, забезпечують економічну ефективність роботи хлібозаводу, підвищують його конкурентоспроможність та сприяють екологічно безпечному веденню виробничої діяльності.

10. ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

Безпечні умови праці є важливою складовою ефективної роботи хлібопекарського підприємства та одним із чинників забезпечення стабільної якості продукції. Під час проєктування хлібозаводу потужністю 23,6 т/добу передбачено комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням та створення безпечного виробничого середовища.

Рішення, прийняті в проєкті, відповідають вимогам Закону України «Про охорону праці», ДСТУ EN ISO 45001:2019, державним санітарним нормам та правилам охорони праці для підприємств харчової промисловості.

Організація охорони праці на підприємстві

Контроль за станом охорони праці на хлібозаводі покладається на службу охорони праці, яка підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства. Основними завданнями служби є організація безпечної експлуатації обладнання, проведення інструктажів, контроль дотримання вимог охорони праці та здійснення профілактичних заходів щодо запобігання виробничому травматизму.

Усі працівники підприємства проходять вступний, первинний, повторний та позаплановий інструктажі з охорони праці. Для персоналу, який обслуговує теплове, електричне та механічне обладнання, проводиться періодична перевірка знань правил безпечної експлуатації обладнання.

Фінансування заходів з охорони праці здійснюється відповідно до чинного законодавства та включає забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, проведення медичних оглядів, навчання персоналу, технічне обслуговування систем вентиляції та освітлення, а також контроль стану виробничого обладнання.

Види інструктажів

Важливим елементом системи охорони праці на підприємстві є проведення навчання та інструктажів працівників з питань безпеки праці. Метою інструктажів є ознайомлення працівників з потенційними небезпеками виробництва, правилами безпечної експлуатації обладнання, вимогами виробничої санітарії, пожежної безпеки та порядком дій у надзвичайних ситуаціях.

На хлібозаводі проводяться такі види інструктажів:

Вступний інструктаж проходять усі працівники, які приймаються на роботу, незалежно від посади, освіти та стажу роботи. Його проводить спеціаліст служби охорони праці. Під час інструктажу працівників ознайомлюють із загальними вимогами охорони праці, правилами внутрішнього трудового розпорядку, основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами, порядком надання домедичної допомоги та діями у разі виникнення аварійних ситуацій.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться безпосереднім керівником робіт перед початком самостійної роботи працівника. Під час його проведення працівника знайомлять з особливостями технологічного процесу, будовою та принципом роботи обладнання, правилами користування засобами індивідуального захисту, безпечними методами виконання робіт та вимогами виробничої санітарії.

Повторний інструктаж проводиться з усіма працівниками з метою закріплення

знань та перевірки дотримання вимог охорони праці. Для робіт з підвищеною небезпекою він здійснюється не рідше одного разу на три місяці, а для інших робіт — не рідше одного разу на шість місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться у випадках внесення змін до технологічного процесу, впровадження нового обладнання, зміни нормативних документів з охорони праці, порушення працівниками вимог безпеки або після виникнення аварій, нещасних випадків та пожеж. Метою такого інструктажу є попередження повторення небезпечних ситуацій та ознайомлення персоналу з новими вимогами безпеки.

Цільовий інструктаж проводиться при виконанні разових робіт, ліквідації наслідків аварій, стихійних лих, виконанні робіт за нарядом-допуском, а також під час проведення масових заходів на території підприємства. Особлива увага приділяється можливим ризикам та заходам їх попередження.

Усі види інструктажів реєструються у відповідних журналах встановленого зразка із зазначенням дати проведення, прізвища працівника та підписів особи, яка проводила інструктаж, і працівника, який його пройшов. До самостійної роботи допускаються лише працівники, які успішно пройшли необхідне навчання, інструктаж та перевірку знань з питань охорони праці.

