**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 ННІХТ | Завідувач кафедри ТХКВ |
| _____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО | _____ Володимир КОВБАСА __ |
| (підпис) (прізвище та ініціали) | (підпис) (прізвище та ініціали) |
| «_18_» __червня__ 2026р. | «_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 хлібзаводу в м. Бориспіль Київської області з впровадженням енергозберігаючого обладнання

Виконав: здобувач_4_ курсу, групи ТХ-4-4

Гординський Артем Станіславович _____
(прізвище , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

Консультанти_____ _____
(прізвище та ім'я) (підпис)

_____ _____
(прізвище та ім'я) (підпис)

_____ _____
(прізвище та ім'я) (підпис)

Рецензент Ірина СВИСТУН _____
( ім'я, ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Я як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував 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**
**“_09_” _квітня_ 2026 року**

# З А В Д А Н Н Я

## НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

**Гординського Артема Станіславовича**
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи **Проєкт хлібзаводу в м.Бориспіль Київської області з впровадженням енергозберігаючого обладнання**
керівник роботи **проф. доктор тех. наук Ковбаса Володимир Миколайович**,
( прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “09” квітня 2026 року №226-КС
2. Строк подання здобувачем роботи **08.06.2026**
3. Вихідні дані до роботи 1. Хліб «Українського нового», хліб «Чайний», плетінка «Київська» 2. Печі J4 ППП 2.1, тістомісильної машини Diosna SPV, X-12, ХЗМ-300, куллер спіральний Ipeka, приготування тіста на рідких заквасках, опарі, безопарним методом.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ 1. Характеристика підприємства, технічно-економічне обгрунтування прийнятих заходів 2. Обгрунтування вибору технології та опис апаратурно-технологічних 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 HACCP 8. Інженерні системи та енергетичне господарство підприємства 9. Система екологічного управління та енерго-ресурсозбереження 10. Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві.
5. Перелік графічного матеріалу Аркуш 1 (А1) – апаратурно-технологічна схема підготовки сировини до виробництва, Аркуш 2 (А1) – апаратурно-технологічна схема виробництва, Аркуш 3 (А1) – план заводу на відмітці 0,000, Аркуш 4 (А2) – експлікація

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 09.04.2026

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|---|---|---|
| Вступ | 04.05.26 - 06.05.26 | Виконано |
| Розділ 1 Характеристика підприємства, технічно-економічне обгрунтування прийнятих заходів | 04.05.26 - 07.05.26 | Виконано |
| Розділ 2 Обґрунтування вибору технології та опис апаратурно-технологічних схем | 06.05.26 - 07.05.26 | Виконано |
| Розділ 3 Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів, готової продукції | 07.05.26 - 10.05.26 | Виконано |
| Розділ 4 Технологічні розрахунки | 10.05.26 - 16.05.26 | Виконано |
| Розділ 5 Розрахунок площ виробничих і складських приміщень | 16.05.26 - 18.05.26 | Виконано |
| Розділ 6 Розрахунок та підбір технологічного обладнання | 18.05.26 - 19.05.26 | Виконано |
| Розділ 7 Контроль якості та безпечності у виробництві відповідно до вимог ISO 9000 та HACCP | 19.05.26 - 20.05.26 | Виконано |
| Розділ 8 Інженерні системи та енергетичне господарство підприємства | 20.05.26 - 21.05.26 | Виконано |
| Розділ 9 Система екологічного управління та енерго-, ресурсозбереження | 21.05.26 - 24.05.26 | Виконано |
| Розділ 10 Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві | 24.05.26 - 25.05.26 | Виконано |
| Формулювання загальних висновків до роботи. | 25.05.26 - 26.05.26 | Виконано |
| Проходження перевірки на унікальність кваліфікаційної роботи | 04.06.26 | Виконано |
| Проходження попереднього захисту | 08.06.26 | Виконано |
| Отримання зовнішньої рецензії на роботу | 10.06.26 - 12.06.26 | Виконано |
| Подання оформленої і підписаної керівником роботи до захисту в ЕК | 19.06.26 | Виконано |

**Здобувач** _____ Артем ГОРДИНСЬКИЙ
(підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

**Керівник роботи** _____ Володимир КОВБАСА
( підпис ) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі Гординського Артема Станіславовича на тему: «Проект хлібозаводу в м. Бориспіль Київської області з впровадженням енергозберігаючого обладнання» передбачено будівництво нового хлібозаводу потужністю 30т/добу. Спроектовані лінії виробництва хліба Українського нового масою 1,0 кг; хліба Чайного масою 0,7 кг; плетінки Київської масою 0,4 кг.

Здійснено розрахунок та підбір високопродуктивного технологічного обладнання: піч J4 ППП 2.1, ХЗМ-300, тістомісильна машина безперервної дії – Х-12, тістомісильна машина періодичної дії – Diosna SPV, куллер Ipeka. Для пакування виробів передбачено пакувальна машина «Hartmann».

**Відомості про обсяг кваліфікаційної роботи**: роботу викладено на 77 сторінках друкованого тексту. Вона містить 29 таблиць. Список використаних джерел налічує 19 найменувань. **Ключові слова**: хлібзавод, енергозберігаюче обладнання, технологічний розрахунок, піч тунельна, система НАССР, вихід хліба, піч J4 ППП 2.1, якість продукції.



## ABSTRACT

The qualification thesis by Artem Stanislavovych Hordynskyi, titled "Project of a bakery in Boryspil, Kyiv Oblast, with the implementation of energy-saving equipment," envisions the construction of a new bakery with a capacity of 30 tons per day. Production lines have been designed for Ukrainian New bread weighing 1.0 kg, Chainyi (Tea) bread weighing 0.7 kg, and Kyivska pletinka (braided bread) weighing 0.4 kg.

The calculation and selection of high-performance technological equipment have been carried out: a J4 PPP 2.1 oven, a HZM-300, an X-12 continuous dough mixer, a Diosna SPV batch dough mixer, and an Ipeka cooler. A Hartmann packaging machine is provided for product packaging.

Information on the volume of the qualification thesis: the work consists of 77 pages of printed text and contains 29 tables. The reference list includes 19 sources.

**Keywords:** bakery, energy-saving equipment, technological calculation, tunnel oven, HACCP system, bread yield, J4 PPP 2.1 oven, product quality.

**ЗМІСТ** **Стор.**

**Вступ**……....6

**Розділ 1.** Характеристика підприємства, технічно-економічне обгрунтування прийнятих заходів……8

**Розділ 2.** Обґрунтування вибору технології та опис апаратурно-технологічних схем……..10

**Розділ 3.** Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів, готової продукції……..13

**Розділ 4**. Технологічні розрахунки……...19

**4.1.** Вихідні дані до технологічних розрахунків……..19

**4.2.** Вибір і розрахунки продуктивності обладнання……...21

**4.3.** Продуктові розрахунки……...25

**4.4.** Розрахунки витрат і запасів основної і додаткової сировини, тари, допоміжних та пакувальних матеріалів……40

**Розділ 5.** Розрахунок площ виробничих і складських приміщень…….45

**Розділ 6.** Розрахунок та підбір технологічного обладнання……...47

**Розділ 7**. Контроль якості та безпечності у виробництві відповідно до вимог ISO 9000 та НАССР…….…….....60

**7.1.** Основи системи управління безпечністю харчової продукції НАССР……..60

**7.2.** Основи системи управління якістю. Технохімічний контроль виробництва та метрологічне забезпечення……62

**Розділ 8.** Інженерні системи та енергетичне господарство підприємства……...65

**Розділ 9.** Система екологічного управління та енерго-, ресурсозбереження…..69

**Розділ 10.** Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві…...71

**Загальні висновки**……...74

**Список Літератури**……..76

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Проєкт хлібзаводу в м. Бориспіль Київської області з впровадженням енергозберігаючого обладнання | | |
| Змн. | Арк | № докум | Підпис | Дат | | | |
| Розроб. | | Гординський | | | ЗМІСТ | Літ | Арк 5 / Аркушів 77 |
| Перевір. | | Ковбаса В | | | | | |
| Реценз. | | | | | | НУХТ ННІХТ ТХ-4-4 2026 | |
| Н.Контр | | | | | | | |
| Затверд | | Ковбаса В | | | | | |

# ВСТУП

В наші дні хлібопекарська промисловість є однією з найважливіших стратегічних підгалузей харчової промисловості України, що безпосередньо забезпечує продовольчу безпеку держави. На сучасному етапі розвитку науки, техніки і технологій, головною рисою галузі є перехід до ресурсо- та енергозберігаючих технологій. Постійне зростання вартості енергоносіїв та необхідності забезпечення стабільної роботи підприємств, традиційні енергоємні процеси випікання хліба потребує докорінної модернізації. Впровадження інноваційного енергозберігаючого обладнання (сучасних печей з високим рівнем теплоізоляції, систем рекуперації тепла, автоматизованих ліній з оптимізованим енергоспоживанням) наразі є не просто перспективним напрямом, а життєво необхідною умовою для забезпечення рентабельності та конкурентоспроможності виробництва.

Український розвиток хлібопекарської галузі базується на рішеннях і постановах Уряду, спрямованих на гарантування продовольчої безпеки та енергетичної незалежності економіки. Стратегічними планами розвитку харчової промисловості передбачено стимулювання глибокої переробки сільськогосподарської сировини всередині країни та підтримку будівництва нових потужностей з високим ступенем енергоефективності. Наукові публікації вітчизняних і закордонних спеціалістів переконливо доводять, що наближення виробництва до споживача (регіональні та локальні хлібзаводи) у поєднанні з оптимізацією енерговитрат дозволяють суттєво знизити собівартість продукції та вуглецевий слід підприємства.

За даними Державної служби статистики України, незважаючи на економічні виклики, попит на хліб та хлібобулочні вироби масового споживання залишається стабільно високим. Київська область є одним із найбільших споживчих ринків в Україні. Вибір міста Бориспіль для проектування нового хлібзаводу є економічно та логістично обґрунтованим. Бориспіль — потужний інфраструктурний вузол Київщини зі зростаючим населенням, що гарантує стабільний ринок збуту готової продукції та зручний доступ до сировинної бази. Аналіз даних операторів ринку показує, що створення сучасного локального виробництва у цьому регіоні дозволить забезпечити населення свіжою продукцією з мінімальними логістичними витратами.

**Мета кваліфікаційної роботи** — розроблення проекту сучасного хлібзаводу в місті Бориспіль Київської області з техніко-економічним обґрунтуванням впровадження енергозберігаючого обладнання для забезпечення високої ефективності виробництва.

Для досягнення поставленої мети в роботі розв'язуються такі **основні завдання**:

- проаналізувати сучасний стан ринку хлібобулочних виробів у Київській області та обґрунтувати доцільність будівництва підприємства в м. Бориспіль;
- розробити і затвердити асортимент продукції з урахуванням потреб місцевого населення;
- обґрунтувати вибір апаратурно-технологічних схем виробництва з акцентом на використання новітнього енергозберігаючого обладнання (сучасні

тістомісильні машини, енергоефективні печі, системи утилізації тепла вивідних газів);

- провести необхідні технологічні розрахунки, розрахунок і підбір обладнання, площ виробничих і складських приміщень;
- запропонувати заходи з охорони праці, техніки безпеки та охорони навколишнього середовища;
- виконати розрахунок економічної ефективності прийнятих інженерних та технологічних рішень.
- **Об’єкт досліджень** — технології виробництва хліба «Українського нового», хліба «Чайного» і плетінки «Київської» в умовах енергоефективного підприємства.
- **Предмет досліджень** — самі хлібобулочні вироби, їх якісні показники та процес їх формування під впливом обраних технологічних і апаратних рішень

# РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ТЕХНІЧНО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ ЗАХОДІВ.

Для будівництва нового хлібзаводу було обране місто Бориспіль, оскільки воно є одним із найбільших промислових і транспортних центрів Київської області. Місто розташоване за 35 км від Києва, має розвинену транспортну інфраструктуру, зручне автомобільне та залізничне сполучення, а також близькість до міжнародних логістичних вузлів. Для розрахунку потужностей нового підприємства ми враховуємо населення не лише міста, а й усього Бориспільського району, що становить близько **94 000 осіб**. Така кількість потенційних споживачів створює стабільний ринок збуту для продукції щоденного попиту.

Хліб і хлібобулочні вироби мають важливе соціальне значення. Попри присутність великих регіональних гравців, як ТОВ «Столичний пекарний дім» та ТОВ «Київхліб», існує потреба у сучасному хлібозаводі безпосередньо в Борисполі. Це дозволить мінімізувати логістичні витрати на доставку по району, забезпечити людей максимально свіжою продукцією та оперативно реагувати на специфічні потреби місцевого ринку. Реалізація проєкту сприятиме продовольчій безпеці району, створенню нових робочих місць та зростанню податкових надходжень до місцевого бюджету.

Середнє споживання хліба та хлібобулочних виробів в Україні становить орієнтовно 277 г на одну особу на добу.. При загальній чисельності населення 94 000 осіб сукупна добова потреба у продукції становить:

$$Q = 94000 \times 0{,}277 = 26{,}038 \text{ кг/добу}$$

Загальна потреба мешканців Бориспільського району у хлібобулочних виробах складає приблизно **26 т/добу**. З огляду на конкурентне середовище та плани щодо охоплення ринку, проєктна потужність нового підприємства встановлюється на рівні 30 т/добу. Така потужність дозволяє зайняти впевнену нішу на ринку, залишаючись при цьому гнучким підприємством малої або середньої потужності.

Для розміщення підприємства обрано промислову зону міста Бориспіль. Локація має суттєві переваги: розгалужену мережу під'їзних шляхів для розвезення хліба по району, можливість підключення до магістральних інженерних мереж (електро- газо-, водопостачання) та необхідну санітарну відстань від житлових кварталів. Основними постачальниками сировини виступатимуть підприємства Київщини.

Зокрема, постачання борошна планується налагодити з ТОВ «Столичний млин», що є перевіреним стандартом якості в регіоні.

Проєкт передбачає створення хлібозаводу продуктивністю 30 т/добу із двозмінним графіком (2 зміни по 12 годин). Завод спеціалізуватиметься на масових сортах хліба та затребуваних булочних виробах. Структура підприємства включає автоматизований склад безтарного зберігання борошна, тістоприготувальне та пекарське відділення, сучасну лабораторію контролю якості, експедицію та адміністративний блок. Виробництво працюватиме у безперервному циклі 365 днів на рік.

Асортиментна політика сформована на основі аналізу попиту в Київському регіоні. В якості прикладу прийнято позиції представленні в табл. (1.1):

Таблиця 1.1 – Асортимент виробів

| Найменування виробу | Маса, кг |
|---|---|
| Хліб «Український новий» | 1,0 |
| Хліб «Чайний» | 0,7 |
| Плетінка «Київська» | 0,4 |

Такий набір виробів поєднує традиційний житньо-пшеничний хліб, пшеничний хліб та здобну випічку, що забезпечує стабільну реалізацію та ефективне завантаження ліній.

Орієнтиром якості є продукція ТОВ «Столичний пекарний дім», що має широкий асортимент (понад 60 видів). Проте новий завод зосередиться на «базовому кошику» виробів, що дозволить забезпечити кращу цінову пропозицію для мешканців району за рахунок менших логістичних витрат порівняно з великими столичними виробниками.

Проєкт базується на використанні енергоефективних технологій: печей з високим ККД, систем рекуперації тепла для підігріву води та автоматизованого обліку ресурсів. Досвід провідних підприємств галузі доводить, що такі рішення дозволяють знизити споживання електроенергії на 15–20% та газу на 10–15%. Це суттєво знижує собівартість одиниці продукції та підвищує екологічність виробництва.

Сировинна база підприємства формується шляхом налагодження прямих контрактів із провідними виробниками та дистриб'юторами регіону, що гарантує стабільність поставок і високу якість продукції. Основним постачальником борошна різних сортів є ТОВ «Столичний млин», тоді як забезпечення дріжджами здійснюється через визнаних лідерів ринку — ПрАТ «Ензим» або ТОВ «Лесаффр Україна». Цукор та жири постачаються такими потужними агрохолдингами, як «Астарта-Київ» та «Вінницький олійно-жировий комбінат», а молочна сировина — локальними виробниками, зокрема ТОВ «Яготинський маслозавод».

Додаткові інгредієнти, як-от сіль, насіння та прянощі, закуповуються через спеціалізованих дистриб'юторів («Укрсільінвест», «Август-Кий»), що дозволяє оптимізувати складські запаси та оперативно реагувати на потреби виробництва

# РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ.

Диференційований підхід до вибору технології приготування тіста зумовлений специфікою заданого асортименту виробів. Для хліба «Українського нового» обрано **безперервний спосіб на рідкій заквасці** у ферментаторі Diosna, оскільки житнє борошно вимагає швидкого накопичення кислотності для інактивації альфа-амілази та формування еластичного, нелипкого м'якуша, а використання місильної машини Х-12 та агрегату ХТР забезпечує максимальну продуктивність і стабільність лінії.

Для хліба «Чайного» з пшеничного борошна першого сорту раціональним є **порційний безопарний спосіб**, який скорочує тривалість технологічного циклу до 1,5 години та мінімізує кількість необхідного ємнісного обладнання на виробництві. Інтенсивне замішування цього тіста у двошвидкісній машині Diosna SPV забезпечує швидке набухання білків і формування міцного клейковинного каркаса за короткий проміжок часу.

Високорецептурна здобна плетінка «Київська» виготовляється **порційним опарним способом**, оскільки високий вміст патоки та олії створює значний осмотичний тиск, який пригнічує дріжджі за їх одночасного внесення. Опарний спосіб дозволяє спочатку безпечно активувати дріжджові клітини в «пісному» середовищі, а подальше впровадження шафи попереднього вистоювання після поділу є обов'язковим для зняття внутрішніх напружень у клейковинній сітці тіста перед складним процесом ручного або механічного сплітання заготовок.

Відділення приймання, зберігання та підготовки сировини призначене для забезпечення безперебійної роботи підприємства, створення необхідних запасів сировини та її належної підготовки перед подачею у тістоприготувальне відділення. Для виробництва заданого асортименту (хліб «Український новий», хліб «Чайний», плетінка «Київська») використовується така сировина: борошно пшеничне першого та другого сортів, борошно житнє обдирне, дріжджі пресовані, сіль кухонна, олія соняшникова та патока.

**Приймання та зберігання борошна** На підприємстві передбачено безтарний спосіб зберігання борошна, що дозволяє механізувати вантажно-розвантажувальні роботи та зменшити втрати сировини. Борошно доставляється на хлібозавод автоборошновозами. За допомогою пневмотранспорту борошно перекачується у силоси ХЕ-160А **(3)**.

**Підготовка борошна до виробництва** Перед подачею на виробництво борошно різних партій за потреби змішується для вирівнювання хлібопекарських властивостей. Далі воно проходить обов'язкове очищення від сторонніх домішок і розпушування на просіювальних лініях, обладнаних просіювачами безперервної дії **(4)** (продуктивністю 1500 кг/год). На просіювачах встановлені магнітні уловлювачі для вилучення металомагнітних домішок. Очищене борошно спіроматиком подається у виробничі силоси марки ХЕ-63В **(6)** (місткістю 1500 кг кожний).

