

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра експертизи харчових продуктів**

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

_____ Кочубей-Литвиненко О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 2021 р.

«До захисту допущено»

В. о. завідувача кафедри

_____ Арсеньєва Л.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності _____ 181 «Харчові технології»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Технологічна експертиза та безпека харчової продукції»

**на тему: «Розроблення рекомендацій моніторингу температури
технологічного процесу на підприємствах хлібопекарської галузі»**

Виконав: здобувач 2М курсу, групи ХЕ 2-11М

_____ Медончак Яніна Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник доц., к.т.н. Петруша Оксана Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально – науковий інститут харчових технологій

Кафедра експертизи харчових продуктів

Освітній ступінь - магістр

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітньо-професійна програма – «Технологічна експертиза та безпека харчової продукції»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри експертизи харчових продуктів

_____ Л.Ю. Арсеньєва

29 жовтня 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

_____ Медончак Яніни Миколаївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Розроблення рекомендацій моніторингу температури технологічного процесу на підприємствах хлібопекарської галузі»

керівник роботи _____ Петруша О. О., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «26» 10 2020 року №872кс

2. Строк подання студентом _____ 04 лютого 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи _____ Матеріали, зібрані під час преддипломної практики.

_____ Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Титульний аркуш. Завдання на роботу. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Сучасний погляд на систему контролю температур технологічних процесів. 2. Об'єкт і методи дослідження. 3. Визначення критерії вибору пристроїв вимірювання температури. 4. Розроблення рекомендацій моніторингу температури технологічного процесу на підприємствах хлібопекарської галузі. 5. Охорона праці. Висновки. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

6. Консультанти розділів роботи;

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1. Сучасний погляд на систему контролю температур технологічних процесів	Петруша О.О.		
Розділ 2. Об'єкт і методи дослідження	Петруша О.О.		
Розділ 3. Визначення критерії вибору пристроїв вимірювання температури	Петруша О.О.		
Розділ 4. Розроблення рекомендацій моніторингу температури технологічного процесу на підприємствах хлібопекарської галузі	Петруша О.О.		
Розділ 5. Охорона праці	Петруша О.О.		

7. Дата видачі завдання 29 жовтня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Літературний пошук та підготовка аналітичного огляду за темою дослідження	15.10.20-29.10.20	
2.	Складання планів експериментів, організація робочого місця, підбір і опанування методиками визначення показників якості та безпечності і статистичної обробки отриманих результатів	30.10.20-04.11.20	
3.	Експериментальні дослідження	05.11.20-17.12.20	
	1-а атестація	17.12.20	
4.	Підготовка розділу з охорони праці та погодження його з керівником	18.12.20-23.12.20	
5.	Підготовка розділу Сучасний погляд на систему контролю температур технологічних процесів	24.12.20-30.12.20	
6.	Визначення критерії вибору пристроїв вимірювання температури	31.12.20-06.01.21	
7.	Проведення дослідження температури хлібобулочних виробів	08.01.21-13.01.21	
8.	Розроблення рекомендацій моніторингу температури технологічного процесу на підприємствах хлібопекарської галузі	14.01.21-24.01.21	
9.	Оформлення пояснювальної записки і презентації роботи та подання їх на кафедрі	25.01.21-03.02.21	
	2-а атестація	04.02.21	
10.	Попередній розгляд роботи на кафедрі	04.02.21-10.02.21	
11.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	11.02.21-13.02.21	
12.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

_____ (підпис)

Медончак Я.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Петруша О.О.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Зміст дипломної роботи являє: вступ, 5 розділи, висновки, список використаних джерел літератури із 72 найменувань. Робота виконана на 82 сторінках, ілюстрована 6 таблицями та 7 рисунками.

Об'єкт дослідження - технологія виробництва хлібобулочної продукції.

Предмет дослідження – принципи НАССР, системи управління якістю та безпечністю харчової продукції, належні виробничі та вимірювальні практики.

Метою роботи є розроблення рекомендацій моніторингу температури технологічного процесу на підприємствах хлібопекарської галузі.

Для цього було проведено аналітичний огляд літератури, що врахував доцільність розроблення рекомендацій моніторингу температури технологічного процесу на підприємствах хлібопекарської галузі; дали стислу характеристику об'єктів і методів дослідження; проведено дослідження остигання хлібобулочних виробів виготовлених з різних сортів борошна; огляд охорони праці.

Ключові слова: температура, остигання, хлібобулочні вироби, моніторинг, система управління безпечністю, принципи НАССР, рекомендації, дослідження.

SUMMARY

The content of the thesis is: introduction, 5 sections, conclusions, list of references from 72 titles. The work is done on 82 pages, illustrated with 6 tables and 7 figures.

The object of research is the technology of bakery production.

The subject of research is the principles of HACCP, food quality and safety management systems, good manufacturing and measuring practices.

The aim of the work is to develop recommendations for monitoring the temperature of the technological process at the enterprises of the bakery industry.

For this purpose, an analytical review of the literature was conducted, which took in to account the feasibility of developing recommendations for monitoring the temperature of the technological process at the enterprises of the bakery industry; gave a brief description of the object and methods of research; a study of the cool in go bakery products made from different types of flour; lab or protection review.