Своєчасне проведення інструктажів сприяє підвищенню рівня виробничої безпеки, зменшенню ризику виробничого травматизму та професійних захворювань, а також забезпечує формування культури безпечної праці на підприємстві.

Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів

Під час роботи хлібозаводу працівники можуть зазнавати впливу низки шкідливих і небезпечних виробничих факторів. До основних із них належать підвищена температура повітря біля пекарських печей, запиленість під час роботи з борошном, шум і вібрація від технологічного обладнання, а також небезпека ураження електричним струмом.

Найбільше теплове навантаження виникає у пекарному відділенні під час експлуатації тунельних печей Gostol та Revent та ротаційної печі Revent. Для зменшення впливу теплового випромінювання передбачено теплоізоляцію обладнання, використання припливно-витяжної вентиляції та забезпечення працівників спеціальним одягом.

Запиленість повітря можлива під час приймання, транспортування та просіювання борошна. Для її зменшення у проєкті прийнято безтарне зберігання борошна в силосах ХЕ-160А, герметичне транспортування сировини та використання просіювача Ш2-ХМВ із закритою конструкцією. Це дозволяє значно знизити концентрацію борошняного пилу у виробничих приміщеннях.

Певну небезпеку становлять рухомі частини тістомісильних машин, тістообробного обладнання та пакувальної машини AMF Mark 75. Для запобігання травмуванню всі машини оснащуються захисними кожухами та блокувальними пристроями, які унеможливлюють роботу обладнання при відкритих огородженнях.

Забезпечення нормативного мікроклімату та чистоти повітря

Для створення комфортних умов праці у виробничих приміщеннях передбачено підтримання параметрів мікроклімату відповідно до чинних санітарних норм. Температура повітря у виробничих приміщеннях підтримується в межах 18–22 °С, відносна вологість — 40–60 %, а швидкість руху повітря не перевищує допустимих значень.

У виробничих цехах передбачено припливно-витяжну вентиляцію, яка забезпечує видалення надлишків теплоти, вологи та пилу. Над джерелами виділення теплого повітря встановлюються місцеві витяжні пристрої, що сприяють покращенню санітарно-гігієнічних умов праці.

Для зниження запиленості застосовуються герметичні системи транспортування борошна, а також регулярне вологе прибирання виробничих приміщень. Усі вентиляційні системи проходять періодичне технічне обслуговування та очищення.

Захист від шуму, вібрації та електротравматизму

Основними джерелами шуму на підприємстві є тістомісильне обладнання, транспортні механізми, вентиляційні установки та пакувальна машина. Для зменшення шумового навантаження обладнання встановлюється на вібропоглинаючих опорах, а в окремих виробничих зонах застосовуються шумопоглинаючі матеріали.

Для захисту працівників від дії шуму передбачено використання засобів індивідуального захисту органів слуху. Рівень шуму на робочих місцях контролюється відповідно до вимог чинних нормативів.

Усе електрообладнання підприємства підлягає захисному заземленню. Електричні шафи та розподільчі пристрої обладнуються попереджувальними знаками та захисними пристроями автоматичного вимкнення. До обслуговування електроустановок допускається лише персонал, який пройшов відповідне навчання та перевірку знань з електробезпеки.

Організація освітлення виробничих приміщень

Для забезпечення безпечної та ефективної роботи персоналу в проєкті передбачено поєднання природного та штучного освітлення. Природне освітлення забезпечується через віконні прорізи виробничих і допоміжних приміщень.

Штучне освітлення виконується за допомогою світлодіодних світильників, які характеризуються низьким споживанням електроенергії, тривалим строком служби та високою якістю світлового потоку. Освітленість робочих місць відповідає встановленим нормативним вимогам та забезпечує безпечне виконання технологічних операцій.

На підприємстві також передбачено аварійне освітлення шляхів евакуації та основних виробничих зон, що забезпечує безпечне пересування працівників у разі відключення основного електроживлення.