**Приймання та підготовка додаткової сировини**

- **Сіль кухонна:** Зберігається у мішках **(17)** (запас на 15 діб). Підготовка полягає у приготуванні сольового розчину заданої концентрації (25-26 %) у солерозчиннику ХСР-3 **(18)**. Готовий розчин фільтрується і насосом **(16)** перекачується у напірні витратні місткості **(12)** тістоприготувального відділення.
- **Дріжджі хлібопекарські пресовані:** Доставляються в ящиках і зберігаються у холодильній камері **(14)** за температури 0...+4 °С. Для рівномірного розподілу в тісті дріжджі переводять у стан дріжджової суспензії у співвідношенні з водою 1:3. Процес приготування відбувається у місткості **(15)** із пропелерною мішалкою (корисний об'єм 500 л), після чого суспензія фільтрується і подається до виробничих ємностей **(12)**.
- **Олія соняшникова:** Доставляється на підприємство спеціалізованими харчовими автоцистернами. Зберігаються безтарним способом у спеціальних місткостях **(20)**. Рідкі компоненти за допомогою насосів через фільтри подаються по трубопроводах безпосередньо до витратних баків **(9)** на виробництві.
- **Патока:** Доставляють в особливих автоцистернах, які мають шар термоізоляції. Зберігається безтарним способом у спеціальних місткостях **(19)** (запас розраховано на 15 діб). Для зберігання необхідного запасу на підприємстві встановлено стандартні місткості об'ємом по 2,5 м³, що обладнані системою підігріву для підтримання належної плинності сировини. Підготовка та подача до виробництва автоматизовані: підігріта патока за допомогою насосів подається по трубопроводах безпосередньо до витратних баків **(10)** у тістоприготувальному відділенні.

**Постачання води, пари та повітря** для забезпечення технологічних потреб підприємство оснащене системами підготовки холодної та гарячої води. Змішування води до заданої температури відбувається в автоматичних водомірних бачках **(7, 8)** безпосередньо перед дозуванням у діжу. Для технологічних потреб (вистоювання, зволоження в печі) пара подається від централізованої котельні підприємства.

**Опис апаратурно-технологічних схем ліній з виробництва та зберігання продукції.**

**Лінія виробництва хліба «Українського нового» (на рідкій заквасці)**

Процес починається з приготування рідкої закваски. Замішування живильної суміші та закваски відбувається у ХЗМ-300 **(26)**. Після замішування маса перекачується у місткості ХЕ-45 для дозрівання **(29)**.

Тісто готується безперервним способом. Збродженa закваска, борошно житнє обдирне, борошно пшеничне 2-го сорту, сольовий розчин та вода безперервно дозуються у тістомісильну машину Х-12 **(31)**, де відбувається замішування тіста. Після цього маса надходить у корито агрегату ХТР **(32)**, де відбувається бродіння тіста протягом 60–90 хв, після чого готове тісто надходить до тістоподільної машини **(33)**, де ділиться на шматки масою 1,2 кг і йде на округлення до стрічкового округлювача БЛР **(34)**.

Після формування тістові заготовки укладаються на колиски шафи остаточного вистоювання **(37)**, де вистоюються протягом 40–60 хв. Випікання відбувається у тунельній печі J4 ППП 2.1 **(38)** з площею поду 25 м² протягом 45 хв при температурі 310-350 °С.

**Лінія виробництва хліба «Чайного» (безопарний спосіб)**

Тісто для хліба «Чайного» готують порційним безопарним способом. Дозування борошна 1-го сорту, дріжджової суспензії, сольового розчину, олії та води здійснюється безпосередньо у підкатну діжу місткістю 400 л. Інтенсивне замішування проводиться у двошвидкісній тістомісильній машині Diosna SPV **(44)**. Після бродіння в діжах **(45)** протягом 1,5 год , тісто вивантажується у тістоподільник за допомогую підйомоперекидача діж А2-ХП2Д **(46)**. Тістоподільна машина Kumkaya **(33)** ділить масу на шматки по 0,9 кг , які направляються у шафу остаточного вистоювання **(37)** на 45–55 хв. Випікання здійснюється у тунельній печі J4 ППП 2.1 **(38)** протягом 34 хв при температурі 240-260 °С.

**Лінія виробництва плетінки «Київської» (опарний спосіб)**

Плетінка виготовляється порційним опарним способом. Спочатку в підкатній діжі машини Diosna SPV **(44)** замішується опара з борошна, дріжджової суспензії та води, яка бродить 180–240 хв. Потім до опари додають решту борошна, сольовий розчин та патоку, і замішують тісто, яке бродить ще 40–60 хв. Готове тісто ділиться на шматки масою 0,6 кг. Оскільки плетінка потребує складного формування, після поділу та округлення заготовки надходять у шафу попереднього вистоювання **(48)**. Після формування (сплітання) вироби направляються у шафу остаточного вистоювання ШХР на 30–60 хв. Випікання відбувається у тунельній печі J4 ППП 2.1 **(38)** протягом 22–26 хв при температурі 170-180 °С.

**Охолодження, пакування та зберігання (Хлібосховище та експедиція)** Після випікання готова продукція транспортерами подається до відділення охолодження. Для плавного зниження температури виробів встановлено куллери Ipeka **(39)**, час перебування на яких становить 66 хв (1,1 год). Охолоджена продукція надходить на дві автоматичні пакувальні машини Hartmann **(40)** та одну машину Comiz **(53)** , де пакується в поліпропіленові пакети. Запаковані вироби укладаються на пластмасові лотки розміром 740х630х60 мм. У хлібосховищі продукція зберігається до моменту відвантаження в торговельну мережу.

# РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ, ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.

Характеристика запропонованого асортименту виробів, стандарти і показники якості наведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Характеристика асортименту

| Показники якості | Хліб «Український новий» | Хліб «Чайний» | Плетінка «Київська» |
|---|---|---|---|
| Стандарт | ДСТУ 4583:2032 | ДСТУ 7517:2014 | ТУ 15.8-000389676-001:2009 |
| Характеристика виробу | **Форма:** Відповідає формі, в якій його випікали (зазвичай прямокутна або овальна), без бокових випливів. Поверхня має бути опуклою, не пласкою. Дозволено форму у вигляді виробу або його частини, нарізаного скибками.<br><br>**Поверхня:** Шорстка, без великих тріщин та підривів. Дозволено невеликі тріщини та незначну борошнистість (якщо передбачено технологією). Для упакованих виробів дозволено незначну зморшкуватість, для нарізаних — зі слідами розрізів. | **Форма:** Відповідає формі, в якій його випікали (зазвичай довгаста, овальна або у вигляді батона), без бокових випливів. Дозволено форму у вигляді виробу або частини його, нарізаного скибками.<br><br>**Поверхня:** Гладка, без забруднення. Для цього виду характерна глянцева або злегка матова скоринка. Дозволено невеликі тріщини. Для упакованих виробів дозволено незначну зморшкуватість, для нарізаних — зі слідами розрізів.<br><br>**Колір:** Від золотисто-жовтого до світло-коричневого. Колір рівномірний по всій поверхні, без підгорілості та занадто блідих ділянок. | **Форма:** Відповідає формі, в якій її випікали (довгаста, виплетена з трьох або більше джгутів тіста), з чітким малюнком плетіння, без бокових випливів. Дозволено форму у вигляді виробу або частини його, нарізаного скибками.<br><br>**Поверхня:** Глянцева, добре змащена яєчним мастилом, без забруднення. Дозволено невеликі тріщини в місцях з'єднання джгутів. Поверхня може бути рівномірно посипана маком (згідно з рецептурою). Для упакованих виробів дозволено незначну зморшкуватість, для нарізаних — зі слідами розрізів.<br><br>**Колір:** Від золотистого до світло-коричневого, рівномірний. На гребінцях плетіння колір може бути дещо інтенсивнішим, але без підгорілості. |

**Продовження Таблиці 3.1 – Характеристика асортименту**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Колір:** Від темно-коричневого до світло-коричневого (темніший за пшеничні сорти через вміст житнього борошна). Забарвлення має бути рівномірним, без підгорілості.<br><br>**Стан м'якушки:** Пропечена, не липка і не волога на дотик. Еластична — після легкого натискання пальцями м'якушка має набувати первинної форми. Пористість добре розвинена, без пустот та ознак закалу. Колір м'якушки сірий або темно-сірий.<br><br>**Смак і запах:** Властиві цьому виду хліба (приємний кисло-солодкий смак житньо-пшеничного хліба), без стороннього присмаку (гіркоти) та стороннього запаху (плісняви чи затхлості). | **Стан м'якушки:** Добре пропечена, дуже еластична (швидко відновлює форму після натискання). Пористість рівномірна, дрібна, без пустот та ознак закалу. На дотик м'якушка м'яка та ніжна.<br><br>**Смак і запах:** Виражений приємний аромат свіжої випічки з легким солодкуватим відтінком. Смак характерний для булочних виробів із пшеничного борошна вищого або першого сорту, без сторонніх присмаків та запахів. | **Стан м'якушки:** Дуже еластична, при натисканні швидко відновлює початкову форму. Пропечена, не вогка на дотик, з добре розвиненою, рівномірною пористістю. Колір м'якушки світло-кремовий або білий (завдяки використанню борошна вищого сорту та здоби).<br><br>**Смак і запах:** Виражений приємний аромат здобної випічки з нотками ваніліну (якщо передбачено) та вершкового масла. Смак солодкуватий, властивий високорецептурним здобним виробам, без сторонніх присмаків та запахів. |
| Маса виробу, кг | 1,0 | 0,7 | 0,4 |
| Масова частка вологи м'якушки | 47,5 | 44,0 | 41,0 |
| Кислотність, град не більше | 9,0 | 3,0 | 2,5 |
| Пористість, % не менше | 56,0 | 70,0 | 68,0 |

До основної сировини, яка використовується для даного асортименту виробів, відноситься: борошно пшеничне першого сорту, борошно пшеничне другого сорту, борошно житнє обдирне, дріжджі хлібопекарські пресовані, сіль кухонна харчова. До додаткової сировини відносяться: олія соняшникова, патока.

Таблиця 3.2 – Нормативна документація на сировину та вимоги до її якості.

| № п. п | Найменування сировини | Номер та назва нормативного окументу | Вимоги до якоств за | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Органолептичними показникаи | Фізико-хімічними показниками | Технологічними властивостями |
| 1 | Борошно пшеничне першого сорту | ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» | Колір: вищого сорту - білий або білий з жовтим відтінком; першого сорту – білий з жовтим або сірим відтінком; | Масова частка вологи, %, не більше як: 15,0. Зольність, % до СР, не більш як: першого сорту - 0,75; Білість, умовних одиниць приладу РЗ-БПЛ: 36,0-53,0 Крупність помелу, %: - залишок на ситі із шовкової тканини згідно з ГОСТ 4403, не більше 2 тканина № 35 або №33/36 ПА - прохід крізь сито із шовкової тканини згідно з ГОСТ 4403, не менше 80 тканина №43 або 49/52 ПА | Клейковина сира: кількість, %, не менш як: першого сорту - 25,0. якість: не нижче другої групи. ***Число падіння***, с, не менш як: *першого сорту* – 160; ***Кислотність***, град, не більш як: *першого сорту* – 3,5; |
| 2 | Борошно пшеничне другого сорту | ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» | **Колір:** білий з жовтуватим або коричневим відтінком (помітні подрібнені оболонки зерна). **Смак:** властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків. **Запах:** властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів. | **Вологість:** не більше **15,0%**. **Зольність:** до СР, не більше **1,25%**. **Білість:** умовних одиниць приладу РЗ-БПЛ:**12,0–35,0**. **Крупність помелу:** залишок на ситі №067 не більше **2%**, прохід крізь сито №38 не менше **65%**. | **Клейковина сира:** кількість не менше **21,0%**. **Якість клейковини:** не нижче другої групи. **Число падіння:** не менше **160 с**. **Кислотність:** не більше **4,5 град**. |

**Продовження Таблиці 3.2 – Нормативна документація на сировину та вимоги до її якості.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Борошно житнє обдирне | ДСТУ 8791:2018 «Борошно житнє хлібопекарське» | *житнє обдирне* – сірувато-білий або сірувато-кремовий із вкрапленнями частинок оболонок. ***Запах***: властивий борошну без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий. ***Смак***: властивий виду борошна, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий. ***Вміст мінеральних домішок***: при розжовуванні борошна не повинно відчуватися хрускоту. | ***Білість,*** умовних одиниць фотометричного приладу, не менше ніж 6,0 Масова частка вологи, %, не більше як: 15,0. Зольність, % до СР, не більш як: 1,45 ***Крупність помелу, %:*** ***залишок на ситі*** залишок на ситі з дротяної сітки № 045, не більше ніж 2,0 прохід крізь сито із шовкової тканини № 38 або з поліамідної тканини № 43 ПА-70, не менше ніж 60,0 | ***Число падіння***, с, не менш як: 150 |
| 4 | Дріжджі хлібопекарські пресовані | ДСТУ 4812:2007 «Дріжджі хлібопекарські пресовані» | ***Колір***: рівномірний сіруватий з жовтуватим відтінком, на поверхні бруска не повинно бути темних плям. ***Запах***: прісний, властивий дріжджам, без запаху плісняви та інших сторонніх запахів. ***Смак***: властивий дріжджам, без стороннього присмаку. ***Консистенція:*** щільна. Дріжджі повинні легко ламатись і не мазатись. | ***Масова частка вологи*** у день виготовлення, %, не більш як: 75,0. ***Підіймальна сила*** (підняття тіста до 70 мм), хв, не більш як: 55. ***Кислотність*** 100 г дріжджів, $см^3$ оцтової кислоти, не більш як: у день виготовлення: 120; після 12 діб зберігання або транспортування за температури 4 °С: 300. | ***Стійкість*** дріжджів за температури дослідження 35 °С, год, не менш як: 60. ***Мальтазна активність***, хв: хороша, менш як: 90; задовільна: 90…100; незадовільна, понад: 100. |

**Продовження Таблиці 3.2 – Нормативна документація на сировину та вимоги до її якості.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Сіль кухонна | ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови» | ***Зовнішній вигляд***: кристалічний сипкий продукт. Наявність сторонніх механічних домішок, не пов'язаних з походженням солі, не допускається.<br>***Смак***:<br>солоний без стороннього присмаку.<br>***Колір***:<br>білий.<br>***Запах***:<br>відсутній. | ***Масова частка вологи***, %, не більш як:<br>кам'яної солі – 0,25;<br>***Масова частка хлористого натрію***, %, не менш як:<br>98,20.<br>***Масова частка кальцій-іону***, %, не більш як:<br>0,35.<br>***Масова частка магній-іону***, %, не більш як:<br>0,08.<br>***Масова частка сульфат-іону,*** %, не більш як:<br>0,85.<br>***Масова частка калій-іону***, %, не більш як:<br>0,10.<br>***Масова частка оксиду заліза*** (III), %, не більш як:<br>0,040.<br>***Масова частка нерозчинного у воді залишку***, %, не більш як:<br>0,25. | – |
| 6 | Олія соняшникова | ДСТУ 4492-2017 «Олія соняшникова. Технічні умови» | ***Колір:***<br>від білого до жовтого.<br>***Прозорість:***<br>прозора без осаду.<br>***Консистенція***:<br>однорідна<br>***Смак і запах***:<br>притаманні олії соняшниковій без стороннього запаху, присмаку та гіркоти. | ***Масова частка вологи та летких речовин,*** %, не більш як:<br>0,10.<br>***Колірне число***, мг йоду, не більш як:<br>10.<br>***Кислотне число***, мг КОН/г, не більш як:<br>0,25/0,60.<br>***Пероксидне число***, ½ О ммоль/кг, не більш як:<br>2,0/10,0.<br>***Масова частка не жирових домішок,*** %, не більш як:<br>відсутні. | – |

**Продовження Таблиці 3.2 – Нормативна документація на сировину та вимоги до її якості.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Патока | ДСТУ 4498:2005 «Патока крохмальна. Технічні умови» | **Зовнішній вигляд:** густа в'язка рідина. **Прозорість:** прозора (допустима опалесценція). **Колір:** від безбарвного до блідо-жовтого. **Смак і запах:** властивий патоці, без сторонніх присмаку і запаху. | **Масова частка СР:** не менше 78,0%. **Масова частка РР:** 38,0–42,0% (на суху речовину). **Зольність:** не більше 0,40% (вища) або 0,45% (перша). **Вміст SO2:** не більше 40 мг/кг. **pH:** не менше 4,6. **Механічні домішки:** не допускаються. | **Кислотність:** (0,1 моль/дм³ NaOH на 100г СР): не більше 12 см³ (кукурудзяна) або 25 см³ (картопляна). **Вільні мінеральні кислоти:** не допускаються. |

# РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

## 4.1. Вихідні дані до технологічних розрахунків

**Таблиця 4.1 – Вихідні дані до технологічних розрахунків.**

| Показники і параметри одиниць вимірювання | Умовні позначення | Значення показників і параметрів для виробів | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Хліб «Український новий» | Хліб «Чайний» | Плетінка «Київська» |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Стандарт на готові вироби | – | ДСТУ 4583:2023 | ДСТУ 7517:2024 | ТУ 15.8-000389676-001:2009 |
| Показники якості виробів | | | | |
| Маса,кг | $G_в$ | 1,0 | 0,7 | 0,4 |
| Масова частка вологи, % не більше | $W_в$ | 47,5 | 44,0 | 41,0 |
| Кислотність, град не більше | К | 9,0 | 3,0 | 2,5 |
| Пористість, не менше | П | 56,0 | 70,0 | 68,0 |
| Масова частка жиру, % до СР | $g_ж$ | – | – | – |
| Розмір виробів:<br>довжина, мм<br>ширина, мм | <br>L<br>B | <br>240<br>230 | <br>230<br>220 | <br>240<br>130 |
| Рецептура на 100 кг борошна | | | | |
| Борошно:<br>Пшеничне 1 сорту<br>Пшеничне 2 сорту<br>Обдирне | $G_б$ | <br><br>40<br>60 | 100 | 100 |
| Дріжджі пресовані | $G_{др}$ | 0,5 | 3,0 | 1,5 |
| Сіль кухонна | $G_с$ | 1.5 | 1,5 | 1,3 |
| Олія | $G_{ол}$ | – | 0,5 | – |
| Патока | $G_п$ | – | – | 4,0 |

**Продовження таблиці 4.1– Вихідні дані до технологічних розрахунків.**

| Основні показники технологічних режимів | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Вологість першої фази, % | $W_0$ | 69 – 75 | – | 42 - 43 |
| Вологість тіста, % | $W_m$ | 64 – 66 | 32 – 35 | 28 – 36 |
| Тривалість бродіння першої фази, хв. | $\tau_0$ | 180 – 240 | – | 180 – 240 |
| Тривалість бродіння тіста, хв. | $\tau_m$ | 60 – 90 | 90 | 40 – 60 |
| Тривалість вистоювання, хв. | $\tau_р$ | 40 – 60 | 45 – 55 | 30 – 60 |
| Тривалість випікання, хв. | $\tau_в$ | 45 – 55 | 34 – 36 | 22 – 26 |
| Розміри поду печі або колисок | LxB | 12000×2100 | 12000×2100 | 12000×2100 |
| Марка печі | – | J4 ППП 2.1 | J4 ППП 2.1 | J4 ППП 2.1 |
| Кількість печей | – | 1 | 1 | 1 |
| Плановий вихід | $В_{пл}$ | 141,8 | 134,5 | 129,5 |
| Спосіб тістоприготування | – | Рідка закваска | Безопарний | Опарний |
| Концентрація розчину солі, % | $С_{р.с}$ | 26% | 25% | 26% |
| Концентрація розчину цукру, % | $С_{р.ц}$ | – | – | – |
| Кратність розведення дріжджів водою | П | 1:3 | 1:3 | 1:3 |

### 4.2. Вибір і розрахунки продуктивності обладнання

Для випікання плетінки «Київська» обрано сучасну тунельну піч фірми J4 ППП 2.1, що є найбільш технологічно виправданим рішенням для виробів такого типу. Плетінка має найменшу масу в асортименті (0,4 кг) та містить у рецептурі 4,0 кг патоки на 100 кг борошна, що зумовлює підвищений вміст цукрів. Такі параметри вимагають дуже точного дотримання температурного графіка, оскільки цукри в тісті швидко карамелізуються, що може призвести до надмірного потемніння скоринки ще до того, як м’якушка повністю пропечеться. Використання печі J4 ППП 2.1 дозволяє уникнути цього ризику завдяки системі електронного керування, яка забезпечує стабільність температури в кожній зоні з точністю до градуса.