Keywords: temperature, cooling, bakery products, monitoring, safety management system, HACCP principles, recommendations, research.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА СИСТЕМУ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУР ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	12
1.1. Температура – визначальний параметр технологічної стадії виробництва харчової продукції	13
1.2. Аналіз технологічних процесів хлібопекарського виробництва за температурою	14
1.3. Моніторинг температур у системах управління безпечністю та якістю виробництва харчової продукції	18
1.4. Засоби вимірювань температур	22
1.5. Класи точності приладів вимірювання	32
<i>Висновок до розділу 1</i>	34
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	35
2.1. Об'єкт та предмет дослідження	35
2.2. Методи дослідження	35
2.3. Схема дослідження	37
РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЇВ ВИБОРУ ПРИСТРОЇВ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ	39
3.1. Контактні і безконтактні методи вимірювання	39
3.2. Оцінка пристроїв для моніторингу температури в хлібобулочній продукції	43
3.3. Дослідження температури хлібобулочних виробів	46
<i>Висновок до розділу 3</i>	51
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ГАЛУЗІ	52
4.1. Вибір типу вимірювального пристрою	52
4.2. Навчання персоналу щодо правильного поводження з пристроєм .	54
4.3. Інструкція по використанню пристрою	55
4.4. Визначення методів очищення та дезінфекції пристрою	57
4.5. Інструкція по технічному нагляду за пристроєм	58

4.6. Ведення засобу вимірювальної техніки в систему управління безпечністю харчових продуктів;	58
4.7. Проведення повірки пристрою	60
<i>Висновок до розділу 4</i>	61
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	63
5.1. Загальні вимоги до організації охорони праці на хлібопекарському виробництві	63
5.2. Особливості організації охорони праці на хлібопекарському виробництві	68
<i>Висновок до розділу 5</i>	72
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75

ВСТУП

Актуальність проблеми. Технологічний процес виробництва харчової продукції складається з ряду етапів, або стадій, обробки продуктів, які різні за завданнями і можуть бути розділені в часі і просторі.

Основними стадіями технологічного процесу є прийом і зберігання сировини, виробництво напівфабрикатів, виробництво готових продуктів та їх реалізація.

Будь-який технологічний процес харчового виробництва потребує керуючих параметрів, і досить часто це є саме температура, що свідчить про важливість більш детального дослідження моніторингу температур на різних стадіях технологічного процесу [1].

Розробляючи заходи моніторингу температури на підприємстві, розуміємо, що:

- моніторинг дає змогу забезпечити безпечність харчових продуктів, оскільки дає простежити температуру на кожній технологічній операції. Якщо моніторинг свідчить про те, що є тенденція до втрати контролю, то тоді вживаємо заходів, щоб повернути процес під контроль ще до того, як настане будь-яке відхилення від критичної межі;
- під час моніторингу потрібно вести документацію (чек-листи, графіки, плани тощо), яка потім необхідна під час перевірки;
- перевагу необхідно надавати фізичним вимірюванням, які потребують небагато часу та незначних витрат. Щоб моніторинг був ефективним, треба ретельно перевіряти точність роботи контрольно-вимірювальних приладів.

Практика вимірювання і зберігання записів температури в харчовій промисловості не нова, і в певних областях застосовується багато років. Розвиток Європейського співтовариства призвело до розробки та прийняття узгодженої директиви по санітарії, яка охоплює зміни, зроблені в окремих країнах. У поєднанні з директивами по санітарії виробництва продуктів тваринного походження це ще більше підкреслило важливість управління

ризиками. Тому практичне використання контролю температури за останні десять років швидко розвивалося, і такий контроль став складовою системою управління якістю та безпекою.

Коли компанії стали досліджувати і впроваджувати системи контролю (моніторингу) температури, незабаром стало ясно, що це дозволяє компенсувати капітальні та трудовитрати. Кращий контроль температури сприяє як підвищенню безпеки харчових продуктів, так і поліпшення їх якості, і може дати економічні вигоди за рахунок більш ефективного використання енергії.

Зміни в законодавстві також зажадали впровадження відповідних систем забезпечення безпеки харчових продуктів. Всі харчові виробництва відповідальні за визначення критичних моментів своїх технологічних процесів. В окремих країнах і в світовому співтоваристві прийнято метод НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points, аналіз ризиків по критичним контрольним точкам) [2]. При використанні цього методу визначаються ризики і контрольні точки технологічного процесу для управління цими ризиками. Тут важливо, що план НАССР визначається для конкретного продукту і технологічного процесу, а також те, що він повинен постійно контролюватися. Реалізувати НАССР допомагає Директива з гігієни і санітарії [3], що містить вказівки щодо конкретних напрямків (до 1990 р було опубліковано шість посібників). Залежно від конкретного продукту і технології контроль температури може бути включений або не включений в план НАССР. Особливої вимоги вести реєстрацію перевірок температури немає, але ці записи можуть виявитися корисними, щоб продемонструвати, що вимоги законодавства виконуються. Важливо, що контроль температури пов'язаний з іншими контрольними точками і є частиною загальної системи НАССР.

Зрозуміло, що НАССР рідко реалізується ізольовано - цей метод поєднується з системами контролю якості для забезпечення випуску на технологічному обладнанні безпечних харчових продуктів однорідної якості [4]. Існує багато систем забезпечення якості, і найбільш широко

використовувані з них засновані або на ISO 9000 або на TQM (система загального управління якістю, TotalQualityManagement). Система ISO 9000 [5] містить два основні стандарти (9001 і 9002) і різні вказівки. Компанії визнаються відповідними цим стандартам (шляхом акредитації) після їх впровадження. Система TQM в більшій мірі відноситься до культури виробництва, мобілізуючи всіх співробітників організації на досягнення сталості якості і задоволення споживача, а також на постійне вдосконалення виробництва [6,7].

Мікропроцесорні сенсорні системи як складова інформаційно-комунікаційних технологій є невід'ємним атрибутом розвитку людського суспільства на сучасному етапі [8]. Сфера застосування сенсорних систем постійно розширюється і там, де вчора суспільство ще обходилося природним сприйняттям зовнішніх впливів, сьогодні вже неможливо уявити собі його функціонування без сенсорів чи датчиків. Особливе місце належить датчикам температури та вологості (електронним пристроям для кількісного визначення температури та абсолютної/відносної вологості), оскільки моніторинг і контроль цих параметрів стану середовища сьогодні є важливим економічним завданням, актуальність успішного розв'язання якого важко переоцінити [9, 10].

Об'єктом дослідження є технологія виробництва хлібобулочної продукції.