На території підприємства передбачено розроблення планів евакуації, встановлення первинних засобів пожежогасіння та систем оповіщення про пожежу. Виробничі та складські приміщення обладнуються вогнегасниками відповідного типу, пожежними кранами та знаками безпеки. Персонал проходить навчання з пожежної безпеки та порядку дій у надзвичайних ситуаціях.

Таким чином, у проєкті хлібозаводу передбачено комплекс організаційних та технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці. Застосування сучасного обладнання, ефективних систем вентиляції, енергоощадного освітлення, засобів захисту від шуму, пилу та теплового впливу дозволяє підтримувати нормативні умови праці на всіх виробничих дільницях.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано проєкт хлібозаводу потужністю 23,6 т/добу з впровадженням енергоощадного обладнання.

У роботі обґрунтовано вибір асортименту продукції, до якого включено хліб «Козацький», хліб «Весняний» та булочку «Звичайна». Для кожного виробу обрано технологічні схеми виробництва, що забезпечують отримання продукції високої якості, стабільних органолептичних показників та відповідність вимогам нормативної документації.

Для виробництва продукції підібрано сучасне високопродуктивне обладнання, зокрема двохшвидкісні тістомісильні машини Topos, тістообробне обладнання Glimak, тунельну піч Gostol, тунельну піч Revent, ротаційну піч Revent та автоматичну пакувальну машину AMF Mark 75. Використання зазначеного обладнання забезпечує механізацію та часткову автоматизацію виробничих процесів, підвищення продуктивності праці та зменшення виробничих втрат.

Особливу увагу в проєкті приділено впровадженню енергоощадних та ресурсозберігаючих рішень. Застосування сучасних пекарських печей із високим коефіцієнтом використання теплової енергії, безтарного зберігання борошна, автоматизованих систем дозування сировини, сприяє зменшенню споживання енергетичних ресурсів та скороченню експлуатаційних витрат підприємства.

У роботі розглянуто питання забезпечення якості та безпечності продукції відповідно до вимог систем управління ISO 9000 та HACCP. Передбачено впровадження програм-передумов, визначено контрольні точки технологічного процесу та заходи щодо забезпечення стабільної якості готової продукції.

Розроблені рішення щодо інженерного забезпечення підприємства, охорони навколишнього середовища, енерго- та ресурсозбереження, а також організації безпечних умов праці відповідають сучасним вимогам до підприємств хлібопекарської промисловості та забезпечують ефективне функціонування виробництва.

Отже, поставлена мета кваліфікаційної роботи досягнута, а визначені завдання виконані в повному обсязі. Запропоновані технічні та технологічні рішення забезпечують випуск якісної та безпечної продукції, підвищення ефективності використання сировинних і енергетичних ресурсів, зниження технологічних втрат, покращення умов праці персоналу та підвищення конкурентоспроможності підприємства.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Борошно житнє хлібопекарське. Технічні умови: ДСТУ 8791:2018. – [Чинний від 2019-06-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ».
2. Борошно пшеничне. Галузевий стандарт України. Технічні умови: ГСТУ 46.004-99. – [Чинний від 1999-08-15]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ».
3. Вироби булочні. Загальні технічні умови: ДСТУ 4587:2023.
4. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості: ДСТУ 7525:2014. [Чинний від 2015-02-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ».
5. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці : підручник / за ред. М. П. Гандзюка. Київ : Каравела, 2023. 384 с.
6. ДБН А 2.2.3 - 2012. Державні будівельні норми «Склад та зміст проектної документації на будівництво». URL: https: //dbn.co .ua/load/normativy/dbn/1-1-0-184
7. ДБН А.1.1- 94:2010. Державні будівельні норми «Проектування будівельних конструкцій за єврокодами. Основні положення». URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn а 1 1 94/1-1-0-991
8. ДБН В.1.2. - 14 - 2009. Державні будівельні норми «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ».
9. Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови: ДСТУ 4812:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ».
10. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва : підручник / В. І. Дробот. - 2-ге вид., доповнене та перероблене. - Київ : Видавництво ПрофКнига, 2024. – 516 с.
11. Дробот, В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник: навч. посіб. / В.І. Дробот – Київ, «Профкнига», 2019. – 580 с.
12. ДСТУ БА.2.4-7:2009. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. [Чинний від 2010-01-01]. Київ: Укрархбудінформ, 2009. 74 с. (Національний стандарт України).
13. Інжинірінг харчових виробництв. Модуль 2. Технологічне проєктування [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»» денної форми навчання / уклад. В. М. Махинько, О. О. Кохан, Л. В. Махинько. К.: НУХТ, 2022. 65 с.
14. ISO, I. (2018). 22000: Food safety management systems— Requirements for any organization in the food chain. International Standard, 1-48.
15. Маргарин. Загальні технічні умови: ДСТУ 4465:2005. – [Чинний від 2007-01-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ».
16. Махинько В. М. Інжинірінг харчових виробництв. Модуль 2. Технологічне проєктування [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» денної форми навчання / В. М. Махинько, О. О. Кохан, Л. В. Махинько. К.: НУХТ, 2022. 97 с.
17. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології», освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм здобуття освіти [Електронний ресурс] / О.В. КочубейЛитвиненко, А.Г. Пухляк,