Технологічною перевагою печі J4 ППП 2.1 є також можливість гнучкого регулювання тривалості випікання. Оскільки для плетінки цей час складає лише 22–26 хвилин, безступеневе регулювання швидкості руху сітчастого поду дозволяє легко налаштувати піч на короткий цикл без втрати якості продукції. Крім того, наявність ефективної системи парозволоження та керованої витяжки пари на виході з пекарної камери гарантує отримання характерної глянцевої поверхні та збереження чіткої форми плетіння, що важливо для споживчих якостей здобного виробу. Встановлення обладнання такого класу відповідає сучасним вимогам до модернізації хлібозаводів великої потужності та дозволяє мінімізувати питомі витрати енергії при випіканні дрібноштучної продукції.

Для випікання основної частини асортименту — хліба «Українського нового» та хліба «Чайного» — обрано дві тунельні печі марки J4 ППП 2.1. Цечі є найбільш доцільними для масового виробництва подових сортів хліба на підприємствах великої потужності. Оскільки хліб «Український новий» є житньо-пшеничним виробом із високою вологістю тіста (64–66%), він потребує інтенсивного теплового впливу на початковому етапі. Конструкція J4 ППП 2.1 дозволяє реалізувати зону «обсмажування» з температурою до 310–350°C, що забезпечує швидке формування міцної та еластичної скоринки, запобігаючи розпливанню тістових заготовок та зберігаючи форму виробу масою 1,0 кг.

Для пшеничного хліба «Чайний» перевагою цієї печі є наявність потужної зони гігротермічної обробки. Висока пористість виробу (70%) та його об’єм безпосередньо залежать від ефективності парозволоження в перші хвилини випікання, що в печах J4 ППП 2.1 реалізовано через систему рівномірного розподілу пари по всій ширині сітчастого поду.

З технічної точки зору, печі J4 ППП 2.1 характеризуються високою надійністю та економічністю в експлуатації. Система рециркуляції продуктів згоряння дозволяє значно знизити питомі витрати палива, що є важливим показником при проектуванні енергоефективного виробництва. Каркасна конструкція печі забезпечує її швидкий прогрів та стабільність температурних зон, що мінімізує технологічні втрати на упікання та гарантує стабільно високу якість масових сортів хліба.

Продуктивність тунельних печей за годину $P_{год}$, кг/год, обчислюють за формулою (4.32):

$$P_{год} = \frac{N \times n \times g_в \times 60}{t_{вип}}$$

де N − кількість рядів по довжині поду в тунельній печі або кількість робочих колисок у конвеєрній (тупиковій) печі, шт.; n − кількість виробів по ширині поду в тунельній печі або на одній колисці в колисковій печі, шт.; $g_в$ − стандартна маса виробу, кг; $t_{вип}$− тривалість випікання, хв.

Кількість виробів на колисці або кількість виробів по ширині поду в тунельній печі n, шт., розраховують, виходячи з довжини й ширини виробів і відстані між ними за формулою (4.33):

$$n = \frac{B-a}{l+a}$$

де B, l − ширина поду печі та виробу, мм; а − відстань між виробами, мм.

Кількість рядів виробів по довжині поду тунельної печі N шт., визначають за формулою (4.34)

$$N = \frac{L-a}{b+a}$$

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

**Розрахунок продуктивності печі J4 ППП 2.1 для виробництва хліба «Українського нового»**

По довжині визначають за формулою (4.34) :

$$N = \frac{12000 - 30}{240 + 30} = 44{,}3 \text{ шт.}$$

Приймаємо 44 штуки.

По ширині визначають за формулою (4.33):

$$n = \frac{2100 - 30}{240 + 30} = 7{,}6 \text{ шт.}$$

Приймаємо 7 штук

Продуктивність печі на годину визначають за формулою (4.32):

$$P_{год} = \frac{44 \times 7 \times 1 \times 60}{50} = 410 \text{ кг/год}$$

**Розрахунок продуктивності печі J4 ППП 2.1 для виробництва хліба «Чайного»**

По довжині визначають за формулою (4.34):

$$N = \frac{12000 - 30}{230 + 30} = 46{,}3 \text{ шт.}$$

Приймаємо 46 штук

По ширині визначають  за формулою (4.33):

$$n = \frac{2100 - 30}{220 + 30} = 8{,}2 \text{ шт.}$$

Приймаємо 8 штук

Продуктивність печі на годину визначають за формулою (4.32):

$$\text{Р}_{\text{год}} = \frac{46 \times 8 \times 0{,}7 \times 60}{39} = 454 \text{ кг/год}$$

**Розрахунок продуктивності печі Ј4 ППП 2.1 для виробництва плетінки «Київської»**

Вироби випікають на листах розміром 480х650

По довжині за формулою (4.34):

$$N_n = \frac{650 - 20}{240 + 30} = 4{,}2 \text{ шт.}$$

Приймаємо 4 штуки

По ширині визначають  за формулою (4.33):

$$n_n = \frac{480 - 20}{200 + 20} = 2{,}0 \text{ шт.}$$

Кількість листів по ширині поду(4.33):

$$n = \frac{2100 - 20}{650 + 20} = 3{,}1 \text{ шт.}$$

Кількість листів по довжині поду(4.34):

$$N = \frac{12000 - 50}{480 + 50} = 22{,}5 \text{ шт.}$$

Продуктивність печі на годину визначають за формулою (4.32):

$$\text{Р}_{\text{год}} = \frac{2 \times 4 \times 3 \times 22 \times 0{,}4 \times 60}{26} = 487 \text{ кг/год}$$

Таблиця 4.2– Дані розрахунку продуктивності печей

| Вироби | Маса виробу,кг | Кількість виробів на поду, шт | | Тривалість випікання, хв |
|---|---|---|---|---|
| | | По довжині | По ширині | |
| Хліб «Український новий» | 1,0 | 57 | 10 | 45 |
| Хліб «Чайний» | 0,7 | 59 | 10 | 34 |
| Плетінка «Київська | 0,4 | 57 | 20 | 26 |

Таблиця 4.3– Графік роботи печей протягом доби

| № | Марка печі | Зміна, години роботи | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Перша 20.00 – 7.30 | 0.30 | Друга 8.00 – 19.30 | 0.30 |
| 1 | Піч J4 ППП 2.1 | ++++++++++++++ | | ++++++++++++ | |
| 2 | Піч J4 ППП 2.1 | «»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»» | | «»»»»»»»»»»»»»»»»»» | |
| 3 | Піч J4 ППП 2.1 | ********** | | ********** | |

Для подальших розрхунків приймаємо «плановий вихід».

Продуктивність печі J4 ППП 2.1 для хліба «Українського нового» на добу (4.35):

$$\text{Р}_{\text{доб}} = P_{\text{год}} \times P_{\text{печі}}$$

де $\tau_{\text{печі}}$ – кількість годин роботи печі за добу.

$$\text{Р}_{\text{доб}} = 410 \times 23 = 9443 \text{ кг/добу}$$

Продуктивність печі J4 ППП 2.1 для хліба «Чайного» на добу за формулою (4.35):

$$\text{Р}_{\text{доб}} = 454 \times 23 = 10455 \text{ кг/добу}$$

Продуктивність печі J4 ППП 2.1 для плетінки «Київської» на добу за формулою (4.35)

$$\text{Р}_{\text{доб}} = 487 \times 23 = 11210 \text{ кг/добу}$$

Таблиця 4.4– характеристики печей на виробництві

| № печі | Марка печі | Асортимент виробів | Продуктивність за годину, кг | Тривалість роботи печі | Продуктивність за добу, кг |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | J4 ППП 2.1 | Хліб «Український новий» | 410 | 23 | 9443 |
| 2 | J4 ППП 2.1 | Хліб «Чайний» | 454 | 23 | 10455 |
| 3 | J4 ППП 2.1 | Плетінка «Київська» | 487 | 23 | 11210 |
| Потужність заводу в асортименті | | | | | 31108 |

### 4.3. Продуктові розрахунки

Таблиця 4.5 – Масова частка сухих речовин у тісті для хліба «Українського нового»

| Сировина, кг | Маса, кг | Масова частка вологи, % | Маса сухих речовин, кг |
|---|---|---|---|
| Борошно житнє обдирне | 60 | 14,5 | 51,30 |
| Борошно пшеничне 2 сорту | 40 | 14,5 | 34,20 |
| Дріжджі пресовані | 0,5 | 75 | 0,125 |
| Сіль кухонна | 1,5 | – | 1,5 |
| Разом | 102 | – | 87,125 |

Вихід тіста розраховують за формулою (4.1):

$$G_m = \frac{\sum G_{ср}^{сир} \times 100}{100 - W_m}$$

Де $G_{ср}^{сир}$ це загальна маса сухих речовин всієї сировини, $W_m$ – масова частка вологи в тісті.

$$G_m = \frac{87,125 \times 100}{100 - 48} = 167,55 \text{ кг}$$

Маса води в тісті розраховують за формулою (4.2):

$$G_в = G_m - \sum G_{сир}$$

де $G_m$ – вихід тіста, $G_{сир}$ – загальна маса сировини на 100 кг борошна

$$G_в = 167,55 - 102 = 65,55 \text{ кг}$$

Маса розчину солі розраховують за формулою (4.3):

$$G_{р.с} = \frac{C_с \times 100}{C_с}$$

де $C_с$ — концентрація солі, кг у 100 кг розчину, визначають, виходячи з густини розчину солі

$$G_{р.с} = \frac{1,5 \times 100}{26} = 5,77 \text{ кг}$$

Маса води в розчині солі розраховують за формулою (4.4):

$$G_в^{р.с} = G_{р.с} - G_с$$

$$G_в^{р.с} = 5,77 - 1,5 = 4,27 \text{ кг}$$

Маса дріжджевої суспензії:

$$G_{др.с} = 0,5 + 0,5 \times 3 = 2,0 \text{ кг}$$

Маса води $G_в^{др.с}$ , кг, яку необхідно додати, щоб отримати суспензію дріжджів у воді у співвідношенні 1 : n розраховують за формулою (4.5):

$$G_в^{др.с} = G_{др} \times n - (G_{др.м} - G_{др})$$

$$G_в^{др.с} = 2,0 - 0,5 = 1,5 \text{ кг}$$

Вода на приготування закваски розраховують за формулою (4.6):

$$G_в^т = G_т^в - G_{р.с}^в - G_{др.с}^в$$

$$G_в^з = 65,55 - 4,27 - 1,5 = 59,73 \text{ кг}$$

Маса борошна в заквасці за формулою (4.7):

$$G_б^з = \frac{G_в^з * (100 - W_з)}{W_з - W_б}$$

де:

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

$W_{бж}$ – вологість житнього борошна %

$$G_б^з = \frac{59,73 \times (100 - 72)}{72 - 14,5} = 29,09 \text{ кг}$$

Маса закваски за формулою (4.8):

$$G_з = G_б^з + G_в^з$$

$$G_з = 22,09 + 59,73 = 88,82 \text{ кг}$$

Маса стиглої закваски:

$$G_{ст.з.} = \frac{\%G_{ст.з.} \times G_{з.}}{100}$$

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

$$G_{ст.з} = \frac{50 \times 88,82}{100} = 44,41 \text{ кг}$$

Маса борошна в стиглій заквасці:

$$G_б^{ст.з} = \frac{44,41 \times (100 - 72)}{100 - 14,5} = 14,54 \text{ кг}$$

Маса води в стиглій заквасці:

$$G_в^{ст.з} = 44,41 - 14,54 = 29,87 \text{ кг}$$

Маса борошна та води на приготування живильної суміші розраховують за формулою (4.9):

$$G_б^{ж.с} = G_б^з - G_б^{ст.з}$$

$$G_в^{ж.с} = G_в^з - G_в^{ст.з}$$

$$G_б^{ж.с} = 29,09 - 14,54 = 14,55 \text{ кг}$$

$$G_в^{ж.с} = 59,73 - 29,87 = 29,86 \text{ кг}$$

Маса живильної суміші розраховують за формулою (4.10):

$$G_{ж.с} = G_б^{ж.с} + G_в^{ж.с}$$

$$G_{ж.с} = 14,55 + 29,86 = 44,41 \text{ кг}$$

Маса борошна що вноситься в тісто за вийнятком борошна на оброблення:

$$G_б^m = 100 - 29,09 - 1 = 69,91$$

Пшеничне 2 сорту: 40 кг

Обдирне: $69{,}91 - 40{,}0 = 29{,}91$ кг

Таблиця 4.6 – Рецептура закваски

| Сировина | Стигла закваска | Живильна суміш | Всього |
|---|---|---|---|
| Борошно обдирне | 14,55 | 14,55 | – |
| Вода | 29,86 | 29,86 | – |
| Стигла закваска | – | – | 44,41 |
| Живильна суміш | – | – | 44,41 |
| Разом | 44,41 | 44,41 | 88,82 |

Таблиця 4.7 – Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Українського нового» на 100 кг борошна

| Сировина | Всього | Закваска | Тісто | На оброблення |
|---|---|---|---|---|
| Борошно житнє обдирне | 60,0 | 29,09 | 29,91 | 1,0 |
| Борошно пшеничне 2 сорту | 40,0 | – | 40,0 | – |
| Дріжджова суспензія | 2,0 | – | 2,0 | – |
| Розчин солі | 5,77 | – | 5,77 | – |
| Вода | 59,78 | 59,78 | 0,05 | – |
| Закваска | – | – | 88,82 | – |
| Разом | 167,55 | 88,82 | 166,55 | 1,0 |

Таблиця 4.8 – Масова частка сухих речовин у тісті для хліба «Чайного»

| Сировина | Маса, кг | Масова частка вологи, % | Маса СР, кг |
|---|---|---|---|
| Борошно пщеничне першого сорту | 100 | 14,5 | 85,5 |
| Дріжджі пресовані | 3,0 | 75,0 | 0,75 |
| Сіль кухонна | 1,5 | 0 | 1,5 |
| Олія соняшникова | 0,5 | 0,1 | 0,50 |
| Разом | 105,0 | _ | 89,65 |

Вихід тіста розраховують за формулою (4.1):

$$G_m = \frac{89,65 \times 100}{100 - 44,5} = 161,53 \text{ кг}$$

Загальна кількість води в тісті розраховують за формулою (4.2):

$$G_в^m = 161,53 - 105,0 = 56,53 \text{ кг}$$

Маса розчину солі розраховують за формулою (4.3):

$$G_{р.с} = \frac{1,5 \times 100}{26} = 5,77 \text{ кг}$$

Маса води в розчині солі розраховують за формулою (4.2):

$$G_в^{р.с} = 5,77 - 1,5 = 4,27 \text{ кг}$$

Маса дріжджевої суспензії:

$$G_{др.с} = 3 + 3 \times 3 = 12,0 \text{ кг}$$

Вода в суспензії розраховують за формулою (4.2):

$$G_в^{др.с} = 12,0 - 3,0 = 9 \text{ кг}$$

Таблиця 4.9 – Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Чайного» на 100 кг борошна

| Сировина | Тісто |
|---|---|
| Борошно пшеничне першого сорту | 100 |
| Дріжджова суспензія | 12 |
| Розчин солі | 5,81 |
| Олія | 0,5 |
| Вода | 43,22 |
| Разом | 161,53 |

Таблиця 4.10 – Масова частка сухих речовин для плетінки «Київської»

| Сировина за рецептурою | Маса, кг | Масова частка вологи, % | Маса сухих речовин, кг |
|---|---|---|---|
| Борошно пшеничне 1 сорту | 100 | 13,1 | 86,9 |
| Дріжджі пресовані | 1,5 | 75,0 | 0,38 |
| Сіль кухонна | 1,3 | – | 1,3 |
| Патока | 4,0 | 22,0 | 3,12 |
| Разом | 106,8 | – | 91,70 |

Розраховуємо вихід тіста розраховують за формулою (4.1):

$$G_m = \frac{91{,}70 \times 100}{100 - 41{,}5} = 156{,}75 \text{ кг}$$

Розраховуємо загальну масу води в тісті розраховують за формулою (4.2):

$$G_в^m = 156{,}73 - 106{,}8 = 49{,}95 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу розчину солі розраховують за формулою (4.3):

$$G_{р.с} = \frac{1{,}5 \times 100}{25{,}83} = 5{,}03 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу води внесену в розчин солі розраховують за формулою (4.2):

$$G^{рс}_в = 5{,}03 - 1{,}3 = 3{,}73 \text{ кг}$$

Таблиця 4.11 – Маса сухих речовин в опарі

| Сировина за рецептурою | Маса, кг | Масова частка вологи | Маса сухих речовин, кг |
|---|---|---|---|
| Борошно пшеничне 1 сорту | 50 | 13,1 | 43,45 |
| Дріжджі пресовані | 1,5 | 75,0 | 0,38 |
| Разом | 51,5 | – | 43,83 |

Розраховуємо вихід опари розраховують за формулою (4.1):

$$G_о = \frac{43{,}83 \times 100}{100 - 48} = 84{,}29 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу води в опарі розраховують за формулою (4.2):

$$G^о_в = 84{,}28 - 51{,}5 = 32{,}79 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу дріжджевої суспензії:

$$G^{1:3}_{др.с} = 1{,}5 + 1{,}5 \times 3 = 6{,}0 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу води внесеної у тісто з дріжджевою суспензією:

$$G^{др.с}_в = 6{,}0 - 1{,}5 = 4{,}5 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу води що вноситься в опару, за вийнятком води, внесеної з дріжджевою суспензією:

$$G^о_в = 32{,}78 - 4{,}5 = 28{,}28 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу води яку треба внести під час замішування тіста:

$$G^т_в = 49{,}93 - 4{,}3 - 4{,}5 - 28{,}29 = 13{,}43$$

Таблиця 4.12 – Пофазна рецептура приготування тіста для плетінки «Київської» на 100 кг борошна

| Сировина і напівфабрикати | Всього | Опара | Тісто |
|---|---|---|---|
| Борошно пшеничне 1 сорту | 100 | 50 | 50 |
| Дріжджова суспензія | 6,0 | 6,0 | – |
| Розчин солі | 5,8 | – | 5,8 |
| Патока | 4,0 | – | 4,0 |
| Вода | 45,63 | 32,78 | 12,85 |
| Опара | – | – | 84,29 |
| Разом | 156,93 | 84,29 | 156,93 |

**Розрахунок виходу хліба для хліба «Український новий»**

Середньозважена масова частка вологи у сировині $W_{сир}$ %, обчислюємо за формулою (4.11)

$$W_{сир} = \frac{G_б + W_б + G_{др} + W_{др} + G_с + W_с \ldots}{G_б + G_{др} + G_с \ldots}$$

Де

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

Масову частка вологи обчислюємо за формулою (4.11)

$$W_{сир} = \frac{100 \times 14,5 + 0,5 \times 75 + 1,5 \times 3,0}{100 + 0,5 + 1,5} = 14,63\%$$

Вихід тіста обчислюємо за формулою (4.12):

$$G_m = \frac{G_{сир}(100 - W_{сир})}{100 - W_m} + K$$

де $G_{сир}$ — маса сировини у тісті з 100 кг борошна, кг; $W_m$ – масова частка вологи у тісті, %; К – маса сировини на оздоблення та включення, кг.

$$G_m = \frac{102,0 \times (100 - 14,63)}{100 - 48,0} = 167,40 \text{ кг}$$

Втрати борошна до замішування обчислюємо за формулою (4.13):

$$B_б = \frac{g_б(100 - W_б)}{100 - W_m},$$

де $g_б$ – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна.