Предмет дослідження – принципи HACCP, системи управління якістю та безпечністю харчової продукції, належні виробничі та вимірювальні практики.

Метою роботи є розроблення рекомендацій моніторингу температури технологічного процесу на підприємствах хлібопекарської галузі.

У відповідності з даною метою були поставлені такі *завдання*:

- проаналізувати вагомість вимірювання температур на харчовому підприємстві;
- проаналізувати значимість вимірювальних параметрів в системах управління якістю та безпечністю харчової продукції;

- розробити схему комплексних досліджень хлібобулочних виробів;
- дослідити остигання хлібобулочних виробів залежно від точки занурення термометр-щупа;
- дослідити остигання хлібобулочних виробів залежно від сорту борошна з якого виготовлений виріб;
- розробити рекомендації моніторингу температури технологічного процесу на підприємствах хлібопекарської галузі;
- дослідити методи вимірювання температури, їх переваги та недоліки;
- розглянути вимоги до організації охорони праці на хлібопекарському виробництві.

Методи дослідження. Аналіз літературних джерел, вимірювання температури остигання хлібобулочних виробів виготовлених з різних видів борошна.

Наукова новизна. Вперше розроблено рекомендації моніторингу температури технологічного процесу для підприємств хлібопекарської галузі, за допомогою яких буде зручніше контролювати температуру на підприємствах хлібопекарської галузі.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати дозволяють без значних зусиль контролювати температуру на підприємствах хлібопекарської галузі.

Апробація результатів дослідження. Основні результати роботи обговорювалися на конференції «Якість і безпечність харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення» з доповіддю «Вимірювальні пристрої температури в системі управління безпечністю» (Львів, 2020р.).

Структура роботи. Структура дипломної роботи: анотація, вступ, 5 розділів, висновки, список використаних джерел із 72 найменувань. Робота виконана на 82 сторінках, ілюстрована 6 таблицями, 7 рисунками.

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА СИСТЕМУ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУР ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Контроль технологічного процесу виробництва є одним із основних засобів запобігання випуску нестандартної продукції, зміцнення технологічної дисципліни, зниження затрат і втрат на всіх стадіях виробництва [11].

Технологія виготовлення і параметри технологічного процесу, які забезпечують виробництво доброякісної продукції, регламентуються технологічною інструкцією, що розробляється і затверджується на галузевому рівні поряд з рецептурою на виготовлення виробу.

Контроль технологічного процесу включає перевірку виконання рецептур, додержання технологічного режиму приготування напівфабрикатів за вологістю, кислотністю, температурою, тривалістю бродіння, а також температурного, вологісного режимів і тривалості вистоювання та випікання тістових заготовок, правильності укладання і зберігання готових виробів.

Найчастіше контрольовані параметри включають температуру, час, вологість, рН та органолептичні параметри, такі як зовнішній вигляд та структура [12].

Контроль технологічного процесу дозволяє виявити порушення в ньому. Контроль технологічного процесу полягає в перевірці дотримання вказівок технологічних карт: в тій чи печі виробляється нагрівання [13], чи правильно укладені на поду печі деталі яка температура гартівної рідини і так далі. Найважливішим елементом контролю будь-якого технологічного процесу термічної обробки є контроль температури. На цей вид контролю слід звернути найсерйознішу увагу, тому що основна кількість браку при термічній обробці залежить від недотримання температурного режиму. Часті випадки, коли помилки при вимірюванні температур залежать не від неухважності або несумлінності термістів, а тому, що прилади, наприклад термомпари, дають невірні показання.

1.1. Температура – визначальний параметр технологічної стадії виробництва харчової продукції

Найчастіше температура є визначальним фактором функціонування промислового технологічного процесу [14]. Якщо вимірювання температури виконуються неточно або ненадійно по тій або іншій причині, це може негативно позначитися на таких показниках, як ефективність технологічного процесу, енергоспоживання і якість продукції. Навіть невелика помилка у вимірі температури може призвести до зупинки деяких технологічних процесів або дуже дорого обійтися, тому дуже важливо мати впевненість у тому, що температура вимірюється точно і надійно. Також температура є одним з головних параметрів якості теплоносія, який поставляє і входить в формулу обчислення теплової енергії, тому вимірювання температури є найважливішим завданням як для споживача тепла, так і для постачальника.

Температура впливає на основні споживні властивості [15], такі як смак, колір, вид, а також виробничі параметри і в підсумку обсяги готової продукції. Багато технологічних процесів харчової промисловості вимогливо ставляться до контролю як загальної температури в термокамері, так і температури поверхні оброблюваної сировини. При високотемпературній обробці сировини вимоги до якісної контролю температури поверхні обумовлені недопущенням сильного перегріву поверхні продукту щоб уникнути спікання його поверхневих шарів і отримання ефекту «кірки», який сильно впливає на швидкість технологічного процесу, а також на погіршення органолептичних властивостей готового продукту. Проблема точного визначення контрольованої температури сировини є актуальною в харчовій промисловості.

На сьогодні для контролю температури в харчовій промисловості в основному використовуються звичайні стаціонарні контактні датчики температури термопари або термоопору.

Вимоги по контролю температури в Англії і Уельсі застосовуються до тих харчових продуктів, в яких велика ймовірність зростання мікроорганізмів або утворення токсинів [16].

Такі продукти повинні зберігатися при температурі 8 °С або нижче, однак ця вимога повинна бути реалізовано в поєднанні з іншими умовами, заданими в загальних положеннях з гігієни і санітарії [17].

Очевидно, що якщо можна виключити потрапляння патогенних мікроорганізмів в харчові продукти, то контроль температури необхідний тільки для продовження терміну придатності при зберіганні продукту.

Зниження температури не знищує мікроорганізми, а уповільнює їхній ріст, в зв'язку з чим зберігання сировини, проміжних і готових продуктів при низьких температурах грає свою роль в забезпеченні безпеки харчових продуктів.