В.Г. Юрчак, Г.О. Сімахіна, Н.О. Стеценко, А.М. Куц, В.І. Бабенко, Є.1. Харченко, 0.1. Гаїцук, Н.А. Гусятинська, [СЙ. Крижанівський Т.Т. Носенко - К.: НУХТ, 2024. - 62 с.
18. Місто Черкаси. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B0%D1%81%D0%B8
19. Основні поняття системи НАССР: 7 кроків, 12 принципів. Режим доступу: https://blagodatnenska-gromada.gov.ua/news/1660028066/
20. Пакети з полімерних та комбінованих матеріалів. Загальні технічні умови. : ДСТУ 7275:2012 [Чинний від 01.03.2013]. Розр.: Технічний комітет стандартизації «Упаковка, тара, пакувальні матеріали» (ТК 120), 2012, с. 14.
21. Пахомська, О. В. Впровадження системи НАССР у виробництві хлібобулочних виробів / О. В. Пахомська // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2019. – Т. 25, № 4. – С. 216–224.
22. Про відходи : Закон України від 05.03.1998 № 187/98-ВР // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/187/98-%D0%B2%D1%80
23. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України: від 22.07.2014 р. № 1602-VII] Відомості Верховної Ради України. 2014. № 41-42. С. 2024.
24. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/1264-12 .
25. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2694-12
26. Сіль кухонна. Загальні технічні умови: ДСТУ 3583:2015. – [Чинний від 2017-07-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ».
27. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів [Текст] : навч. посіб. / В. І. Дробот, В. Г. Юрчак, О. А. Білик та ін. ; за ред. В. І Дробот ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : Кондор, 2015. — 972 с.
28. Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник / В.І. Теличкун, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, С.В. Стефанов, С.Т. Дамянова. – Київ: Видавництво «Сталь», 2023. – 634 с.
29. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві (задачник): Навчально-методичний посібник / За ред. чл.- кор. В.І. Дробот. — К.: Кондор.
30. Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови: ДСТУ 4583:2023. – [Чинний від 2024-05-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ».
31. Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови: ДСТУ 7517:2024.
32. Хліб із пшеничного та суміші пшеничного з житнім борошном. Технічні умови: ДСТУ 7514:2024.
33. Цукор білий. Національний стандарт України. Загальні технічні умови: ДСТУ 4623:2023. – [Чинний від 2023-11-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ».
34. Що таке система НАССР. Режим доступу: https://znaimo.gov.ua/shchotake-systema-nassr-i-yak-ii-zastosovuvaty