$$B_б = 0,02 \times \frac{100 - 14,5}{100 - 48} = 0,03 \text{ кг}$$

Втрати від замішування до печі обчислюємо за формулою (4.14):

$$В_m = \frac{g_m(100-W_{ср})}{100-W_m}$$

де $g_m$ – втрати борошна і тіста під час замішування і приготування тіста, % до маси борошна; $W_{ср1}$ – масова частка вологи у відходах, %

$$В_m = 0{,}05 \times \frac{100-30}{100-48} = 0{,}07 \text{ кг}$$

Затрати під час бродіння напівфабрикату обчислюємо за формулою (4.15):

$$З_{бр} = \frac{С_{сух} \times 0.95(С_{сир} - g_m)(100-W_{ср})}{1{,}96 \times 100(100-W_т)}$$

де $С_{сух}$ – затрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста; $g_{обр}$ – затрати борошна під час оброблення тіста, % до маси борошна.

$$З_{бр} = \frac{0{,}95 \times 2{,}6 \times (102-1{,}0) \times (100-14{,}63)}{1{,}96 \times 100 \times 52} = 2{,}09 \text{ кг}$$

Затрати борошна під час оброблення обчислюємо за формулою (4.16):

$$З_{обр} = \frac{g_{обр}(W_m - W_б)}{100-W_m}$$

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

$$З_{обр} = \frac{1{,}0 \times (48-14{,}5)}{100-48} = 0{,}64 \text{ кг}$$

Затрати під час випікання обчислюємо за формулою (4.17):

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

$$З_{уп} = \frac{9{,}1 \times (167{,}40 - (0{,}03 + 0{,}07 + 2{,}09 + 0{,}64))}{100} = 14{,}98$$

Затрати під час укладання обчислюємо за формулою (4.18):

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

$$З_{укл} = \frac{0{,}7 \times (164{,}57 - 14{,}98)}{100} = 1{,}05 \text{ кг}$$

Затрати від усихання хліба обчислюємо за формулою (4.19):

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

$$З_{ус} = \frac{3{,}7 \times (149{,}59 - 1{,}05)}{100} = 5{,}50 \text{ кг}$$

Втрати крихти та лому обчислюємо за формулою (4.20):

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

$$В_{кр} = \frac{0{,}02 \times 142{,}32}{100} = 0{,}03 \text{ кг}$$

Втрати за рахунок неточної масси обчислюємо за формулою (4.21):

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

$$В_{шт} = \frac{0{,}5 \times (148{,}54 - 5{,}50)}{100} = 0{,}72 \text{ кг}$$

Втрати від переробки браку обчислюємо за формулою (4.22):

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

$$В_{бр} = \frac{0,02 \times 142,32}{100} = 0,03 \text{ кг}$$

Вихід хлібу обчислюємо за формулою (4.23):

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

$$В_х = 167,40 - (0,3 + 0,7 + 2,09 + 0,64 + 14,98 + 1,05 + 5,5 + 0,72 + 0,06) = 142,26\%$$

**Розрахунки виходу хлібу «Чайного»**

Масова частка вологи обчислюємо за формулою (4.11):

$$W_{сир} = \frac{100 \times 14,5 + 3,0 \times 75 + 1,5 \times 3,0 + 0,5 \times 0,1}{100 + 0,5 + 1,5} = 15,99\%$$

Вихід тіста обчислюємо за формулою (4.12):

$$G_m = \frac{105,0 \times (100 - 15,99)}{100 - 44,5} = 161,53 \text{ кг}$$

Втрати борошна до замішування обчислюємо за формулою (4.13):

$$В_б = 0,02 \times \frac{100 - 14,5}{100 - 48} = 0,03 \text{ кг}$$

Втрати від замішування до печі обчислюємо за формулою (4.14):

$$В_m = 0,05 \times \frac{100 - 30}{100 - 48} = 0,07 \text{ кг}$$

Затрати під час бродіння напівфабрикату обчислюємо за формулою (4.15):

$$З_{бр} = \frac{0,95 \times 2,6 \times (102 - 1,0) \times (100 - 15,99)}{1,96 \times 100 \times 52} = 2,06 \text{ кг}$$

Затрати борошна під час оброблення обчислюємо за формулою (4.16):

$$З_{обр} = \frac{1,0 \times (48 - 14,5)}{100 - 48} = 0,64 \text{ кг}$$

Затрати під час випікання обчислюємо за формулою (4.17):

$$З_{уп} = \frac{11,5 \times (161,53 - (0,03 + 0,07 + 2,09 + 0,64))}{100} = 18,25 \text{ кг}$$

Затрати під час укладання обчислюємо за формулою (4.18):

$$З_{укл} = \frac{0,7 \times (161,53 - 19,18)}{100} = 1,05 \text{ кг}$$

Затрати від усихання хліба обчислюємо за формулою (4.19):

$$З_{ус} = \frac{3,9 \times (147,64 - 1,18)}{100} = 5,71 \text{ кг}$$

Втрати крихти та лому обчислюємо за формулою (4.20):

$$В_{кр} = \frac{0,02 \times 142,32}{100} = 0,04 \text{ кг}$$

Втрати за рахунок неточної масси обчислюємо за формулою (4.21):

$$В_{шт} = \frac{0,5 \times (146,46 - 5,71)}{100} = 0,70 \text{ кг}$$

Втрати від переробки браку обчислюємо за формулою (4.22):

$$В_{бр} = \frac{0,02 \times 142,32}{100} = 0,03 \text{ кг}$$

Вихід хлібу обчислюємо за формулою (4.23):

$$В_х = 156,75 - (0,3 + 0,7 + 2,06 + 0,64 + 17,70 + 1,18 + 0,77) = 135,27\%$$

**Розрахунок виходу плетінки «Київської»**

Масова частка вологи обчислюємо за формулою (4.11):

$$W_{сир} = \frac{100 \times 14,5 + 3,0 \times 75 + 1,3 \times 3,0 + 4,0 \times 22}{100 + 0,5 + 1,5} = 15,99\%$$

Вихід тіста обчислюємо за формулою (4.12)

$$G_m = \frac{106,8 \times (100 - 15,49)}{100 - 41,5} = 173,57 \text{ кг}$$

Втрати борошна до замішування обчислюємо за формулою (4.13):

$$В_б = 0,05 \times \frac{100 - 14,5}{100 - 48} = 0,08 \text{ кг}$$

Втрати від замішування до печі обчислюємо за формулою (4.14):

$$В_m = 0,05 \times \frac{100 - 30}{100 - 48} = 0,07 \text{ кг}$$

Затрати під час бродіння напівфабрикату обчислюємо за формулою (4.15):

$$З_{бр} = \frac{0,95 \times 2,6 \times (106,8 - 1,0) \times (100 - 15,49)}{1,96 \times 100 \times 52} = 2,17 \text{ кг}$$

Затрати борошна під час оброблення обчислюємо за формулою (4.16):

$$З_{обр} = \frac{1,0 \times (48 - 14,5)}{100 - 48} = 0,64 \text{ кг}$$

Затрати під час випікання обчислюємо за формулою (4.17):

$$З_{уп} = \frac{16,0 \times (173,57 - (0,08 + 0,07 + 2,17 + 0,64))}{100} = 27,30$$

Затрати під час укладання обчислюємо за формулою (4.18):

$$З_{укл} = \frac{0,8 \times (170,61 - 19,18)}{100} = 1,15 \text{ кг}$$

Затрати від усихання хліба обчислюємо за формулою (4.19):

$$З_{ус} = \frac{7,0 \times (143,31 - 1,15)}{100} = 9,95 \text{ кг}$$

Втрати крихти та лому обчислюємо за формулою (4.20):

$$В_{кр} = \frac{0,03 \times 132,55}{100} = 0,03 \text{ кг}$$

Втрати за рахунок неточної масси обчислюємо за формулою (4.21):

$$В_{шт} = \frac{0,5 \times (142,16 - 9,95)}{100} = 0,66 \text{ кг}$$

Втрати від переробки браку обчислюємо за формулою (4.22):

$$В_{бр} = \frac{0,02 \times 131,51}{100} = 0,02 \text{ кг}$$

Вихід хлібу обчислюємо за формулою (4.23):

$$В_х = 173,57 - (0,08 + 0,7 + 2,17 + 0,64 + 27,30 + 1,15 + 9,95 + 0,66 + 0,2) = 131,49\%$$

Таблиця 4.13 – Вихід продукції

| Тип виходу | Хліб «Український новий» | Хліб «Чайний» | Плетінка «Київська |
|---|---|---|---|
| Плановий вихід, % | 141,8 | 134,5 | 129,5 |
| Фактичний вихід, % | 142,26 | 135,27 | 131,49 |

**Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів.**

Розрахувати виробничу рецептуру приготування хліба українського нового. Продуктивність печі за годину $Р_{год}$ становить 410 кг. Вихід хліба – 141,8 %. Рецептура приготування тіста за фазами на 100 кг борошна. Закваску готують у ферментаторі ХЗМ-300. Тісто готують безперервним способом.

Таблиця 4.14 – Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Українського нового» на 100 кг борошна

| Сировина | Всього | Закваска | Тісто | На оброблення |
|---|---|---|---|---|
| Борошно житнє обдирне | 60,0 | 29,09 | 29,92 | 1,0 |
| Борошно пшеничне 2 сорту | 40,0 | – | 40,0 | – |
| Дріжджова суспензія | 2,0 | – | 2,0 | – |
| Розчин солі | 5,77 | – | 5,77 | – |
| Вода | – | 59,73 | 59,73 | – |
| Закваска | – | – | 88,83 | – |
| Разом | 167,55 | 88,82 | 165,50 | 1,0 |

Витрати борошна за годину обчислюємо за формулою (4.24):

$$G_б^{год} = = \frac{Р_{год} \times 100}{В_{хл}}$$

де $Р_{год}$ – годинна продуктивність печі, кг/год; Вх – плановий вихід хліба.

$$G_б^{год} = \frac{410 \times 100}{141,8} = 289,14 \text{ кг/год}$$

Коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури для тіста обчислюємо за формулою (4.25):

$$К_{хв} = \frac{G_б^{год}}{100 * 60}$$

$$К_{хв} = \frac{289,14}{100 \times 60} = 0,04$$

Коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури для закваски обчислюємо за формулою (4.26):

$$К_{зав} = \frac{Е_{нф}}{G_{нф}}$$

$Е_{нф}$ – кількість напівфабрикату в ферментаторі, 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.

$$К_{закв} = \frac{225}{88,83} = 2,532$$

Кількість замісів:

$$N = \frac{289,13}{70} = 4,1 \text{ за год.}$$

Ритм замісу:

$$R = \frac{60}{4,1} = 14,6 \text{ хв}$$

Величина шматків обчислюється за формулою (4.27):

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

$G_{хл}$ – маса готового виробу, кг; $G_{уп}$ – упікання, %; $G_{ус}$ – усихання, %

$$N^{т}_{шм} = \frac{1,0 \times 100 \times 100}{(100 - 14,98)(100 - 5,5)} = 1,2 \text{ кг}$$

Таблиця 4.15 – Виробнича рецептура хліба «Український новий»

| Сировина і напівфабрикати | Витрати сировини і напівфабрикатів | | |
|---|---|---|---|
| | У закваску К= 2,532 | У тісто, кг/хв К=0,04 | На оброблення, кг/хв |
| Борошно житнє обдирне | 73,68 | 1,44 | 0,16 |
| Борошно пшеничне другого сорту | – | 1,92 | – |
| Дріжджова суспензія | – | 0,09 | – |
| Розчин солі | – | 0,28 | – |
| Закваска | – | 4,26 | – |
| Вода | 151,32 | – | – |
| Разом | 225,0 | 8,16 | 0,16 |

Розрахувати виробничу рецептуру приготування хліба «Чайного». Продуктивність печі за годину $Р_{год}$ становить 454 кг. Вихід хліба – 139,98 %. Рецептура приготування тіста за фазами на 100 кг борошна. Тісто готують порційним безопарним способом в тістомісильній машині Diosna

Таблиця 4.16 – Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Чайного» на 100 кг борошна

| Сировина | Тісто |
|---|---|
| Борошно пшеничне першого сорту | 100 |
| Дріжджова суспензія | 12 |
| Розчин солі | 5,81 |
| Олія | 0,5 |
| Вода | 43,22 |
| Разом | 161,53 |

Витрати борошна за годину обчислюємо за формулою (4.24):

$$G_б^{год} = \frac{454 \times 100}{139,98} = 324,0 \text{ кг/год}$$

Коефіцієнт перерахунку залежно від допустимого завантаження діжі:

$$E_m = \frac{35 \times 200}{100} = 70$$

Коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури для тіста:

$$К_{діж} = \frac{70}{100} = 0,7$$

Кількість замісів:

$$N = \frac{324}{70} = 4,6 \text{ за год.}$$

Ритм замісів:

$$R = \frac{60}{4,8} = 12,5 \text{ хв}$$

Величина шматків обчислюється за формулою (4.27):

$$n^m_{шм} = \frac{0,7 \times 100 \times 100}{(100-18,25)(100-5,71)} = 0,9 \text{ кг}$$

Таблиця 4.17 – Виробнича рецептура хліба «Чайного»

| Сировина і напівфабрикати | У тісто, з перерахунком К=0,7 |
|---|---|
| Борошно пшеничне 1 сорту | 70,0 |
| Дріжджева суспензія | 8,40 |
| Розчин солі | 4,07 |
| Олія | 0,35 |
| Вода | 30,25 |
| Разом | 113,07 |

Розрахувати виробничу рецептуру приготування плетінки «Київської». Продуктивність печі за годину $Р_{год}$ становить 487 кг. Вихід хліба – 131,49 %. Рецептура приготування тіста за фазами на 100 кг борошна. Тісто готують порційним опарним способом в тістомісильній машині Diosna

Таблиця 4.18 – Пофазна рецептура приготування тіста для плетінки «Київської» на 100 кг борошна

| Сировина і напівфабрикати | Всього | Опара | Тісто |
|---|---|---|---|
| Борошно пшеничне 1 сорту | 100 | 45 | 55 |
| Дріжджова суспензія | 6,0 | 6,0 | – |
| Розчин солі | 5,8 | – | 5,8 |
| Патока | 4,0 | – | 4,0 |
| Вода | 45,63 | 32,78 | 12,85 |
| Опара | – | – | 84,28 |
| Разом | 161,43 | 83,78 | 161,43 |

Витрати борошна за годину обчислюємо за формулою (4.24):

$$G_б^{год} = \frac{487 \times 100}{131,49} = 370,37 \text{ кг/год}$$

Коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури для тіста обчислюємо за формулою (4.25):

$$К_{хв} = \frac{60}{100} = 0,6$$

Коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури для закваски:

$$К_{опар} = \frac{30}{100} = 0,3$$

Кількість замісів:

$$N = \frac{370,37}{60} = 6,17 \text{ за год.}$$

Ритм замісу:

$$R = \frac{60}{6,27} = 9,57 \text{ хв}$$

Величина шматків обчислюється за формулою (4.26):

$$n^m_{шм} = \frac{0,4 \times 100 \times 100}{(100-27,3)(100-9,95)} = 0,6 \text{ кг}$$

Таблиця 4.19 – Виробнича рецептура плетінки «Київської»

| Сировина і напівфабрикати | Витрати сировини і напівфабрикатів | |
|---|---|---|
| | У опару К= 0,3 | У тісто, кг/хв К=0,6 |
| Борошно пшеничне першого сорту | 13,5 | 33,0 |
| Дріжджова суспензія | 1,8 | – |
| Розчин солі | – | 3,48 |
| Патока | – | 2,4 |
| Опара | – | 27,6 |
| Вода | 7,5 | 5,52 |
| Разом | 22,8 | 72,0 |

Таблиця 4.20 – Параметри технологічного процесу виробництва

| Параметри процесів | Хліб «Український новий» | | Плетінка «Київська» | | Хліб «Чайний» |
|---|---|---|---|---|---|
| | Тісто | Закваска | Тісто | Опара | Тісто |
| Початкова температура, ˚С | 29-31 | 28-32 | 28-30 | 28-30 | 27-30 |
| Кінцева кислотність, град | 9,0 | 9,0-12,0 | 2,5-3,0 | 3,0-3,5 | 2,8-3,5 |
| Вологість, % | 64-65 | 69-75 | 28-36 | 42-43 | 32-35 |
| Ритм замішування, хв | 14,6 | – | 9,57 | – | 12,5 |
| Тривалість бродіння, хв | 60-90 | 180-240 | 40-60 | 180-240 | 90 |
| Ритм відбирання, хв | 4,04,5 | – | 3,0-3.5 | – | 3,5-4,0 |
| Маса шматків тіста, кг | 1,2 | – | 0,6 | – | 0,9 |
| Тривалість вистоювання, хв | 40-60 | – | 30-60 | – | 45-55 |
| Температура у вистійній шафі, ˚С | 35-45 | – | 35-40 | – | 35-40 |
| Відносна вологість у вистійній шафі, % | 75-85 | – | 75-85 | – | 75-85 |
| Тривалість випікання, хв | 45-55 | – | 22-26 | – | 34-36 |
| Температура пекарної камери, ˚С | 310-350 | – | 170-180 | – | 240-260 |

### 4.4. Розрахунки витрат і запасів основної і додаткової сировини, тари, допоміжних та пакувальних матеріалів

Вихідними даними для розрахунку є годинна продуктивність печі, плановий вихід виробу та уніфікована рецептура виробу. У розрахунку обчислюють годинні витрати борошна для кожного виду виробів і для кожної печі, якщо однаковий асортимент виготовляють на печах різних марок. Розраховують годинні витрати борошна печі $G_б^{год}$ кг/год (4.27)

$$G_б^{год} = = \frac{P_{год} \times 100}{B_{хл}}$$

Добова витрата сировини $G_{сир}^{доб}$, кг/доб., складає (4.28)

$$G_{сир}^{доб} = G_б^{год} \times т$$

Де т - тривалість роботи печі, год (23 години )

Добова витрата кожного виду сировини визначаємо за фомулою (4.29)

$$G_{сир}^{зм} = G_б^{зм} \times G_{\ сир} /100$$

де:
$G_{сир}^{зм}$– витрати сировини за зміну
$G_{\ сир}$ = маса сировини з уніфікованої рецептури

Розраховуємо кількість товарної солі $C_{с.т.}$, кг за формулою (4.30)

$$C_{с.т.} = \frac{Cc \times 100}{(100 - Wc)\frac{100-H}{100} - 0.6H}$$

де
Wc – Вологість товарної солі, % (0,25%)
Н – нерозчинні домішки, % (0,85 %)

**Розрахунок добових витрат сировини для хліба «Українського нового»**

Годинні витрати борошна обчислюється за формулою (4.27):

$$G_б^{год} = \frac{410 \times 100}{141,8} = 289,13 \text{ кг/год}$$

Добові витрати борошна обчислюється за формулою (4.28):

$$G_б^{доб} = 289,13 \times 23 = 6650 \text{ кг/добу}$$

Розподіл по сортам:

$$G_{обд} = 6650 \times 0,6 = 3990 \text{ кг/добу}$$

$$G_{2сорт} = 6650 \times 0,4 = 2660 \text{ кг/добу}$$

Добові витрати дріжджів обчислюється за формулою (4.29):

$$G_{др} = \frac{6650 \times 0,5}{100} = 33,25 \text{ кг/добу}$$

Витрати товарної солі обчислюється за формулою (4.30):

$$C_{с.т.} = \frac{1,5 \times 100}{(100-0)\frac{100-0,85}{100} - 0,6 \times 0,85} = 1,52 \text{ кг}$$

Добові витрати солі обчислюється за формулою (4.29):

$$G_{с} = \frac{6650 \times 1,52}{100} = 101,08 \text{ кг/добу}$$

**Розрахунок добових витрат сировини для хліба «Чайного»**

Годинні витрати борошна обчислюється за формулою (4.27):

$$G_{б}^{год} = \frac{454 \times 100}{134,5} = 337,54 \text{ кг/год}$$

Добові витрати борошна обчислюється за формулою (4.28):

$$G_{б}^{доб} = 337,54 \times 23 = 7763,42 \text{ кг/добу}$$

Добові витрати дріжджів обчислюється за формулою (4.29):

$$G_{др} = \frac{7763,42 \times 3,0}{100} = 232,90 \text{ кг/добу}$$

Витрати товарної солі обчислюється за формулою (4.30):

$$C_{с.т.} = \frac{1,5 \times 100}{(100-0)\frac{100-0,85}{100} - 0,6 \times 0,85} = 1,52 \text{ кг}$$