Холодильне обладнання створюється для роботи протягом тривалого часу без участі людини, проте впливати на регулювання температури можуть різні події і крім поломок. Важливо контролювати правильну періодичність циклів розмерзання і завантаження продуктів в холодильники, що принципово важливо для їх нормальної роботи і руху в них повітря.

Моніторинг температури повітря здатний показати, чи правильно працює і управляється холодильне обладнання, хоча при цьому може виявитися важче визначити температуру продуктів. У деяких випадках моніторинг температури повітря неможливий, і потрібно визначати температуру продуктів або моделі продукту.

1.2. Аналіз технологічних процесів хлібопекарського виробництва за температурою

В основі технології хліба лежать мікробіологічні, біохімічні процеси, тому вона належить до біотехнологій. Сучасна технологія є результатом колективного творіння спеціалістів - вчених і практиків протягом століть. Створення і впровадження прогресивних технологій здатні забезпечити тільки висококваліфіковані фахівці.

Хлібопечення забезпечує випуск великої різноманітності хлібобулочних, дієтичних виробів, бубличних, здобних і простих сухарів. Для кожного виробу розроблена рецептура і технологічний режим виготовлення.

Виробництво хлібобулочних виробів можна розділити на такі етапи: зберігання і підготовка сировини до виробництва, приготування тіста, розробка тіста, випікання тістових заготовок, охолодження і зберігання хліба.

Тісто готують з борошна, води, розпушувача, солі, цукру, жирів та інших видів сировини [18]. Перелік і співвідношення окремих видів сировини, що використовується для виробництва певного виду виробу, називають рецептурою. Рецептура є складовою нормативної документації на вироби.

При замішуванні тіста важливу роль грає температура тіста, тому що, певні вироби потребують конкретної температури приготування тіста. Це необхідно для того, щоб при формуванні виробів, а далі випіканні, готові вироби виготовлялись потрібної форми та структури [19].

Температура грає важливу роль при дозріванні тіста [20]. Оптимальними умовами для життєдіяльності дріжджів і молочнокислих бактерії є рН 4...6, температура 28...35 °С. Основними процесами під час дозрівання тіста є спиртове і молочнокисле бродіння. Внаслідок цих процесів відбувається:

- розпушення тіста діоксином вуглецю;
- насичення рідкої фази діоксидом вуглецю з утворенням вугільної кислоти;
- підвищення кислотності тіста внаслідок утворення молочної оцтової та інших кислот;
- зниження рН тіста накопичення смакових і ароматичних речовин.

При збільшенні або зменшенні температури дозрівання буде уповільнюватися або прискорюватися, тому необхідно слідкувати за температурою дозрівання, щоб на підприємстві не було збоїв.

У процесі вистоювання об'єм заготовки збільшується в 1,5 рази, поверхня стає гладенькою [21].

Оптимальними умовами для остаточного вистоювання є температура 35...40 °C і відносна вологість – 75...85 %. Така температура повітря прискорює процес бродіння, а підвищена вологість запобігає утворенню на поверхні заготовки підсохлої плівки, поява якої зумовлює виникнення на поверхні хліба тріщин і підривів.

Тривалість вистоювання тістових заготовок становить від 20 до 120 хв залежно від маси, виду виробів, рецептури, якості борошна, умов вистоювання тощо.

Випікання є заключним етапом технологічного процесу, під час якого тістова заготовка перетворюється у готовий виріб, придатний для споживання [22]. У процесі випікання збільшується об'єм тістової заготовки, зменшується її маса, закріплюється їх форма, формується об'єм виробів, утворюються скоринка і м'якушка, формується смак і аромат, забарвлюється поверхня. Це є наслідком колоїдних, теплофізичних, мікробіологічних, хімічних біохімічних процесів, що відбуваються у тістовій заготовці під час випікання. В основі цих процесів лежить прогрівання тістової заготовки [23]. Тепло передається тістовій заготовці випромінюванням від нагрітих до 300...400° C стінок і склепіння пекарної камери (80...85 %), конвекцією від пароповітряного середовища пекарної камери, прогрітого до 200...250° C, а також кондукцією (теплопровідністю) від нагрітого поду печі. Для випікання 1 т хліба необхідно близько 300...550 кДж. Ця теплота витрачається на прогрівання тістової заготовки до 180 °C на її поверхні та 96...97 °C у центрі м'якушки, і на випаровування води з неї.

Тістова заготовка прогривається поступово від поверхневих шарів до центру. В міру прогрівання кожного окремого шару до певної температури в ньому відбуваються ті процеси, для яких ця температура є оптимальною.

Швидкість прогрівання тістової заготовки залежить від температури пекарної камери, відносної вологості її пароповітряного середовища, маси тістових заготовок, їх вологості, форми, розпушеності, тому необхідно

слідкувати за цими параметрами, щоб готові вироби відповідали своїм стандартам.

Охолодження хлібобулочної продукції необхідне за цілим переліком факторів. Під час випікання м'якушка та волога зв'язуються крохалем, що клейстеризується. Слід зазначити, що абсорбційно зв'язана волога видаляється у вигляді пари в основному з верхніх шарів виробу та власне скоринки, яка утворюється в процесі. Структура самого м'якушу утворюється вже при температурі 95°C. Тому неналежне оброблення виробу температурою може зумовити наявність у свіжому хлібі м'якушу із клейкою характеристикою, що представляє собою загрозу для споживача.

Так навіть дієтологами різних країн світу рекомендується вживати хлібобулочний виріб, щойно випечений, після повного охолодження – що формує завершення всіх процесів формування м'якушу [24].