Добові витрати солі обчислюється за формулою (4.29):

$$G_{с} = \frac{7763,42 \times 1,52}{100} = 118,0 \text{ кг/добу}$$

Добові витрати олії обчислюється за формулою (4.29):

$$G_{др} = \frac{7763,42 \times 30,5}{100} = 38,81 \text{ кг/добу}$$

**Розрахунок добових витрат сировини для плетінки «Київської»**

Годинні витрати борошна обчислюється за формулою (4.27):

$$G_{б}^{год} = \frac{487 \times 100}{129,5} = 376,06 \text{ кг/год}$$

Добові витрати борошна обчислюється за формулою (4.28):

$$G_{б}^{доб} = 376,06 \times 23 = 8649,38 \text{ кг/добу}$$

Добові витрати дріжджів обчислюється за формулою (4.29):

$$G_{др} = \frac{8649,38 \times 1,5}{100} = 129,74 \text{ кг/добу}$$

Витрати товарної солі обчислюється за формулою (4.30):

$$C_{с.т.} = \frac{1,3 \times 100}{(100-0)\frac{100-0,85}{100} - 0,6 \times 0,85} = 1,31 \text{ кг}$$

Добові витрати солі обчислюється за формулою (4.29):

$$G_с = \frac{8649,38 \times 1,31}{100} = 113,30 \text{ кг/добу}$$

Добові витрати патоки обчислюється за формулою (4.29):

$$G_{др} = \frac{8649,38 \times 4,0}{100} = 349,9 \text{ кг/добу}$$

Таблиця 4.21 – Добові витрати на заводі

| Вироби | | Хліб «Український новий» | Хліб «Чайний» | Плетінка «Київська» | Всього |
|---|---|---|---|---|---|
| Добові витрати борошна, т | Пшеничне першого сорту | – | 7,76 | 8,64 | 16,4 |
| | Пшеничне другого сорту | 2,66 | – | – | 2,66 |
| | Житнє обдирне | 3,99 | – | – | 3,99 |
| Дріжджі пресовані | Витрати до маси борошна, т | 0,5 | 3,0 | 1,5 | 5,0 |
| | Добові витрати, т | 0,03 | 0,23 | 0,12 | 0,35 |
| Сіль | Витрати до маси борошна, т | 1,5 | 1,5 | 1,3 | 4.3 |
| | Добові витрати, т | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,32 |
| Олія | Витрати до маси борошна, т | – | 0,5 | – | 0,5 |
| | Добові витрати, т | – | 0,03 | – | 0,03 |
| Патока | Витрати до маси борошна, т | – | – | 4,0 | 4,0 |
| | Добові витрати, т | – | – | 0,34 | 0,34 |

Таблиця 4.22 – розрахунок запасів сировини

| Сировина | Добові витрати, т | Спосіб зберігання | Нормативний термін зберігання | Запас, діб | Необхідний запас сировини |
|---|---|---|---|---|---|
| Борошно | 22,65 | Безтарний | 7 | 7 | 161,35 |
| Дріжджі | 0,35 | Холодильна камера(0…+4)˚С | 3-12 | 3 | 1,05 |
| Сіль | 0,32 | Бункер | 15-30 | 15 | 4,80 |
| Олія | 0,03 | Безтарний | 15 | 15 | 0,45 |
| Патока | 0,34 | Безтарний | 15 | 15 | 5,10 |

Кількість пакувальних матеріалів розраховуємо $N_{\text{пак}}$ за формулою (4.31)

$$N_{\text{пак}} = \frac{G_{\text{д}}}{m} + \%_{\text{пак}}$$

$G_{\text{д}}$ - добова продуктивність печі, кг/доба
$m$ – маса готового виробу, кг
$\%_{\text{пак}}$ – запс пакувальних матеріалів (5-10%)

Хліб «Український новий» за формулою (4.31)

$$\text{N} = \frac{9443}{1{,}0} + 5\% = 9443 \text{ шт}$$

Хліб «Чайний» за формулою (4.31)

$$\text{N} = \frac{10455}{0{,}7} + 5\% = 14935 \text{ шт}$$

Плетінка «Київська» за формулою (4.31)

$$\text{N} = \frac{11210}{0.4} + 5\% = 28025 \text{ шт}$$

Вихідними даними для розрахунку є норми витрат пакувальних матеріалів на 1 т готової продукції; об’єм продукції, що підлягає пакуванню, т/добу; нормативний термін зберігання пакувальних матеріалів – 30 діб.

Таблиця 4.23– Витрати та запаси пакувальних матеріалів для виробництва заданого асортимету

| № п/п | Вироби | Найменування пакувальних матеріалів | Добові витрати в шт. | Нормативні терміни зберігання, діб | Необхідний запас, шт |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Хліб «Український новий» | Поліпропіленові пакети для пакування | 9443 | 30 | 283290 |
| 2 | Хліб «Чайний» | Поліпропіленові пакети для пакування | 14935 | 30 | 448050 |
| 3 | Плетінка «Київська» | Поліпропіленові пакети для пакування | 28025 | 30 | 840750 |

**Розрахунок обладнання для пакування готової продукції**

$$N_{маш} = \frac{410+649+1218}{1800} = 1{,}26 \text{ шт}$$

Встановлюємо дві пакувальні машини Hartmann.

# РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Ефективна робота хлібопекарського підприємства значною мірою залежить від правильної організації виробничого процесу. Для цього важливо заздалегідь продумати рух матеріальних потоків і дотримуватися встановлених технологічних вимог. Розрахунок потреби в основній та допоміжній сировині є важливим етапом, оскільки саме на його основі планується робота складського господарства. Від кількості сировини, яка використовується протягом доби, залежить необхідна місткість складів і потужність холодильного обладнання.

Правильно визначені площі складів дають можливість забезпечити безперервну роботу виробничих ліній відповідно до встановлених норм запасів. Крім того, це допомагає зручніше організувати внутрішню логістику на підприємстві та забезпечити належні умови зберігання сировини, щоб вона зберігала свої якісні показники та відповідала санітарним вимогам

Площу хлібосховища та експедиції S, м$^2$, розраховують за формулою (5.1):

$$S = S_i \times P_i$$

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

Загальна площа:

$$S = 11 \times 31108 = 342{,}19 \text{ м}^2$$

Площа експедиції:

$$S_{\text{експ}} = 342{,}19 \times 0{,}20 = 68{,}44 \text{ м}^2$$

Площа сховища:

$$S_{\text{схов}} = 342{,}19 - 68{,}44 = 273{,}75 \text{ м}^2$$

В експедиції передбачають підсобно-виробничі приміщення для: ремонту контейнерів — 15 м²; санітарної обробки лотків і контейнерів — 55 м²; приймання замовлень від торговельної мережі — 4 м² на одного працівника; диспетчера — 4 м² на одного працівника; комірника готової продукції — 4 м² на одного працівника; вантажників — 6 м² на одного вантажника; водіїв — 18 м². Робоче місце комірника обладнують поблизу ділянки комплектування замовлень на кожний автомобіль з максимально можливим оглядом складського приміщення. Робоче місце диспетчера розташовують суміжно з приміщенням для водіїв поблизу зони завантаження продукції до автомобілів біля вантажної рампи. Для вивезення готової продукції з експедиції необхідно передбачити два дверні отвори.

Для зберігання іншої сировини тарним способом (сіль, дріжджі, цукор, насіння льону т.д) розраховуємо необхідну площу $F_c$, м$^2$ складу та холодильних камер за формулою (5.2):

$$F_c = \frac{G_{\text{доб}} \times \text{т}_3}{q_{\text{сер}}} \times \mu$$

Де

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

$т_з$ — 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)

Площа холодильних камер для зберігання дріжджів:

$$F_{х.к.}^{др} = \frac{0,35 \times 3}{0,54} \times 1,5 = 2,91 \text{ м}^2$$

Приймаємо холодильну камеру площею 3 м²

Площа складу для зберігання солі розраховують за формулою (5.2):

$$F_{х.к.}^{с} = \frac{0,32 \times 15}{0,8} \times 1,5 = 9,0 \text{ м}^2$$

Площа складу для зберігання олії розраховують за формулою (5.2):

$$F_{с}^{о} = \frac{0,03 \times 15}{0,66} \times 1,5 = 1,02 \text{ м}^2$$

Площа діж для зберігання патоки розраховують за формулою (5.2):

$$F_{д.}^{п} = \frac{0,34 \times 15}{0,66} \times 1,5 = 11,59 \text{ м}^2$$

Приймаємо склад площею: 9 + 1,02 + 11,59 = 21,61 м²

## РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

**Розрахунок місткостей для зберігання сировини.**

Кількість силосів для безтарного зберігання борошна кожного сорту N, шт., розраховують за формулою (6.1):

$$N_c = \frac{C_б^{доб} \times т_з}{V_c}$$

де $G_{доб}^{б}$ — добові витрати борошна одного сорту, т/добу; $V_c$ – місткість одного силосу, $т_з$ — термін зберігання борошна на підприємстві, діб.

Кількість силосів ХЕ-160А для безтарного зберігання борошна:

Борошно пшеничне першого сорту:

Добова витрата $G_{доб}$ = 16,4 т.

Запас борошна: 16,4 ×7 = 114,8 т.

$$N = \frac{114,8}{30} = 3,82$$

Приймаємо 4 силоси

Борошно пшеничне другого сорту:

Добова витрата $G_{доб}$ =2,66 т

Запас борошна: 2,66 × 7 = 18,62 т.

$$N = \frac{18,62}{30} = 0,62$$

Приймаємо 1 силос

Борошно житнє обдирне:

Добова витрата $G_{доб}$ =3,99 т

Запас борошна: 3,99 × 7 = 27,93 т.

$$N = \frac{27,93}{30} = 0,93$$

Приймаємо 1 силос

Розрахунок об’єму місткостей для рідкої сировини:

Об'єм місткостей для зберігання рідкої сировини, V, дм$^3$, визначають за формулою (6.2):

$$V = \frac{C_0^{доб} \times т_з \times К}{\rho}$$

де $C_0^{доб}$- витрати сировини за добу, т; $т_з$ – норма запасу, діб; К – коефіцієнт збільшення об'єму місткості (К = 1,2); ρ – густина рідкої сировини, кг/дм$^3$ (для олії – 0,92, патоки – 1,4).

**Олія соняшникова**:

Коефіцієнт збільшення об’єму К = 1,2

Запас $т_з$ = 15 діб

Густина р = 0,92 кг/дм$^3$

$$V_{ол} = \frac{0,03 \times 15 \times 1,2}{0,92} = 0,59 \text{ м}^3$$

Приймаємо до встановлення 2 стандартні місткості об'ємом по 0,5 м³ кожна.

**Патока**:

Коефіцієнт збільшення об’єму К = 1,2

Запас $т_з$ = 15 діб

Густина р = 1,4 кг/дм³

$$V_{ол} = \frac{0,34 \times 15 \times 1,2}{1,4} = 4,37 \text{ м}^3$$

Приймаємо до встановлення 2 стандартні місткості об'ємом по 2,5 м³ кожна

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

Розрахунко кількості борошняних ліній:

Пшеничне першого сорту:

$G_б^{год} = 337,54 + 376,6 = 713,6$ кг/год

Пшеничне другого сорту:

$G_б^{год}$ = 115,65 кг/год

Житнє обдирне:

$G_б^{год}$ =173,48 кг/год

Для механічного транспортування борошна приймаємо до встановлення просіювачі безперервної дії типу спіроматик, продуктивність яких становить 1500 кг/год. Розрахункова годинна продуктивність борошняної лінії (на 10% менша за продуктивність просіювача) за формулою (6.3):

$$Q_{бл}^{год} = \frac{G_п \times 90}{100}$$

Де $G_п$ – продуктивність просіювача

$$Q_{бл}^{год} = \frac{1500 \times 90}{100} = 1350 \text{ т/год}$$

Кількість борошняних ліній для кожного сорту обчислюють за формулою (6.4):

$$N_{б.л.} = \frac{\sum G_{б.л.}^{год}}{Q_{б.л.}^{год}}$$

$G_{б.л.}^{год}$.- 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

Кількість борошняних ліній для окремих сортів борошна: для борошна житнього обдирного

Пшеничне 1 сорту обчислюють за формулою (6.4):

$$N_{б.л} = \frac{713,6}{1350} = 0,53 \text{ приймаємо за 1 шт.}$$

Пшеничне 2 сорту обчислюють за формулою (6.4):

$$N_{б.л} = \frac{115,65}{1350} = 0,08 \text{ приймаємо за 1 шт.}$$

Житнє обдирне обчислюють за формулою (6.4):

$$N_{б.л} = \frac{173,48}{1350} = 0,53 \text{ приймаємо за 1 шт.}$$

Розрахунок необхідного об'єму силосів обчислюють за формулою (6.5):

$$V_c = \frac{G_б^{год} \times t}{\rho б}$$

де $G_б^{год}$ = G год б · t ρ б (5.6.6) — годинні витрати борошна для приготування напівфабрикату, кг/год.; t – запас борошна у силосі, год.; ρб — об'ємна маса борошна, кг/м$^3$; ρб = 650 кг/м$^3$.

Лінія 1 (пшеничне 1 сорту для хліба «Чайного») обчислюють за формулою (6.5):

$$V_c = \frac{337,54 \times 2}{650} = 1,04 \text{ м}^3$$

Лінія 2 (пшеничне 1 сорту для плетінки «Київської») обчислюють за формулою (6.5):

$$V_c = \frac{376,06 \times 2}{650} = 1,16 \text{ м}^3$$

Лінія 3 (пшеничне 2 сорту для хліба «Українського нового») обчислюють за формулою (6.5):

$$V_c = \frac{115,65 \times 2}{650} = 0,36 \text{ м}^3$$

Лінія 4 (житнє обдирне для хліба «Українського нового») обчислюють за формулою (6.5):

$$V_c = \frac{337,54 \times 2}{650} = 1,04 \text{ м}^3$$

Приймаємо до встановлення 4 стандартні виробничі силоси марки ХЕ-63В місткістю по 1500 кг (об'ємом близько 2,3 м³ кожний), які встановлюються безпосередньо над тістомісильним обладнанням.

Тривалість заповнення одного силосу обчислюють за формулою (6.6):

$$t_з = \frac{V_c \cdot \rho_б \cdot 60}{Q_{б.л}^{год}}, \text{ хв.}$$

$$t_з = \frac{2,3 \times 650 \times 60}{1350} = 66,4 \text{ хв}$$

Розрахунок обладнання для підготовки розчинів сировини:

Загальна годинна витрата дріжджів: $G_{др}$ = 1,45 + 10,13 + 5,64 = 17,22 кг/год

Співвідношення дріжджів і води: 1:3

Термін запасу (на одну зміну): 11,5 годин.

Коефіцієнт збільшення об'єму К = 1,2

Густина суспензії р = 1,0 кг/дм³.

Об’єм місткості для приготування дріжджевої суспензії за формулою (6.7):

$$V_{др} = \frac{G_{др} \times (1+n) \times K \times t_{p,}}{p}$$

де $G_{др}$ – годинна витрата дріжджів, кг; n – кількість води, яку необхідно додати до 1 кг дріжджів, щоб отримати дріжджову суспензію у співвідношенні дріжджів і води, яке може дорівнювати 1:2 ÷ 1:4, К – коефіцієнт збільшення об’єму чанів, К = 1,2; $Т_{зб}$ – термін використання на виробництві дріжджового концентрату, год.; ρ – густина дріжджової суспензії, кг/дм$^3$.

$$V_{др} = \frac{17{,}22 \times (1+3) \times 1{,}2 \times 11{,}5}{1{,}0} = 950{,}54 \text{ л}$$

Загальна годинна витрата солі: $G_c$ = 4,34 + 5,06 + 4,89 = 14,29 кг/год

*(де 4,34 — для хліба «Український новий»; 5,06 — для хліба «Чайний»; 4,89 — для плетінки «Київська»)*

Концентрація сольового розчину: $C_c$ = 26%

Термін запасу (на одну зміну): 11,5 годин

Коефіцієнт збільшення об'єму: К = 1,2

Густина сольового розчину: р = 1,2 кг/дм³

Об’єм місткості для приготування сольового розчину за формулою (6.8):

$$V_ц = \frac{G_ц \times 100 \times K \times \tau_{зб}}{C_ц}$$

де $G_c$ – годинна витрата солі , кг; К – коефіцієнт збільшення об’єму чанів (К = 1,2); $Т_{зб}$ – термін використання на виробництві розчину цукру, год., $C_c$ – концентрація цукру, $C_c$ = 26 %.

$$V_ц = \frac{14{,}29 \times 100 \times 1{,}2 \times 11{,}5}{14{,}29} = 1380 \text{ л}$$

**Розрахунок обладнання відділення рідких напівфабрикатів**

**Розахунок обладнання для приготування рідкої закваски дя хліба «Українського нового»**

Вихідні дані для розрахунку:

Хвилинні витрати закваски у тісто: $G_{хв}$ = 4,26 кг/хв.

Тривалість бродіння закваски: t = 240 хв.

Густина рідкої закваски: р = 1,08 кг/дм³.

Коефіцієнт збільшення об'єму під час бродіння: х = 1,05.

Коефіцієнт, що враховує кількість напівфабрикату на відновлення: К = 1 (відбирається 50% закваски у тісто, а 50% залишається на відновлення).

Закваску готують у заварювальній машині ХЗМ-300

Необхідний об’єм заварювальної машини чи місткості для приготування напівфабрикатів обчислюють за формулою (6.9).

$$V_{зак} = \frac{G_{зав}^{хв} \times t_{зак} \times К_о \times К_{п.п}}{\rho}$$

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

$t_{зак}$ — тривалість бродіння закваски, год;

$К_о$ — коефіцієнт збільшення об’єму;

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

ρ — густина закваски, кг/дм³

Загальний об’єм місткостей для бродіння обчислюють за формулою (6.9):

$$V_{зак} = \frac{4,26 \times 240 \times 2 \times 1,05}{1,08} = 1988 \text{ кг/дм}^3$$

Для дозрівання рідкої закваски приймаємо до встановлення стандартні місткості марки ХЕ-45 (корисний об'єм V = 1400 дм³).

Кількість місткостей для дозрівання обчислюють за формулою (6.10):

$$N_{нф} = \frac{V_{нф}}{V_m}$$

де Vм – об’єм вибраної для встановлення місткості або машини відповідно до технічної характеристики.

$$N_{нф} = \frac{1988}{1400} = 1,4 \text{ прийшаємо 2 шт}$$

Маса напівфабрикату в одній місткості обчислюють за формулою (6.11):

$$G_{нф}^1 = \frac{G_{нф}}{N_{нф}}$$

де $G_{нф}$ – загальна маса напівфабрикату на даній стадії приготування

$$G_{нф}^1 = \frac{2044,8}{2} = 1022,4 \text{ кг}$$

Ритм заповнення за формулою (6.12):

$$\tau_о = N_{нф} / N_{зам}$$

$$\tau_о = \frac{240}{2} = 120 \text{ хв}$$

Ритм замішування обчислюють за формулою (6.13):

$$R_{зам} = R / N_{зам}$$

$$\tau_{зам} = \frac{120}{2} = 60 \text{ хв}$$

Розрахунок кількості заварювальних машин для замішування:

Закваску замішують у машині марки ХЗМ-300 з геометричним об'ємом 300 дм³. Робочий об'єм приймаємо на рівні 70% ($V_{роб}$ = 400 × 0,7 = 280 дм³).

Перерахунок рецептури на один заміс ХЗМ-300:

Маса закваски яку необхідно додати в місткість за формулою (6.12):

$$G_{нф} = \frac{1022,4}{2} = 511,2 \text{ кг}$$

Коефіцієнт для перерахунку рецептури за формулою (6.14):

$$K = G_{нф}/5$$

$$K = \frac{511,2}{5} = 102,24$$

Кількість борошна для одного замісу за формулою (6.15):

$$G_б^{хзм} = K \times 0,3276$$

$$G_б^{хзм} = 102,24 \times 0,3276 = 33,5 \text{ кг}$$

Кількість води для одного замісу за формулою (6.16):

$$G_в^{хзм} = K + 0,6724$$

$$G_в^{хзм} = 102,24 \times 0,6724 = 68,7 \text{ кг}$$

**Розрахунок обладнання для замішування і бродіння густих напівфабрикатів.**

Розрахувати об’єм корит агрегату ХТР для бродіння тіста в лінії з виробництва хлібу «Українського нового», масою 1,0 кг. Годинна продуктивність печі - 410 кг/год.. Плановий вихід хлібу «Українського нового» - 141,8%. Тривалість бродіння закваски - 240 хв, тіста - 60 хв. Кількість борошна в заквасці - 50%.

Необхідний об’єм для бродіння тіста обчислюють за формулою (6.17):

$$V_m = \frac{G_б^m \times t_0 \times 100}{g}$$

де – $G_б$ годинні витрати борошна на приготування опари і тіста. g – норма завантаження борошна на опару чи тісто, кг на 100 дм3 об'єму корита

$$V_m = \frac{289,13 \times 1,0 \times 100}{40} = 722,8 \text{ дм}^3$$

Розрахувати об’єм бункера для бродіння тіста над тістоподільником у лінії з виробництва хліба «Чайного», масою 0,5 кг. Годинна продуктивність печі — 454 кг/год. Плановий вихід хліба «Чайного» — 134,5%. Тривалість бродіння тіста — 90 хв. Кількість борошна, що завантажується на 100 дм³ геометричного об'єму бункера — 30 кг.

Максимальна кількість борошна у діжі обчислюють за формулою обчислюють за формулою (6.18):

$$G_{б}^{д} = \frac{g \times V_a}{100}$$

де g – норма завантаження борошна на 100 дм$^3$ геометричного об'єму діжі при замішуванні тіста, кг; Vд – геометрична місткість діжі, дм$^3$.

$$G_{б}{}^{д} = \frac{30 \times 400}{100} = 120 \text{ кг}$$

Годинна кількість діж обчислюють за формулою (6.19):

$$Д_{год} = \frac{G_{б}^{год}}{G_{б}^{д}}$$

$$Д_{год} = \frac{337,54}{120} = 2,81 \text{ шт/год}$$

де $G_{год}^{б}$– годинні витрати борошна на приготування напівфабрикату, кг/год

Ритм замішування обчислюють за формулою (6.20):

$$r = \frac{60}{Д_{год}}$$

$$r = \frac{60}{2,81} = 21,35 \text{ хв}$$

Кількість діж для бродіння за формулою (6.21):

$$Д_{m} = \frac{Д_{год} \times t_m}{60}$$

$$Д_{m} = \frac{2,81 \times 90}{60} = 4,2 \text{ приймаємо 5 шт}$$

Кількість діж для допоміжних операцій:

$$Д_{доп} = \frac{2,81 \times 15}{60} = 0,7 \text{ приймаємо 1 шт}$$

З урахуванням 15% запасу: 2 × 0,15 = 2,3 = 3 шт до встановлення

Необхідний об’єм бункера над тістоподільником:

$$V_{бун} = \frac{337,55 \times 20}{30 \times 60 \times 0,01} = 0,375 \text{ дм}^3$$

Розрахувати кількість діж Diosna та їх місткість для бродіння опари та тіста в лінії з виробництва плетінки «Київської», масою 0,4 кг. Годинна продуктивність печі — 487,0 кг/год. Плановий вихід плетінки «Київської» — 129,5%. Тривалість бродіння опари — 210 хв, тіста — 50 хв. Кількість борошна в опарі — 50%.

Максимальна кількість борошна у діжі обчислюють за формулою (6.18):

$$G_{б}{}^{д} = \frac{30 \times 400}{100} = 120 \text{ кг}$$

Годинна кількість діж за формулою (6.19):

$$Д_{год} = \frac{376,06}{120} = 3,13 \text{ шт/год}$$

Ритм замішування за формулою (6.20):

$$r = \frac{60}{3,13} = 19,17 \text{ хв}$$

Кількістьдіж для бродіння опари за формулою (6.22):

$$Д_о = \frac{Д_{год} \times t_o}{60}$$

$$Д_о = \frac{3,13 \times 210}{60} = 10,95 \text{ шт}$$

Кількість діж для тіста за формулою (6.21):

$$Д_т = \frac{3,13 \times 50}{60} = 2,61 \text{ шт}$$

Кількість діж для допоміжних операцій:

$$Д_{доп} = \frac{3,13 \times 15}{60} = 0,78$$

Сумарна кількість діж: 10,95 + 2,61 + 0,78 = 14,34 = 15 шт

Додаємо 15% запасних діж: 15 × 0,15 = 2,25 = 3

Всього до встановлення 18 діж

**Розрахунок обладнання для оброблення напівфабрикатів.**

**Для хліба «Українського нового»**

Кількість тістоподільників при продуктивності $n_д$ = 20 та коефіцієнт запасу x = 1,05 за формулою (6.22):

$$N = \frac{P_{год} \times x}{60 \times g_в \times n_д}$$

де $P_{год.}$ – годинна продуктивність печі, кг/год.; $g_в$ – маса виробу, кг, $n_д$ – продуктивність тістоподільника за технічною характеристикою, шматків за хвилину; χ - коефіцієнт запасу, який враховує зупинку тістоподільника і брак шматків (χ= 1,04…1,05).

$$N = \frac{410 \times 1,05}{60 \times 1,0 \times 20} = 0,36$$

Приймаємо 1 тістоподільник Kumkaya

Місткість вистійної шафи $P_ш$, у шматках тіста, розраховують за формулою (6.23):

$$P_ш = P_{год} \times t_{вис} / g \times 60$$

де $P_{год}$ — годинна продуктивність печі, кг/год.;

tвис – тривалість вистоювання, хв.; в

g — маса виробів, кг.

$$P_ш = \frac{410 \times 50}{60 \times 1,0} = 341,6 \text{ приймаємо 342 шт}$$

**Для хліба «Чайного»**

Кількість машин при продуктивності $n_д = 20$ та коефіцієнт запасу х = 1,05 за формулою (6.22)

$$N = \frac{454 \times 1,05}{60 \times 0,7 \times 20} = 0,56$$

Приймаємо 1 тістоподільник Kumkaya

Місткість вистійної шафи обчислюємо за формулою (6.23):

$$Р_ш = \frac{454 \times 50}{60 \times 0,7} = 540,4 \text{ приймаємо 540 шт}$$

**Для плетінки «Київської»**

Кількість машин при продуктивності $n_д = 20$ та коефіцієнт запасу х = 1,05 за формулою (6.22)

$$N = \frac{487 \times 1,05}{60 \times 0,4 \times 30} = 0,71$$

Приймаємо 1 тістоподільник Kumkaya

Попереднє вистоювання за формулою (6.24):

$$P_ш^{п.в} = \frac{P_{год} \times t_{вис}}{g_в \times 60}$$

де $Р_{год}$ – годинна продуктивність печі, кг/год.; $t_{вис}$ – тривалість попереднього вистоювання ($t_{вис}$ = 3-5 хв.); $g_в$— маса виробів, кг; пк — кількість тістових g заготовок на одній колисці, шт.

$$Р_{ш.вп.} = \frac{487 \times 5}{60 \times 0,4} = 101,45 \text{ приймаємо 102 шт}$$

Місткість вистійної шафи обчислюємо за формулою (6.24):

$$Р_ш = \frac{487 \times 50}{60 \times 0,4} = 1014,5 \text{ приймаємо 1015}$$

**Розрахунок обладнання для охолодження та пакування готової продукції.**

**Для хліба «Українського нового»**

Маса хліба в куллері під час охолодження обчислюємо за формулою (6.25):

$$G_{хл} = P_ч \times t_o$$

де $Р_ч$ – продуктивність печі, кг/год.; то – час перебування хліба в кулері охолоджувачі

$$G_{хл} = 410 \times 0,25 = 102 \text{ кг}$$

Кількість одиниць в куллері обчислюємо за формулою (6.26):

$$N_{шт} = \frac{P_ч \times T_o}{g}$$

$$N_{шт} = \frac{102}{1,0} = 102 \text{ шт}$$

Годинна кількість виробів, що надходить на охолодження: 410 шт/год

Кількість пакувальних машин $N_{маш}$ шт., розраховують за формулою (6.27)

$$N_{маш} = \frac{N_{шт}}{N_{пак}}$$

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

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

**Для хліба «Чайного»**

Маса хліба в куллері під час охолодження обчислюємо за формулою (6.25):

$$G_{хл} = 454 \times 0{,}25 = 152 \text{ кг}$$

Кількість одиниць в куллері обчислюємо за формулою (6.26):

$$N_{шт} = \frac{162}{0{,}7} = 231{,}4 = 232 \text{ шт}$$

Годинна кількість виробів, що надходить на охолодження: 649 шт/год

**Для плетінки «Київської»**

Маса хліба в куллері під час охолодження обчислюємо за формулою (6.25):

$$G_{хл} = 487 \times 0{,}25 = 304 \text{ кг}$$

Кількість одиниць в куллері обчислюємо за формулою (6.26):

$$N_{шт} = \frac{304}{0{,}4} = 760 \text{ шт}$$

Годинна кількість виробів, що надходить на охолодження: 1218 шт/год

Сумарна кількість виробів за годину:

$$N_{шт.год} = 410 + 649 + 1218 = 2277 \text{ шт/год}$$

Кількість необхідних пакувальних машин за формулою (6.27):

$$N_{маш} = \frac{2277}{1800} = 1{,}26 \text{ приймаємо 2 шт}$$

Встановлюємо дві пакувальні машини Hartmann.

**Розрахунок тара-обладнання.**

Кількість лотків на годину за формулою (6.28):

$$N_{л}^{год} = \frac{P_{год}}{n \times g_{в}}$$

Де $P_{год}$ – продуктивність печі, $g_{в}$ – маса виробу, n – кількість виробів на лотку

Ритм заповнення вагонеток (контейнерів), R, хв за формулою (6.29):

$$R = \frac{60}{N_{год}}$$

Необхідна кількість вагонеток (контейнерів) на термін зберігання одного сорту виробів $N_{\text{і}}$ шт за формулою (6.30)

$$N_{\text{і}} = \frac{\text{Р}_{\text{год}} \times \tau}{n \times g_{\text{в}} \times N_{\text{л}}}$$

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 (контейнерів) у хлібосховищі за формулою (6.31)

$$N_{\text{заг}} = N_1 + N_2 + \ldots + N_n$$

Кількість вагонеток (контейнерів) за годину для зберігання одного виду виробів $N_{\text{год}}$ наведено в формулі (6.32)

$$N_{\text{год}} = \frac{N_{\text{л}}^{\text{год}}}{N_{\text{л}}}$$

**Для хліба «Українського нового»**

$$\text{N}_{\text{л.год}} = \frac{410}{1{,}0 \times 9} = 45{,}55 \text{ приймаємо 46 шт}$$

Кількість контейнерів КХ-1 на годину за формулою (6.32):

$$\text{N}_{\text{год}} = \frac{46}{8} = 5{,}75 \text{ приймаємо 6 шт}$$

Ритм заповнення за формулою (6.29):

$$\text{R} = \frac{60}{5{,}75} = 10{,}43 \text{ хв}$$

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання:

$$\text{N}_1 = \frac{410 \times 8}{8 \times 1{,}0 \times 8} = 51 \text{ шт}$$

**Для хліба «Чайного»**

Кількість лотків на годину за формулою (6.28):

$$\text{N}_{\text{л.год}} = \frac{454}{0{,}7 \times 10} = 64{,}85 \text{ приймаємо 65 шт}$$

Кількість контейнерів КХ-1 на годину за формулою (6.32):

$$\text{N}_{\text{год}} = \frac{65}{8} = 8{,}125 \text{ приймаємо 9 шт}$$

Ритм заповнення за формулою (6.29):

$$\text{R} = \frac{60}{8{,}125} = 7{,}38 \text{ хв}$$

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання за формулою (6.30):

$$\text{N}_2 = \frac{454 \times 8}{8 \times 0{,}7 \times 8454} = 81 \text{ шт}$$

**Для плетінки «Київської»**

Кількість лотків на годину за формулою (6.28):

$$N_{л.год} = \frac{487}{0{,}4 \times 12} = 101{,}45 \text{ приймаємо } 102 \text{ шт}$$

Кількість контейнерів КХ-1 на годину за формулою (6.32):

$$N_{год} = \frac{102}{8} = 12{,}75 \text{ приймаємо } 13 \text{ шт}$$

Ритм заповнення за формулою (6.29):

$$R = \frac{60}{12{,}75} = 4{,}7 \text{ хв}$$

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання за формулою (6.30):

$$N_З = \frac{487 \times 8}{8 \times 0{,}4 \times 8} = 152 \text{ шт}$$

Загальна кількість контейнерів для зберігання: 51+81+152 = 284

Загальна кількість з урахуванням 15% запасу за формулою (6.31):

$N_{заг} = 284 \times 1{,}15 = 327$ шт.

Таблиця 6.1 –Специфікація основного технологічного обладнання

| № | Найменування обладнання | Кількість, шт. | Тип або марка | Технічна характеристика |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Силос для безтарного зберігання борошна | 6 | ХЕ-160А | Місткість 30 т (усього для заводу: 4 — для пшен. 1с, 1 — для пшен. 2с, 1 — для житнього обдирного) |
| 2 | Силос виробничий | 4 | ХЕ-63В | Місткість 1500 кг, встановлюються безпосередньо над тістомісильним відділенням |
| 3 | Просіювач борошна | 3 | Спіроматик | Продуктивність 1500 кг/год, обладнаний магнітними уловлювачами |
| 4 | Солерозчинник | 1 | ХСР-3 | Для приготування та фільтрації 25-26% розчину кухонної солі |
| 5 | Місткість з пропелерною мішалкою | 2 | Х-14 | Корисний об'єм 500 л, для приготування дріжджової суспензії у співвідношенні 1:3 |
| 6 | Місткість для зберігання патоки | 2 | Стандартна | Об'єм 2,5 м³, обладнана внутрішньою системою підігріву для підтримання плинності |
| 7 | Місткість для зберігання олії | 2 | Стандартна | Об'єм 0,5 м³, для безтарного приймання та зберігання соняшникової олії |
| 8 | Ферментатор для закваски | 1 | ХЗМ-300 | Для порційного приготування та бродіння рідкої житньої закваски |
| 9 | Місткість для дозрівання рідкої закваски | 2 | ХЕ-45 | Корисний об'єм 1400 дм³, для накопичення та дозрівання готової рідкої закваски |

**Продовження Таблиці 6.1 –Специфікація основного технологічного обладнання**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 | Тістомісильна машина безперервної дії | 1 | Х-12 | З автоматичним дозуванням компонентів для лінії хліба «Українського нового» |
| 11 | Корито агрегату для бродіння тіста | 1 | ХТР | Секційне, для безперервного бродіння житньо-пшеничного тіста протягом 60–90 хв |
| 12 | Тістомісильна машина періодичної дії | 2 | Diosna SPV | Двошвидкісна, для порційного замішування опари та тіста в підкатних діжах |
| 13 | Підкатна діжа | 21 | Т1-ХТ2Д (або аналог) | Місткість 400 л, для ліній хліба «Чайного» та плетінки «Київської» |
| 14 | Тістоподільна машина | 3 | Kumkaya | Для точного об’ємного або вагового поділу тіста на заготовки заданої маси |
| 15 | Округлювач стрічковий / конусний | 3 | — | Для надання круглої форми заготовкам пшеничних та здобних виробів |
| 16 | Шафа попереднього вистоювання | 1 | АДМ-2000 | Механізована, для короткочасного відпочинку заготовок плетінки «Київської» |
| | Шафа остаточного вистоювання | 1 | Клімат-Арго | Ротаційна шафа попереднього вистоювання для плетінки |
| 17 | Шафа остаточного вистоювання | 2 | РМК | Люлькова (для кожної з 3-х ліній), час вистоювання заготовок від 30 до 60 хв |
| 18 | Піч тунельна | 3 | J4 ППП 2.1 | Площа поду печі 25 м², з енергоефективною ізоляцією та автоматичним регулюванням зон |
| 19 | Кулер для охолодження хліба | 2 | Ipeka | Спірального типу, час перебування виробів становить 66 хв |
| 20 | Автоматична пакувальна машина | 2 | Hartmann | Для нарізання та пакування виробів у полімерні пакети з метою зменшення усихання |
| 21 | Автоматична пакувальна машина | 1 | Comiz | Для нарізання та пакування виробів у полімерні пакети з метою зменшення усихання |
| 22 | Транспортні контейнери | 327 | КХ-1 | Пересувні контейнери на 8 поличок для зберігання та логістики готової продукції |

# РОЗДІЛ 7 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ У ВИРОБНИЦТВІ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ISO 9000 ТА НАССР

## 7.1. Основи системи управління безпечністю харчової продукції НАССР

Впровадження сучасних методів управління якістю та безпечністю харчових продуктів є стратегічним завданням для будь-якого підприємства харчової промисловості. Провідним інструментом у цій сфері є система **НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points)** — Аналіз небезпечних чинників та критичні контрольні точки. Вона визнана на міжнародному рівні як найбільш ефективний засіб гарантування безпечності харчової продукції на всьому ланцюгу «від лану до столу».

Головна відмінність системи НАССР від традиційних методів контролю полягає в перенесенні акценту з виявлення дефектів у готовій продукції (реактивний підхід) на запобігання виникненню небезпечних чинників у процесі виробництва (превентивний підхід). Традиційний контроль кінцевого продукту є дорогим та неефективним, оскільки брак виявляється занадто пізно. НАССР дозволяє контролювати технологічний процес у режимі реального часу.

В Україні впровадження принципів НАССР є обов'язковою законодавчою вимогою відповідно до Закону України *«Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів»*. Методологічною основою для розробки системи є стандарти серії **ДСТУ ISO 22000:2019** «Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга».

Система НАССР не може функціонувати у вакуумі. Перед її розробкою на підприємстві обов'язково мають бути впроваджені програми-передумови (Prerequisite Programs) — базові умови та види діяльності, які є необхідними для підтримання гігієнічного середовища.

До обов'язкових програм-передумов належать:

- Належне проектування та стан виробничих приміщень і споруд.
- Технічний стан, обслуговування та калібрування обладнання.
- Безпечність води, льоду, пари, що контактують з продуктом.
- Чистота поверхонь, миття та дезінфекція (санітарія).
- Здоров'я та особиста гігієна персоналу, запобігання перехресному забрудненню.
- Управління відходами та боротьба зі шкідниками (дератизація, дезінсекція).
- Контроль постачальників, умов зберігання та транспортування сировини й готової продукції.

В основі системи лежать 7 фундаментальних принципів, які послідовно реалізуються робочою групою підприємства:

1. **Проведення аналізу небезпечних чинників.**

Ідентифікація всіх потенційних ризиків (біологічних, хімічних, фізичних та алергенів) на кожному етапі технологічного процесу та оцінка ймовірності їх виникнення і тяжкості наслідків.

2. **Визначення Критичних Контрольних Точок.**

Виявлення етапів процесу, на яких можна застосувати контроль для запобігання, усунення або зниження небезпечного чинника до прийнятного рівня. Для цього зазвичай використовують логічну схему — «Дерево рішень».

3. **Встановлення критичних меж для кожної ККТ.**

Визначення чітких критеріїв, які розділяють якісний (безпечний) продукт від бракованого (небезпечного). Це можуть бути конкретні значення температури, часу, кислотності (pH), вологості тощо.