Сучасні підходи до формування безпечного виробництва та реалізації харчової продукції регламентує необхідність її пакування в плівку чи інші матеріали, особливо це актуально в умовах поширення COVID-19 (спричиненої вірусом SARS-CoV-2) виробники повинні посилити гігієну харчових продуктів з метою попередження передачі вірусу [25]. Але пакування неповністю охолодженого продукту приведе до конденсації вологи, що продовжує виділятися з поверхні виробу на внутрішню поверхню пакувального матеріалу. А наявна волога завжди є можливим місцем розвитку сторонньої мікрофлори.

Слід відмітити, що все частіше підприємства реалізують вже нарізаний виріб. Якісна реалізація процесу нарізання може відбуватись за температури не вище 37 °C [26]. Виробнича практика вказує на те що підвищення температури на цьому процесі вище 37 °C призводить до прилипання м'якушу до поверхні ножів.

Найбільш поширеними є три способи охолодження хлібобулочних виробів [27]:

1. Природне охолодження — дешевий і простий метод, який вимагає значної витрати часу та виділення спеціальних площ. Такий спосіб охолодження викликає втрати маси від усихання, а також всихання хліба.

2. Охолодження кондиційованим повітрям скорочує час процесу охолодження виробів. Цей процес відбувається по технології рециркуляції двома паралельними потоками. Цей спосіб дозволяє поліпшити інтенсивність охолодження і понизити усихання хліба.

3. Вакуумне охолодження — найбільш економічний спосіб зберегти свіжість готової продукції. Процес охолодження займає 10...15 хвилин.

Для кожного виду готових виробів важливо визначити оптимальний період охолодження. Особливо важливо враховувати цей параметр при упаковці.

При упакованні гарячої продукції можлива поява вологи всередині упаковки, а це призведе до намокання кірки, а виріб втратить товарний вигляд. В той же час зовсім холодний хліб вже залишився без вологи в процесі усушки і після упаковки досить швидко зачерствіє.

Найбільшою популярністю при охолодженні хліба користуються конвеєрні охолоджувачі спірального типу. Вони відправляють вироби після випічки на нарізання і упаковку та паралельно охолоджують.

Конвеєр спіральний для охолодження виробів призначається для швидкого і якісного охолодження хлібобулочних виробів, має компактні розміри і високу енергетичну ефективність.

Невідповідність технологічних параметрів процесу охолодження може призвести до зниження якості продукції та скоротити її термін придатності (за рахунок втрати відповідних органолептичних характеристик).

1.3. Моніторинг температур у системах управління безпеністю та якістю виробництва харчової продукції

НАССР – це не автономна програма, а частина більш загальної системи методів контролю. Без надійного підґрунтя, що складається з програм-

передумов, які повинні бути запроваджені і підтримуватися належним чином, система НАССР не зможе стати ефективним інструментом для забезпечення виробництва безпечних продуктів [28].

Програми-передумови, включаючи навчання, повинні бути добре розробленими, функціональними та підтвердженими. Інформованість та зобов'язання керівництва є необхідними для запровадження ефективної системи НАССР [29,30]. Ефективність також залежить від наявності у керівництва та робітників належних знань та навичок НАССР. При проведенні ідентифікації та оцінки небезпечних факторів та подальших кроків із розробки та застосування системи НАССР беруть до уваги вплив з боку сировини, інгредієнтів, виробничої практики, виробничих процесів на контроль небезпечних факторів, вірогідний спосіб кінцевого застосування продукту, категорії споживачів та епідеміологічні свідчення, що стосуються безпечності харчового продукту.

Належним чином впроваджена система НАССР веде до кращого розуміння та гарантування всіма учасниками харчового сектору безпечності харчових продуктів, даючи нову мотивацію в їхній роботі та надаючи користі від її впровадження [31,32].

Важливим аспектом функціонування системи управління безпечності харчової продукції, а саме забезпечення плану НАССР, є вибір дієвого способу моніторингу для контролю параметрів технологічної операції. Встановлення критичних меж процесу дозволяє уникнути ризикових наслідків пов'язаних із здоров'ям споживачів. Однак, будь-який план НАССР включає, окрім власне методу моніторингу, метод верифікації.

В даний час багато систем моніторингу температури випускаються серійно - від простого термометра до повністю комп'ютеризованої системи, з'єднаної з локальною системою охолодження або навіть з центральною системою управління.

Вибір системи залежить від обсягу інформації, яка необхідна оператору, і вартості одержання цієї інформації. Якщо система моніторингу повинна

забезпечити детальну інформацію про роботу системи, з'єднаної з іншими системами регулювання, то очевидно, що потрібно більш досконала і складна система.

В опублікованій літературі з моніторингу температури [33,34,35,36], міститься дуже мало конкретних рекомендацій. Керівництва, опубліковані IFST [37], дають інформацію про моніторинг температури повітря і доповнені в керівництві Міністерства охорони здоров'я [38].

Ці Керівництва були пізніше замінені Промисловими нормами і правилами [39]. Практичні рекомендації з моніторингу температури є в додатках до деяких з них (наприклад, до норм і правил роздрібної торгівлі та громадського харчування), але вони не є їх частиною.

Всі холодильники й камери холодного зберігання, де зберігаються або обробляються продукти, у яких можливий ріст мікроорганізмів, повинні бути обладнані термометром, приладом для виміру температури або пристроєм для запису температури для точного відображення температури в камері, а також повинні мати пристрій автоматичного контролю для регулювання температури й автоматичну сигналізацію для привернення уваги до значних відхилень температури під час ручної обробки.

Інструменти й засоби контролю, використовувані для виміру, регулювання й реєстрації температури, рівня рН, кислотності, активності води й інших параметрів, а також для контролювання або запобігання росту небажаних мікроорганізмів у продуктах, повинні бути точними, повіреними, підтримуватися в робочому стані й бути в достатній кількості для використання за призначенням.

Обладнання, що використовується для приготування, теплового оброблення, охолодження або зберігання харчових продуктів, слід проектувати таким чином, щоб необхідна температура харчового продукту досягалась настільки швидко, наскільки необхідно в інтересах безпечності та придатності харчових продуктів, а також ефективно підтримувалась. Таке обладнання слід

також проектувати так, щоб робити можливим моніторинг та контролювання температури.

Сучасний погляд на проектування систем моніторингу контролю температурних режимів зберігання харчових продуктів передбачає [40] розробку автоматизованих інтелектуальних експертних систем (АІЕС) виявлення ризиків мікробіологічного обсіменіння на основі математичних прогнозних моделей.

Мета розробки АІЕС визначає перелік вимог і їх характеристик на основі мультидисциплінарного підходу.

Структура системи автоматизованого контролю температури включає в себе в якості об'єкта автоматизації холодильні установки (об'єкт контролю), вимірювальні пристрої температури, що реєструють пристрою в складі вимірювальних приладів з реєстрацією інформації в електронному вигляді, комп'ютерну реалізацію системи контролю [41]. Побудова мережі датчиків температури проводиться відповідно до критичних контрольних точок і недопустимих ризиків і визначається протяжністю і розгалуженістю холодового ланцюга.

В основі інтелектуальних компонентів АСУ - достовірна ймовірність мікробного обсіменіння харчових продуктів при порушеннях температурного режиму, зберігання і можливість прогнозу ризиків мікробіологічної псування виробу. Основними досліджуваними параметрами є мікроорганізми псування і їх основні кінетичні характеристики (чисельність або біомаса популяції; питома швидкість розмноження; питома швидкість елімінації; спостережувана питома швидкість росту популяції; середній час генерації), температура і час зберігання [42].

Функціонування АІЕС забезпечує інформацію про результати моніторингу температури зберігання в режимі реального часу, в тому числі епізодах незапланованої мінливості температури, включаючи змінилися параметри температури і тривалість аварійної ситуації.

Моніторинг температурних режимів передбачає вимірювання температури охолоджуючого повітря в холодильних камерах (холодильниках, рефрижераторах і т.д.) і внутрішньої температури сировини (безпосередньо в товщі) портативним приладом, встановленим за місцем з дистанційним передаванням показань.

1.4. Засоби вимірювань температур

Вибір методу виміру температури залежить від діапазону вимірюваних температур, необхідної точності, швидкодії і допустимої величини вхідного теплового опору вимірювального пристрою, тобто його вхідній теплоємності [43]. Для виміру температури використовуються найрізноманітніші методи, які засновані:

- на тепловому розширенні рідких, газоподібних і твердих тіл (термомеханічний ефект);
- на зміні тиску усередині замкнутого об'єму при зміні температури (манометричні);
- на зміні електричного опору тіл при зміні температури (терморезистори);
- на термоелектричному ефекті;
- на використанні електромагнітного випромінювання нагрітих тіл.

Рідинні термометри засновані на принципі зміни об'єму рідини, яка залита в термометр (звичайно це спирт або ртуть), при зміні температури довкілля.

Рідинний термометр - скляний балончик замість більшої частини капіляру, що заповнений термометричною рідиною, до якого приєднано малий капіляр, у якому рідина розширюється. Шкала, градуйована у відповідних одиницях (К або °С), звичайно задається на пластинці, що прикріплена до капіляру.

У зв'язку із заборонаю застосування ртуті у багатьох областях діяльності ведеться пошук альтернативних наповнень для побутових термометрів. Наприклад, такою заміною може стати сплав галінстан.

Механічні термометри діють за тим же принципом, що і рідинні, але в якості датчика зазвичай використовується металева спіраль або стрічка з біметала.

Електричні термометри. Принцип роботи електричних термометрів заснований на зміні опору провідника при зміні температури довкілля.

Електричні термометри ширшого діапазону засновані на термопарах (контакт між металами з різною електронегативністю створює контактну різницю потенціалів, залежну від температури).

Найбільш точними і стабільними в часі являються термометри опору на основі платинового дроту або платинового напилення на кераміку. Залежність від температури майже лінійна. Температурний діапазон – 200 – +850 °С.

Термопара (термоелектричний перетворювач температури) – термоелемент, вживаний у вимірювальних і перетворюючих пристроях, а також в системах автоматизації.

Для виміру різниці температур зон [44], ні в одній з яких не знаходиться вторинний перетворювач (вимірник термо-ЕРС), зручно використовувати диференціальну термопару: дві однакові термопари, сполучених один назустріч одному. Кожна з них вимірює перепад температур між своїм робочим спаєм і умовним спаєм, утвореним кінцями термопар, підключеними до клем вторинного перетворювача, але вторинний перетворювач вимірює різницю їх сигналів, таким чином, дві термопари разом вимірюють перепад температур між своїми робочими спаями.

Принцип дії заснований на ефекті Зеебека або, інакше, термоелектричному ефекті. Коли кінці провідника знаходяться при різних температурах, між ними виникає різниця потенціалів, пропорційна різниці температур. Коефіцієнт пропорційності називають коефіцієнтом термо-ЕРС. У різних металів коефіцієнт термо-ЕРС різний і, відповідно, різниця потенціалів,

що виникає між кінцями різних провідників, буде різна. Поміщаючи спай з металів з відмінними коефіцієнтами термо-ЕРС в середу з температурою T_1 , ми отримаємо напругу між протилежними контактами, що знаходяться при іншій температурі T_2 , яке буде пропорційне різниці температур T_1 і T_2 .

Потенціометри. Вимір температури термоелектричним термометром в комплекті з мілівольтметром у більшості випадків не забезпечує достатньої точності із-за наявності ряду погрешностей. Клас точності такого приладу 1,5...2,5. Головною причиною цього є вплив змін температури навколишнього повітря на опори мілівольтметра і зовнішньої сполучної лінії. Цей вплив відсутній при вимірі термоелектрорушійної сили (термо-ЕРС) нульовим методом, при якому замість мілівольтметра застосовується потенціометр. Крім того, застосування потенціометра дозволяє легко здійснити автоматичне введення поправки на зміну температури вільних кінців термометра.