4. **Встановлення системи моніторингу для кожної ККТ.**

Розробка планових спостережень або вимірювань (хто, що, коли і як вимірює), щоб переконатися, що ККТ перебуває під контролем.

5. **Розробка коригувальних дій.**

Визначення заходів, які необхідно вжити у випадку, якщо моніторинг показує вихід показників за межі критичних параметрів (невідповідність у ККТ). Вони включають дії щодо ізоляції невідповідного продукту та усунення причини збою.

6. **Встановлення процедур верифікації.**

Проведення регулярних перевірок (аудитів, лабораторних аналізів, тестувань), які підтверджують, що система HACCP працює ефективно та відповідно до розробленого плану.

7. **Розробка методів документування та ведення обліку.**

Створення та ведення документації (інструкцій, протоколів, журналів моніторингу ККТ), які є юридичним та фактичним доказом безпечності виготовленої продукції.

Впровадження системи HACCP дає підприємству низку суттєвих переваг:

- **Для споживача:** гарантія отримання безпечного продукту, зниження ризиків харчових отруєнь.
- **Для бізнесу:** зменшення обсягів технологічного браку та рекламацій, підвищення довіри з боку партнерів, юридичний захист у разі судових спорів (завдяки чіткому документуванню процесів).
- **Для маркетингу:** вихід на міжнародні ринки, підвищення конкурентоспроможності бренду, можливість участі у великих тендерах та співпраці з ритейлерами.

### 7.2. Основи системи управління якістю. Технохімічний контроль виробництва та метрологічне забезпечення

Виробничий технохімічний контроль виступає обов'язковим елементом комплексної системи гарантування якості та безпеки харчових продуктів. Головне його завдання полягає у постійному випуску товарів, які повністю задовольняють вимоги актуальних стандартів, технічних регламентів та інших нормативних актів, а також у швидкому розпізнаванні й усуненні ймовірних порушень технологічного циклу.

Організація технохімічного нагляду на підприємстві базується на концепції трирівневої структури, що включає вхідну, операційну та вихідну перевірки. Ця методика дає можливість реалізувати постійний моніторинг якісних характеристик товарів протягом усього виробничого шляху — починаючи з постачання інгредієнтів і закінчуючи відвантаженням готових партій.

Етап вхідної перевірки проводиться задля оцінки рівня якості та безпеки базової сировини і додаткових компонентів, які надходять до цехів. На цій стадії аналізується точна відповідність матеріалів діючим нормативним критеріям за фізико-хімічними, органолептичними і, коли необхідно, мікробіологічними параметрами. Значний акцент робиться на вивченні супровідних паперів, а саме: паспортів якості, декларацій про відповідність та санітарних експертиз. Матеріали, що порушують затверджені нормативи, у переробку категорично не приймаються.

Операційна перевірка виконується безпосередньо під час виготовлення продукції і має на меті відстеження чіткого дотримання затверджених технологічних режимів. Упродовж цієї фази перевіряється стан напівфабрикатів, а також вимірюються ключові маркери: температурні показники, час проходження певних виробничих етапів, рівень вологості, кислотність, структура тіста й решта факторів, які зумовлюють фінальну якість виробів. Поточний моніторинг дає змогу оперативно виправляти хід виробництва при появі збоїв та гарантувати його стабільність.

Вихідна перевірка реалізується на фінальній стадії виготовлення і зводиться до комплексної оцінки якості вже створених товарів. Експертиза базується на аналізі фізико-хімічних та органолептичних характеристик, спираючись на приписи чинних стандартів або ж технічних умов. У процесі фінального нагляду досліджують візуальний вигляд продукції, структуру м’якушки, смакові якості, аромат, ступінь вологості, рівень кислотності та інші критерії, які визначають споживчу цінність випущених виробів.

Таблиця 7.1 – Технологічний контроль виробництва

| Об’єкт контролю | Місце контролю | Показники, що контролюються | Періодичність і момент контролю | Методи контролю | Відповідальна особа |
|---|---|---|---|---|---|
| **Сировина** | | | | | |
| Борошно (пшеничне 1с, 2с, житнє обдирне) | Борошновоз / Склад БЗБ | Колір, запах, смак, вологість, кількість та якість клейковини, число падіння | Кожна партія | Органолептичний, лабораторний (висушування, ІДК, прилад ПЧП) | Інженер-технолог ЛТК |
| Дріжджі пресовані | Склад сировини | Консистенція, запах, підйомна сила | Кожна партія | Органолептично, за методом спливання кульки | Інженер-технолог ЛТК |
| Сіль, цукор, патока | Склад сировини | Смак, колір, чистота розчину, вологість | Кожна партія | Органолептично, рефрактометрично | Лаборант |
| **Напівфабрикати** | | | | | |
| Розчин солі | Ємність для приготування | Густина розчину | Перед подачею у дозатори (двічі за зміну) | Ареометричний метод | Змінний технолог |
| Рідка закваска | Агрегат ХТР / місткості | Вологість, кислотність, температура | Кожну годину | Титрування, термометрія | Змінний технолог |
| Опара / Тісто | Діжа Diosna / агрегат ХТР | Температура, вологість, кислотність | Після замішування та в кінці бродіння | Термометрія, титрування, експрес-метод | Тістороб / Змінний технолог |
| Тістові заготовки | Шафа вистоювання | Готовність заготовок (об'єм, пружність) | В кінці вистоювання | Органолептично (натисканням пальця) | Пекар / Майстер зміни |
| **Готова продукція** | | | | | |
| Хліб «Український новий», «Чайний», плетінка «Київська» | Хлібосховище / Експедиція | Органолептичні (форма, колір, смак, м'якушка), вологість, кислотність, пористість | Кожна партія (через 1-3 год після випічки) | Лабораторний (висушування, титрування, прилад Журавльова) | Інженер-технолог ЛТК |

Таблиця 7.2 – Перелік точок контролю та засобів вимірювання

| **Стадія тех. процесу, що контролюється** | **Найменування засобів вимірювання** | **Межі вимірювання** | **Клас точності / Похибка** |
|---|---|---|---|
| Приймання борошна (БЗБ) | Прилад тензометричний (на силосах ХЕ-63В) | 0 – 20 т | 0,5% |
| Дозування борошна на заміс | Дозатор борошна автоматичний | 0 – 200 кг | ± 1% |
| Дозування води та рідких компонентів | Дозувальна станція (типу Ш2-ХДБ або Авіарм) | 0 – 100 л | ± 1,5% |
| Контроль густини розчинів | Ареометри загального призначення АОМ-2 | 1000 – 1300 кг/м³ | 0,001 кг/м³ |
| Контроль температури напівфабрикатів | Термометр цифровий контактний (щуп) | 0 – 100 ºС | ± 0,5 ºС |
| Контроль температури в пекарній камері | Термометри опору манометричні / ТПВ (для Ј4 ППП 2.1) | 0 – 400 ºС | ± 5 ºС |
| Контроль тиску пари/повітря | Манометр технічний | 0 – 0,6 МПа | 1,5 / 2,5 |
| Контроль маси готових виробів | Ваги електронні (платформні/настільні) | 0,1 – 5 кг | ± 2 г |
| Визначення вологості (лабораторія) | Прилад Чижової (модернізований) | 0 – 200 ºС | ± 2 ºС |
| Визначення кислотності | pH-метр лабораторний | 0 – 14 pH | ± 0,05 pH |

# РОЗДІЛ 8 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО ПІДПРИЄМСТВА

Водопостачання. Вода на підприємство подаватиметься з місцевого водопроводу. Яка буде проходити хімічну очистку, а також охолодження і підігрівання в окремих баках.

Охолодження води відбуватиметься за допомогою сухого льоду в спеціальних змієвиках які знаходяться біля ємностей з водою.

Підігріватиметься вода парою у водобаці. Стічні води виробництва зливатимуться у мережу каналізації м. Бориспіль.

Вода на хлібозаводі буде використовуватися для різних технологічних та побутових потреб. Під час підготовки сировини до виробництва вода використовуватиметься для приготування дріжджової суспензії, сольового розчину.

В ході технологічного процесу вода подаватиметься на замішування тіста та приготування живильного середовища для закваски.

Воду використовуватимуть для парозволоження вистійних шаф та печей. При виході з печі хліб обприскуватимуть водою для зменшення його усихання.

Окрім цього воду також будуть використовувати для миття обладнання та приміщень. За для економії води для охолодження баків у заквасочному відділенні подаватиметься відпрацьована вода, яка уже була холодоагентом.

Загальну витрату води за годину $Q_{\text{в}}^{\text{г}}$, м$^3$, визначають за формулою (8.1):

$$Q_{\text{в}}^{\text{г}} = \frac{Q_{\text{п}}^{\text{д}} \times 4}{\text{Т}_{\text{п}}}$$

де $Q_{\text{п}}^{\text{д}}$ — продуктивність печей за добу, т; 4 — норма витрати води для виробництва 1 т хлібних виробів, м$^3$/т (приймають від 4 до 5 м$^3$/т); $T_{\text{п}}$ — тривалість роботи печей протягом доби, год.

$$Q_{\text{в}}^{\text{г}} = \frac{31{,}108 \times 4}{23} = 5{,}41 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрати підігрітої води за годину $Q_{\text{п.в}}^{\text{г}}$, м$^3$ визначають за формуло. (8.2):

$$Q_{\text{п.в}}^{\text{г}} = \frac{80 \times Q_{\text{в}}^{\text{г}}}{100}$$

де 80 – частка підігрітої води в загальній витраті води (приймають від 80 до 90%)

$$Q_{\text{п.в}}^{\text{г}} = \frac{80 \times 5{,}41}{100} = 4{,}33 \text{ м}^3$$

Витрату гарячої води за годину для отримання необхідної кількості підігрітої води за годину $Q_{\text{в.г}}^{\text{г}}$ м$^3$/год, визначають за формулою (8.3):

$$Q_{\text{в.г}}^{\text{г}} = \frac{Q_{\text{п.в}}^{\text{г}} \times (t_{\text{см}} - t_x)}{t_{\text{г}} - t_x}$$

де $t_{см}$ — температура підігрітої води (суміші), ºС (у середньому буває від 50 до 55 ºС); $t_г$ — температура гарячої води, ºС (приймають від 70 до 75 ºС); $t_х$ — температура холодної води, ºС (приймають 5 ºС).

$$Q^г_{в.г} = \frac{4{,}33\times(55-5)}{70-5} = 3{,}33 \text{ м}^3$$

Витрати тепла за годину для нагрівання води $Q^г_{т.в}$, кВт, за формулою (8.4):

$$Q^г_{т.в} = \frac{Q^г_{в.г} \times 4{,}8 \times (t_{см} - t_x) \times К}{3{,}6}$$

де 4,18 — теплоємність води, кДж/кг·К; К — коефіцієнт, який враховує втрати тепла (1,1…1,2).

Взимку:

$$Q^г_{т.в} = \frac{3{,}33\times4{,}8\times(70-5)\times1{,}1}{3{,}6} = 275{,}5 \text{ кВт}$$

Влітку:

$$Q^г_{т.в} = \frac{3{,}33\times4{,}8\times(70-15)\times1{,}1}{3{,}6} = 233{,}1 \text{ кВт}$$

Запас води в баках $Q^з_в$, м$^3$ визначають за формулою (8.5):

$$Q^з_в = Q^г_в \times 8$$

де 8 — запас води на 8 годин роботи підприємства.

$$Q^з_в = 5{,}41 \times 8 = 43{,}28 \text{ м}^3$$

Запас гарячої води $Q^з_{в.г}$ , м$^3$, розраховують за формулою (8.6):

$$Q^з_{в.г} = Q^1_{в.г} + Q^2_{в.г} + Q^к_{в.г}$$

де $Q^1_{в.г}$ — витрати води на приготування тіста протягом 4 год, м$^3$; $Q^2_{в.г}$ — аварійний запас води ($0{,}4 \bullet Q^1_{в.г}$), м$^3$; $Q^к_{в.г}$ — недоторканний запас води для водогрійних котлів печей та економайзерів, м$^3$.

$$Q^з_{в.г} = \frac{2{,}61+1{,}04+0{,}05}{2257} = 3{,}76 \text{ м}^3$$

Приймаємо бак об’ємом 4 м$^3$

Витрати води на приготування тіста протягом 4 год. За формулою (8.7):

$$Q^1_{в.г} = Q^г_б \times Q^т_в \times 4$$

де $Q^г_б$ — витрати борошна для приготування тіста за годину, т; $Q^т_в$ – норма витрати води для приготування тіста на 1 т борошна, м$^3$ (приймають: для житнього тіста — 0,75, для пшеничного — 0,60).

$$Q^1_{в.г} = 1{,}003 \times 0{,}65 \times 4 = 2{,}61 \text{ м}^3$$

Недоторканий запас води для водогрійних котлів та печей, за формулою (8.8):

$$Q^к_{в.г} = \frac{n \times Q \times 4}{2257}$$

де n — кількість печей (3 шт.); Q — теплопродуктивність утилізатора (~9,3кВт); 2257 — питоме тепло випаровування, кДж/кг.

$$Q^к_{в.г} = \frac{3\times9{,}3\times4}{2257} = 0{,}05 \text{ м}^3$$

Витрати води для душів за зміну $Q_{в}^{д}$, м³, обчислюють за формулою (8.9):

$$Q_{в}^{д} = \frac{N_p \times 100}{1000}$$

де $N_р$ — кількість робітників у зміні, осіб; 100 — норма витрати води на одного працівника за зміну, дм³.

$$Q_{в}^{д} = \frac{25 \times 100}{1000} = 2{,}5 \text{ м}^3$$

Об'єм бака холодної води $V_х$, м³, за формулою (8.10):

$$V_x = \frac{(Q_{в}^{з} - Q_{в.г}^{з} - Q_{в}^{д}) \times 1{,}1}{р}$$

де р – густина води, кг/дм³

$$V_x = \frac{(43{,}28 - 3{,}76 - 2{,}5) \times 1{,}1}{1} = 40{,}72 \text{ м}^3$$

Приймаємо два баки для води об'ємом 25 м³ розмірами 2600х4110 мм.

Об'єм бака гарячої води $V_х$, м³, за формулою (8.11):

$$V_г = \frac{(Q_{в.г}^{з} + Q_{в}^{д}) \times 1{,}1}{р}$$

Приймаємо р – 0,984

$$V_г = \frac{(3{,}76 + 2{,}5) \times 1{,}1}{0{,}984} = 7{,}0 \text{ м}^3$$

Приймаємо бак об'ємом 10 м³ 2400х2700 мм.

**Каналізація**: Стічні води хлібзаводу поділяються на виробничі та побутові. Відведення стічних вод здійснюватиметься до міської каналізаційної системи м. Бориспіль. Об'єм стічних вод для хлібопекарського підприємства приймають близько **3,6 м³** на 1 т продуктивності.

Об'єм стічних вод на хлібзаводі за добу м³, обчислюють за формулою (8.12):

$$Q_{к}^{г} = Q_{п}^{г} \times 3{,}6$$

де $Q_{п}^{г}$ – продуктивність печей за годину.

$$Q_{к}^{г} = 1{,}35 \times 3{,}6 = 4{,}86 \text{ м}^3$$

**Теплозабезпечення**: Теплозабезпечення хлібзаводу для технологічних потреб здійснюватиметься за рахунок автономної котельні та систем утилізації тепла. На кожній тунельній печі J4 ППП 2.1 буде встановлено утилізатор топкових газів для підігріву води на санітарно-побутові потреби та опалення. На кожній вистійній шафі будуть встановлені парогенератори D03. Пара на хлібокомбінаті буде використовуватися на технологічні потреби (шафи остаточного вистоювання та в першій зоні печі).

Годинні витрати тепла на опалення $Q_{\text{т}}^{\text{о.г}}$, обчислюють за формулою (8.13):

$$Q_{\text{т}}^{\text{о.г}} = 0{,}8 \times V_{\text{б}} \times g_o \times (t_{\text{п}} - t_{\text{з}})$$

де 0,8 — коефіцієнт, який враховує неопалювану частину будівлі; $V$б — будівельний об'єм хлібозаводу (приймаємо орієнтовно 15000), м$^3$; $g_{\text{о}}$ — питомі втрати тепла на 1 м$^3$ будівлі, Змн. Арк. № докум. Вт/м$^3$•К; $t$п— середня температура опалюваних приміщень (16–18 ºС); $t$з — середня температура шести найхолодніших днів опалювального сезону (для середньої частини України — мінус 20.

$$Q_{\text{т}}^{\text{о.г}} = 0{,}8 \times 15000 \times 0{,}34 \times (18 - (-20) = 155040 \text{ Вт} = 155{,}040 \text{ кВт}$$

Річні витрати тепла на опалення $Q_{\text{т}}^{\text{о.р}}$, мВт, визначають за формулою (8.13):

$$Q_{\text{т}}^{\text{о.р}} = \frac{0{,}8 \times V_{\text{б}} \times g_o \times (t_{\text{п}} - t_{\text{з}}^{1}) \times T_{\text{о}} \times n_{\text{о}}}{1000000}$$

де 1 з t— середня температура опалювального періоду за довідником, °С (для Києва — 3,0 °С); $n_0$ — число днів опалювального періоду за довідником (212 днів); $T_0$— час роботи системи опалення протягом доби (24 год.).

$$Q_{\text{т}}^{\text{о.р}} = \frac{0{,}8 \times 15000 \times 0{,}34 \times (18 - (-3)) \times 169 \times 24}{1000000} = 347{,}518 \text{ мВт}$$

**Холодозабезпечення.** На підприємстві буде встановлено холодильні камери для зберігання дріжджів та іншої швидкопсувної сировини. Як холодоагент використовують фреон R22 як найбільш екологічно чистий.

Витрати холоду на підприємстві $Q_x$ кВт, визначають за формулою (8.14):

$$Q_x = \frac{Q_{\text{т}}^{\text{д}} \times 100000}{3600 \times 24}$$

де $Q_{\text{т}}^{\text{д}}$— продуктивність печей за добу, т; 3600 — кількість секунд в одній годині (перерахунок кДж у кВт); 24 — кількість годин роботи холодильної установки протягом доби.

$$Q_x = \frac{31{,}108 \times 100000}{3600 \times 24} = 36{,}0 \text{ кВт}$$

**Витрати палива.** Витрати палива (природного газу) для тунельних печей J4 ППП 2.1 за годину $Q_{\text{пал.т}}^{\text{г}}$, м³/год, розраховують за формулою (8.15):

$$Q_{\text{пал.т}}^{\text{г}} = \frac{Q_{\text{п}}^{\text{г}} \times g_{\text{п}} \times 7000 \times 4{,}187}{Q_{\text{р}}}$$

де $Q_{\text{п}}^{\text{г}}$ — продуктивність печей за годину, т; $g_{\text{п}}$— питома витрата умовного палива для випікання 1 т виробів, кг (приймають 60…70 кг); $Q_{\text{р}}$ — теплотворна здатність натурального палива, кДж/кг або кДж/м$^3$ (приймають для газу — 33500 кДж/м$^3$, для мазуту — 39900 кДж/кг).

$$Q_{\text{пал.т}}^{\text{г}} = \frac{1{,}351 \times 65 \times 7000 \times 4{,}187}{33500} = 76{,}8 \text{ м}^3$$

# РОЗДІЛ 9 СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО-, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Сучасне хлібопекарське підприємство є складним виробничим комплексом, діяльність якого пов'язана з використанням значної кількості водних, енергетичних та сировинних ресурсів. Забезпечення екологічної безпеки, раціонального природокористування та впровадження енергоефективних технологій є пріоритетними завданнями при проєктуванні хлібзаводу в м. Бориспіль. Проєктні рішення щодо будівництва та експлуатації розроблені у суворій відповідності до чинного екологічного законодавства України. Основними нормативними документами, які регламентують охорону навколишнього природного середовища для підприємства, є Закони України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону атмосферного повітря», «Про управління відходами», Водний та Земельний кодекси України, а також ДБН А.2.2-1:2021 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище» та ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів».

Аналізуючи роботу підприємства за екологічними складовими, насамперед варто виділити **основні джерела забруднення атмосферного повітря**. На хлібзаводі діють стаціонарні джерела викидів, які поділяються на паливні та технологічні. До паливних належать димові труби тунельних печей J4 ППП 2.1 та автономної котельні, з яких при спалюванні природного газу в атмосферу виділяються оксид вуглецю, діоксид вуглецю та оксиди азоту. Технологічними джерелами є склад безтарного зберігання борошна (БХМ), ділянки просіювання та дозування сировини, де утворюється борошняний пил. Крім того, під час бродіння напівфабрикатів у ферментаторах та випікання виділяються пари етилового спирту та леткі органічні сполуки. Для мінімізації викидів на підприємстві передбачено встановлення сучасних тканинних рукавних фільтрів та циклонів на лініях пневмотранспорту борошна із ККД очищення не менше 98–99%. Тунельні печі оснащуються сучасними газовими пальниками з автоматичним регулюванням співвідношення «паливо-повітря» для повного згоряння газу, а тістомісильні машини X-12 та Diosna SPV мають герметичні кришки, що унеможливлює розпилення борошна в цеху.

**Головними причинами забруднення ґрунтів** на території хлібзаводу може стати незадовільна організація поводження з твердими побутовими та виробничими відходами (паперова та пластикова тара, мішки), а також можливі витоки мастильних матеріалів під час обслуговування механізмів печей і конвеєрів. Для усунення цих ризиків на підприємстві організовується чітка система роздільного збору відходів. Контейнери встановлюються на спеціально обладнаному майданчику з асфальтобетонним покриттям, захищеному від опадів. Використані мастила та люмінесцентні лампи зберігаються у закритій герметичній тарі на піддонах і здаються на утилізацію спеціалізованим компаніям. Вся вільна територія заводу підлягає асфальтуванню та озелененню для запобігання ерозії ґрунту.

Щодо **забруднення водних ресурсів**, основними джерелами є виробничі стічні води (від миття ферментаторів, деталей тістомісильних машин, внутрішніх поверхонь лотків та підлоги) і господарсько-побутові стоки.

Виробничі стоки характеризуються високим вмістом завислих речовин, жирів, цукру та дріжджів. Перед скиданням у загальноміську каналізацію м. Бориспіль ці води проходять попереднє механічне очищення. Проєктом передбачено встановлення жировловлювачів та пісковловлювачів-відстійників. Також запроваджується обов’язкове сухе (механічне) очищення обладнання від залишків тіста перед безпосереднім миттям водою, що значно знижує концентрацію органічних забруднень, а використання мийних шлангових систем високого тиску дозволяє зменшити об'єм утворення стічних вод на 20–30%.

Важливою складовою проєкту є **технологічні та технічні заходи зі зниження затрат енергоносіїв**. Для економії природного газу на димових каналах тунельних печей J4 ППП 2.1 встановлюються водяні теплообмінники-утилізатори. Вони використовують тепло відхідних газів (температура яких сягає 200–250 °С) для підігріву води до 60–70 °С, яка йде на потреби опалення та гарячого водопостачання. Самі ж печі мають сучасну багатошарову базальтову теплоізоляцію, що мінімізує втрати тепла в навколишнє середовище і покращує мікроклімат у цеху. Для економії електроенергії електродвигуни тістомісильних машин Diosna та систем вентиляції оснащуються частотно-регульованими приводами (інверторами), які плавно змінюють швидкість обертання залежно від навантаження, знижуючи енергоспоживання на 15–25%. Додатково передбачено повну заміну традиційних ламп на енергоефективні LED-світильники.

На підприємстві також передбачені **заходи з економії сировинних ресурсів і зниження технологічних втрат**. Встановлення автоматичних тензометричних дозаторів борошна та мікропроцесорних дозаторів рідких компонентів гарантує точність дотримання рецептури та усуває перевитрати сировини. Автоматичне регулювання парозволоження в тунельних печах дозволяє підтримувати оптимальний технологічний режим, знижуючи величину упікання хліба на 0,2–0,5%, що збільшує вихід готової продукції. Закритий пневматичний транспорт борошна повністю виключає його розпилення. Крім того, некондиційні вироби та черствий хліб із торгової мережі підлягають вторинній переробці на сухарну крихту або хлібну мочку, що після відповідної обробки повертається у виробництво, забезпечуючи маловідхідність процесу.

# РОЗДІЛ 10 ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

Забезпечення безпечних та оптимальних умов праці, запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням є фундаментальним інженерним завданням при проєктуванні хлібзаводу в м. Бориспіль. Усі технічні, технологічні та архітектурно-планувальні рішення в проєкті розроблені відповідно до Закону України «Про охорону праці» та Кодексу законів про працю України. Склад служби охорони праці та її функції на підприємстві визначаються масштабами виробництва і чисельністю персоналу. Враховуючи, що хлібзавод є підприємством із цілодобовим циклом роботи та середньою чисельністю працівників понад 50 осіб, створюється самостійна служба охорони праці (СОП), яка безпосередньо підпорядковується директору підприємства. До складу служби входить інженер з охорони праці, який координує роботу всіх структурних підрозділів. Головними функціями служби є: проведення вступних інструктажів з безпеки праці для всіх новоприйнятих працівників; організація навчання та перевірки знань посадових осіб і робітників з питань охорони праці; здійснення постійного контролю за дотриманням чинного законодавства, правил, норм та інструкцій з безпеки у виробничих цехах; участь у розробці комплексних заходів щодо покращення умов праці; а також розслідування та облік нещасних випадків у разі їх виникнення. Служба охорони праці має право видавати керівникам дільниць обов'язкові для виконання приписи щодо усунення виявлених порушень та зупиняти роботу дільниць або обладнання у разі загрози життю працівників.

Фінансування заходів з безпеки життєдіяльності на виробництві здійснюється за рахунок власних коштів підприємства. Основні напрями використання коштів на заходи з охорони праці формуються відповідно до чинного законодавства, де витрати на ці потреби мають становити не менше 0,5% від фонду оплати праці підприємства за попередній рік. Виділені кошти спрямовуються на: модернізацію засобів колективного захисту (встановлення та ремонт вентиляційних систем, аспіраційного обладнання на складі безтарного зберігання борошна, захисних огороджень); придбання та видачу працівникам безкоштовного спеціального одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту (ЗІЗ); організацію та проведення обов'язкових попередніх і періодичних медичних оглядів працівників; придбання технічної літератури, знаків безпеки, плакатів та облаштування кабінету з охорони праці; а також на проведення атестації робочих місць за умовами праці.

У процесі експлуатації запроєктованого хлібзаводу на працівників може впливати комплекс чинників, тому важливим етапом є аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів. До фізичних небезпечних і шкідливих факторів належать: рухомі частини технологічного обладнання (місильні органи машин Diosna, рухомі поди та ланцюгові конвеєри тунельних печей J4 ППП 2.1, приводні паси та вали); підвищена температура поверхонь обладнання (стінки та дверцята печей); небезпечний рівень напруги в електричній мережі, замикання якої на корпус обладнання може призвести до ураження струмом; підвищений рівень шуму та вібрації від роботи двигунів, а також незадовільні метеорологічні умови.

До хімічних та біологічних факторів відносять наявність у повітрі робочої зони борошняного пилу, продуктів згоряння природного газу та вуглекислого газу, що утворюється під час бродіння тіста.

Особливу увагу в пекарському виробництві приділяють контролю повітряного середовища. Параметри мікроклімату, джерела запиленості та загазованості, а також норми, які слід забезпечити у виробничих приміщеннях, чітко регламентуються ДСН 3.3.6.042-99. Пекарське відділення належить до приміщень зі значними тепловиділеннями (гарячі цехи). Згідно з нормами, для гарячих цехів у теплий період року оптимальна температура повітря становить 22–25 °С (допустима до 28 °С), відносна вологість — 40–60%, швидкість руху повітря — 0,2–0,3 м/с. У холодний період року температура має підтримуватися в межах 18–21 °С. Джерелами запиленості повітря є склад безтарного зберігання борошна, ділянки розтарювання сировини, просіювачі та ваги. Гранично допустима концентрація (ГДК) борошняного пилу в повітрі робочої зони становить 6 мг/м³. Джерелами загазованості є тунельні печі J4 ППП 2.1, де внаслідок спалювання газу утворюються оксиди азоту, а також ферментаційне обладнання (вистійні шафи та ферментатори), де виділяється діоксид вуглецю ($CO^2$).

Для підтримки належного стану повітряного середовища в проєкті детально охарактеризовано засоби та заходи щодо нормалізації параметрів мікроклімату та чистоти повітря. На підприємстві передбачено комбіновану систему вентиляції: загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію з механічним спонуканням та місцеві відсмоктувачі. У пекарському цеху над зонами завантаження та вивантаження хліба з тунельних печей J4 ППП 2.1 встановлюються потужні витяжні парасолі для локального вловлювання надлишкового тепла та пари. Припливне повітря перед подачею у приміщення проходить очищення у фільтрах, а в зимовий період — підігрів у калориферах котельні. На ділянках БХМ та просіювання борошна запроєктовано аспіраційні системи з рукавними тканинними фільтрами, які вловлюють пил безпосередньо у місцях його утворення, запобігаючи його поширенню в об’ємі цеху. Для захисту працівників від теплового випромінювання печей застосовується сучасна теплоізоляція їхніх корпусів базальтовим волокном, завдяки чому температура зовнішніх поверхонь обладнання не перевищує 45 °С.

Захист від акустичного навантаження реалізовано через обґрунтування вибору робочих місць з урахуванням впливу звукових хвиль і вібрації, які створює обладнання. Основними джерелами шуму та вібрації є тістомісильні машини I8-ХТА -12/1 та Diosna SPV під час інтенсивного замісу, а також вентилятори аспіраційних та вентиляційних систем. Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99, рівень шуму на робочих місцях не повинен перевищувати 80 дБА. Щоб досягти цього, у проєкті закладено такі інженерні рішення: усе високошумне обладнання винесено в окремі ізольовані звуконепроникні приміщення; електродвигуни та вентилятори встановлюються на спеціальні віброізолюючі опори (пружинні або гумові амортизатори) та з’єднуються з повітроводами за допомогою гнучких вставок. Робочі місця тістомісів та пекарів розташовані на безпечній відстані від шумових центрів, а для виготовлення корпусів обладнання Diosna використано конструкційні матеріали з високими демпфуючими властивостями.

Проєктування освітлення виконано відповідно до ДБН В.2.5-28:2018, де детально проаналізовано та обґрунтовано вибір системи природного та штучного освітлення. На хлібзаводі застосовується суміщене освітлення. Природне освітлення забезпечується через світлові прорізи у зовнішніх стінах (бокове освітлення), що дозволяє максимально використовувати сонячне світло протягом дня. Нормоване значення коефіцієнта природної освітленості (КПО) для виробничих цехів становить не менше 1,5%. Штучне освітлення запроєктовано загальним рівномірним, а на окремих робочих місцях (ділянки оброблення тіста, оздоблення виробів, лабораторний контроль) — комбінованим (загальне + місцеве). Як джерела штучного світла обрано сучасні світлодіодні (LED) світильники у вологозахищеному та пилонепроникному виконанні (клас захисту не менше IP65). Норма штучної освітленості для пекарського цеху становить 200 лк, для ділянок формування та оброблення тіста — 300 лк. У проєкті також передбачено мережу аварійного (для продовження роботи при вимкненні основного живлення) та евакуаційного освітлення (для безпечного виходу людей із приміщень), світильники яких підключені до незалежного джерела живлення.

Закладені в проєкті технічні та організаційні рішення повністю забезпечують безпечні умов праці на виробництві запроєктованого асортименту хлібобулочних виробів. Завдяки автоматизації дозування сировини, використанню герметичного обладнання Diosna та високоефективній вентиляції тунельних печей J4 ППП 2.1, вдалося мінімізувати вплив шкідливих чинників на персонал. Пропозиції щодо забезпечення безпеки включають: суворе дотримання графіків планово-попереджувального ремонту вентиляційних та аспіраційних систем; обов’язкове використання працівниками БХМ та пекарського цеху засобів індивідуального захисту (респіраторів, термостійких рукавиць, спецвзуття); регулярне проведення інструктажів та навчання персоналу методам безпечної роботи; а також здійснення щозмінного контролю за справністю захисних заземлень та блокувальних пристроїв на рухомих механізмах обладнання. Реалізація цих заходів дозволить створити оптимальний мікроклімат, звести до мінімуму ризики виробничого травматизму та забезпечити високу культуру виробництва на підприємстві.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі на основі проведених технологічних, інженерних, організаційних та техніко-економічних розрахунків розроблено проєкт сучасного хлібзаводу в м. Бориспіль Київської області добовою потужністю 30 т готової продукції. Проєктні рішення повністю спрямовані на досягнення поставленої мети — створення високоефективного підприємства з впровадженням прогресивного енерзозберігаючого обладнання та маловідхідних технологій. За результатами виконання роботи сформовано такі загальні висновки:

1. **Обґрунтовано прийняті технічні та технологічні рішення**, що базуються на впровадженні високопродуктивного обладнання європейського рівня. Для підготовки сировини та замішування тіста обрано автоматизовані лінії на базі тістомісильних машин Х-12 (для безперервного способу) та Diosna SPV (для періодичного замісу), що дозволяє інтенсифікувати процес, забезпечити стабільну та високу якість напівфабрикатів. Випікання запроєктованого асортименту продукції передбачено у сучасних тунельних печах J4 ППП 2.1 з автоматизованим контролем температурних та парозволожувальних режимів.

2. **Доведено позитивний вплив інноваційного обладнання на якість та безпечність продукції**. Завдяки переходу на закритий пневматичний транспорт борошна від силосів БХМ та встановленню автоматичних тензометричних дозаторів сировини, повністю усунуто людський фактор при дозуванні компонентів, забезпечено точність дотримання рецептур (з похибкою не більше ±0,5%) та гарантовано високі фізико-хімічні й органолептичні показники виробів. Організація виробництва відповідає європейським принципам системи НАССР, що гарантує мікробіологічну та хімічну безпеку хліба.

3. **Мінімізовано величину технологічних затрат та втрат**. Застосування автоматичного мікропроцесорного регулювання подачі пари в пекарну камеру тунельних печей J4 ППП 2.1 дозволило оптимізувати процес зволоження тістових заготовок і знизити величину упікання хліба на 0,2–0,5%. Повністю вирішено питання переробки технологічних відходів: у проєкті закладено лінію вторинної переробки некондиційного та черствого хліба на хлібну мочку та сухарну крихту, які після термічної обробки повертаються у виробництво (до 5–10%), що забезпечує безвідхідність та суттєву економію борошна.

4. **Впроваджено комплекс екологічних та енергозберігаючих заходів**, які є стрижнем проєкту. На димових каналах печей J4 ППП 2.1 встановлено системи рекуперації — теплообмінники-утилізатори топкових газів. Це дозволило утилізувати тепло відхідних газів (200–250 °С) для підігріву води до 60–70 °С на потреби опалення підприємства та гарячого водопостачання, значно зменшивши навантаження на автономну котельню та знизивши витрати природного газу.

Завдяки висококласній базальтовій ізоляції печей мінімізовано втрати тепла в цех. Обладнання електродвигунів місильних машин Diosna та вентиляційних систем частотно-регульованими приводами (інверторами) разом із повною заміною систем висвітлення на LED-світильники забезпечило зниження споживання електроенергії на власний розсуд підприємства на 15–25%.

5. **Забезпечено підвищення продуктивності праці та створення безпечних умов**. Комплексна механізація та автоматизація всіх стадій процесу — від безтарного приймання борошна до механізованого укладання готового хліба на лотки — суттєво знизила частку важкої ручної праці, підвищила культуру виробництва та продуктивність праці персоналу. Розроблені заходи з охорони праці (герметичні кришки діж, локальні витяжні парасолі над печами, аспірація складу БХМ із ККД 99%, віброізоляція шумних агрегатів) дозволили створити оптимальний мікроклімат і безпечні робочі місця.

6. **Визначено високу економічну ефективність проєкту**. Завдяки суттєвому скороченню витрат газу та електроенергії, зниженню технологічних втрат сировини, підвищенню виходу готової продукції та оптимізації чисельності персоналу внаслідок автоматизації, досягнуто зниження собівартості виробництва хлібобулочних виробів. Запроєктований хлібзавод у м. Бориспіль є конкурентоспроможним, інвестиційно привабливим та екологічно безпечним підприємством, яке повністю відповідає сучасним вимогам промислового розвитку харчової галузі України.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ


1. ГСТУ 46.004–99. Борошно пшеничне. Технічні умови: Галузевий стандарт України. – [Чинний від 1999-08-15]. – К., 1999.
2. ДСанПіН 2.2.4 – 171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [Чинний від 01.07.2010]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – С. 29.
3. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. – К. : Логос, 2002. – 365 с.
4. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник: навч. посіб. / 2-е вид., перероб. і допов. – К. : «Профкнига», 2019. – 580 с.
5. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови: Національний стандарт України. – [Чинний від 2017-07-01]. – К., 2015.
6. ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови: Національний стандарт України. – [Чинний від 2019-01-01]. – К., 2018.
7. ДСТУ 4498:2005. Патока крохмальна. Технічні умови: Національний стандарт України. – [Чинний від 2006-07-01]. – К., 2006.
8. ДСТУ 4583:2006. Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови: Національний стандарт України. – [Чинний від 2007-07-01]. – К., 2006.
9. ДСТУ 4812:2007. Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови: Національний стандарт України. – [Чинний від 2009-01-01]. – К., 2007.
10. ДСТУ 7517:2014. Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови: Національний стандарт України. – [Чинний від 2015-02-01]. – К., 2015.
11. ДСТУ 8791:2018. Борошно житнє хлібопекарське. Технічні умови: Національний стандарт України. – [Чинний від 2019-06-01]. – К., 2019.
12. Методичні вказівки до складання технологічних схем з хлібопекарського і макаронного виробництва у курсовому і дипломному проектуванні для студентів напряму 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання / уклад. В. Г. Юрчак, В. Ф. Доценко, В. М. Махинько. – К.: НУХТ, 2013. – 44 с.
13. 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. Кочубей-Литвиненко, А.Г. Пухляк, В.Г. Юрчак, Г.О. Сімахіна, Н.О. Стеценко, А.М. Куц, В.І. Бабенко, Є.1. Харченко, О.І. Гащук, Н.А. Гусятинська, С.Й. Крижанівський, Т.Т. Носенко - К.: НУХТ, 2024. - 62 с
14. Навчання з охорони праці, електробезпеки та пожежної безпеки [Електронний ресурс]. – https://budenergoatom.com.ua/ua/navshannja/okhorona-pratsi?gad

15. Очистка стічних вод підприємств харчової промисловості [Електронний ресурс]. – https://ete.net.ua/ochyshhennya-stichnyh-vod-vid-harchovoyi-promyslovosti/

16. Практикум з технологічних розрахунків у хлібопекарському виробництві: навчальний посібник / за ред. чл.-кор. В. І. Дробот. – К. : «Кондор-Видавництво», 2016. – 330 с.

17. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві (задачник): навч. посіб. / В. І. Дробот, В. Г. Юрчак, Л. Ю. Арсеньєва та ін. ; за ред. В. І. Дробот ; Нац. ун-т харч. технол. – К. : Кондор, 2010. – 440 с.

18. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навчальний посібник / за ред. чл.-кор. НААН В. І. Дробот. – К. : Condor Видавництво, 2015. – 972 с.

19. ТУ У 15.8-000389676-001:2009. Плетінки. Загальні технічні умови: Технічні умови України. – [Чинний від 2009]. – [Б. м.], 2009.