Основною особливістю потенціометра є те, що в нім термо-ЕРС, що розвивається термоелектричним термометром урівноважується (компенсується) рівним їй за величиною, але зворотною по знаку напругою від джерела струму, розташованого в приладі, яке потім вимірюється з великою точністю.

Логометр – вимірювальний прилад, обертовий момент якого залежить від відношення двох струмів, що протікають по двох рухливих котушках.

Логометри бувають різних типів. Дуже широко поширений Л-64. Він дозволяє вимірювати температуру у виробничих і технологічних процесах. Виміри проводяться за трипровідною схемою, що забезпечує високу точність вимірів. Сама конструкція і внутрішній устрій логометра Л-64 простий і дуже надійний. Ця якість приладу забезпечує його працездатність впродовж десятків років. На території колишнього Радянського Союзу логометри досі застосовуються на виробництві. Джерелом живлення служить мережевий зовнішній блок живлення СВ-4. Він забезпечує на виході постійну напругу 4 вольти. Ця напруга використовується для живлення вимірювального моста приладу.

Оптичні термометри дозволяють реєструвати температуру завдяки зміні рівня світимості, спектру і інших параметрів при зміні температури. Наприклад, інфрачервоні вимірники температури тіла.

Термометр опору – датчик для виміру температури, опір чутливого елемента якого залежить від температури. Може бути виконаний з металевого або напівпровідникового матеріалу. У останньому випадку називається термістором.

Принцип дії термометра опору ґрунтується на залежності питомого електричного опору ρ металів і напівпровідників від їхньої температури: для металів ρ зростає з підвищенням температури, для напівпровідників - зменшується. Для провідників - чистих металів залежність $\rho(T)$ є практично лінійною у широкому інтервалі температур. Металевий термометр опору є резистором, що виконаний з металевого дроту або плівки і має відому залежність електричного опору від температури.

Газовий термометр – прилад для виміру температури, заснований на законі Шарля.

У кінці XVIII ст. Шарль встановив, що однакове нагрівання будь-якого газу приводить до однакового підвищення тиску, якщо при цьому об'єм залишається постійним. При зміні температури за шкалою Цельсія залежність тиску газу при постійному об'ємі виражається лінійним законом. А звідси витікає, що тиск газу (при $V = \text{const}$) можна прийняти як кількісну міру температури. З'єднавши посудину, в якій знаходиться газ, з манометром і проградувавши прилад, можна вимірювати температуру за свідченнями манометра.

У широких межах змін концентрацій газів і температур і малих тисках температурний коефіцієнт тиску різних газів приблизно однаковий, тому спосіб виміру температури за допомогою газового термометра виявляється малозалежним від властивостей конкретної речовини, використовуваний в термометрі в якості робочого тіла. Найбільш точні результати виходять, якщо в якості робочого тіла використовувати водень або гелій.

Термометр-щуп призначений для вимірювання температури. За допомогою даного термометра, проколов м'яку поверхню матеріалу, можна виміряти температуру всередині речовини. Також завдяки датчику можна вимірювати температуру рідини, харчових продуктів, повітря, масла, ґрунту в сільському господарстві, води.

Зазвичай пристрій виконаний в портативному корпусі, а щуп термометра виготовлений з нержавіючої сталі. Відображаються поточні показники температури за допомогою РК-дисплея. Вимірювальний пристрій має діапазон вимірюваної температури, який знаходиться в межах від -50 до 300 ° С.

Пірометр – прилад для безконтактного виміру температури тіл. Принцип дії заснований на вимірі потужності теплового випромінювання об'єкту виміру переважно в діапазонах інфрачервоного випромінювання і видимого світла.

Стаціонарний пірометр інфрачервоного випромінювання (пірометр) застосовують для дистанційного визначення температури об'єктів в промисловості, побуті, сфері ЖКГ, на підприємствах, де велике значення надається контролю температур на різних технологічних етапах виробництва (сталеливарна, харчова і переробна промисловість, нафтопереробна галузь). Пірометри можуть виступати в ролі засобу безпечного дистанційного виміру температур розжарених об'єктів, що робить їх незамінними для забезпечення належного контролю у випадках, коли фізична взаємодія з контрольованим об'єктом неможлива через високі температури. Їх можна застосовувати в якості теплолокаторов (вдосконалені моделі), для визначення ділянок критичних температур в різних виробничих сферах.

Пірометри можна розділити за декількома основними ознаками:

– яскраві - дозволяють візуально визначати, як правило, без використання спеціальних пристроїв, температуру нагрітого тіла, шляхом порівняння його кольору з кольором еталонної нитки.

– радіаційні - оцінюють температуру за допомогою перерахованого показника потужності теплового випромінювання. Якщо пірометр вимірює в

широкій смузі спектрального випромінювання, то такий пірометр називають пірометром повного випромінювання.

– колірні (інші назви: мультиспектральні, спектрального відношення) – дозволяють робити висновок про температуру об'єкту, ґрунтуючись на результатах порівняння його теплового випромінювання в різних спектрах.

- переносні - зручні в експлуатації в умовах, коли потрібна висока точність вимірів, в сукупності з хорошими рухливими властивостями, наприклад для оцінки температури важкодоступних ділянок трубопроводів. Зазвичай забезпечені невеликим дисплеєм, що відображає графічну або текстово-цифрову інформацію.

- стаціонарні - призначені для точнішої оцінки температури об'єктів. Використовуються в основному у великій промисловості, для безперервного контролю технологічного процесу виробництва розплавів металів і пластиків.

Температурний діапазон:

- низькотемпературні - мають здатність показувати температури об'єктів, що мають навіть негативні значення цього параметра.

- високотемпературні - оцінюють лише температуру сильно нагрітих тіл, коли визначення «на око» не представляється можливим. Зазвичай мають сильне зміщення на користь «верхньої» межі виміру.

Візуалізація вимірюваних величин на дисплеї:

- текстово-цифровий метод - вимірювана температура виражається в градусах на цифровому дисплеї. Попутно можна бачити додаткову інформацію.

- графічний метод - дозволяє бачити спостережуваний об'єкт в спектральному розкладанні ділянок низьких, середніх і високих температур, виділених різними кольорами. Незалежно від класифікації, пірометри можуть забезпечуватися додатковими джерелами живлення, а також засобами передачі інформації і зв'язку з комп'ютером або спеціалізованими пристроями.

Яскравий метод вимірювання, що обмежується тільки видимою областю спектра та візуальними спостереженнями для температур тіл вищих за 800 °С,

також називають оптичним. Існує суб'єктивність цього методу вимірювання та його похибка, унаслідок різної яскравості та спектральної чутливості очей спостерігачів. Для спостережень у інших діапазонах хвиль застосовуються різні фотодатчики, підсилювачі сигналу та різні електронні схеми для вимірювань та обробки результатів.

Еквівалентною температурою називають таку температуру чорного тіла, за якої одна з характеристик його випромінювання співпадає з аналогічною характеристикою реального тіла при його істинній температурі. Оскільки теплове випромінювання реальних тіл за однакової температури виходить неоднаковим, то доводиться всі вимірювальні пристрої градувати на температуру, відповідну випромінюванню абсолютно чорному тілу (далі АЧТ).

Під час вимірювання температури реальних тіл пірометри, відградувані по АЧТ, показують якусь умовну еквівалентну псевдотемпературу, причому відмінність цієї температури від дійсної тим більша, чим більше відрізняються випромінювальні здібності реального тіла з власною ступеню чорноти, що ще може змінюватися для різних довжин хвиль, та від випромінювальних властивостей АЧТ. Для переходу від умовної еквівалентної температури до дійсної у показники пірометрів вводяться відповідні поправки.

Яскравий оптичний пірометр. Розглянемо докладніше схему оптичного пірометра. Дія оптичного пірометра заснована на використанні залежності густини потоку випромінювання від температури (закон Планка). У пірометрі використано принцип зрівнювання яскравості зображення об'єкта з яскравістю нитки пірометричної лампи. Рівність яскравості сприймається спостерігачем як зникнення нитки лампи на фоні зображення об'єкта. Дослідження проводяться в повному потоку (радіаційні) або в монохроматичному випромінюванні (яскраві) за наявності світлофільтра.

На точність вимірювання температури [45] оптичними пірометрами впливають ступінь відхилення властивостей випромінювача від властивостей чорного тіла, а також поглинання променів проміжним середовищем, через яке проводиться спостереження. На результати вимірювання впливають наявність у

навколишньому повітрі пилу, диму і великого вмісту двоокису вуглецю. Крім того, усяке забруднення оптичної системи пірометрів також проводить до збільшення похибки вимірювання.

Фотоелектричні пірометри. На відміну від оптичних візуальних пірометрів фотоелектричні пірометри є автоматичними. Чутливими елементами, що сприймають променисту енергію, у цих приладах можуть служити фотоелементи, фотомножники, фотоелементи опору і фотодіоди. Вимірювання температури фотоелектричними пірометрами, як і оптичними візуальними, засновано на залежності спектральної яскравості тіла від його температури.

Фотоелектричні пірометри за принципом дії бувають двох типів. До першого типу відносять прилади, у яких сприймана приладом промениста енергія, потрапляючи на чутливий елемент, змінює його параметри (фотострум, опір). У приладах другого типу вимірювання променистої енергії здійснюється компенсаційним методом, тут чутливий елемент працює в режимі нуля-індикатора, порівнюючи інтенсивності випромінювання від вимірюваного тіла і стабільного джерела випромінювання - мініатюрної лампочки розжарювання.

Пірометри сумарного випромінювання. Вимірювання температури пірометрами сумарного випромінювання засновано на використанні теплового випромінювання нагрітих тіл. Теплові промені, які уловлюються пірометром, концентруються за допомогою збірної лінзи на термочутливому елементі, що складається з невеликої термобатарей. Променистий потік направляється лінзою на робочі кінці термобатарей, за ступенем нагрівання яких роблять висновок про температуру випромінювача. Вторинним приладом пірометра служить мілівольтметр або автоматичний потенціометр.

Шкала пірометра, градуйована в °C радіаційної температури, має нерівномірні розподіли, сильно стислі на початку і розтягнуті наприкінці.

Радіаційний пірометр. Зараз на ринку з'явилося багато простих та достатньо дешевих радіаційних пірометрів [46] із непоганими характеристиками. Безконтактний радіаційний термометр вловлює

інфрачервоні хвилі, що випромінюються об'єктом. Прилад фокусує випромінювання об'єкта через лінзу на датчик, перетворює температуру поверхні в електричний сигнал, а мікрокомп'ютер обчислює і виводить на дисплей виміряне значення температури. Цей спосіб дозволяє вимірювати температуру об'єкта без безпосереднього контакту з його поверхнею. Лазер використовується виключно для наведення приладу на об'єкт.

Тепловізор(інфрачервона камера) - оптико-електронний вимірювальний прилад що працює в інфрачервоній області електромагнітного спектра, який "переводить" у видиму область спектра власне теплове випромінювання людей або техніки.

Тепловізор може використатися як прилад для безконтактного вимірювання температури об'єктів і температурних полів.

Сучасний тепловізор має досить просту будову: об'єктив, тепловізійну матрицю (чутливий елемент) і електронний блок обробки сигналу. Матриця - це ґратка мініатюрних детекторів, що сприймає інфрачервоні сигнали і перетворює їх в електричні імпульси, які після посилення перетворюються у відеосигнал. Розмір фотоелектричних матриць у середньому 640×480 пікселів.

Тепловізори поділяють на дві категорії: з *охолоджуваною* і *неохолоджуваною матрицею*.

Охолоджені – самі чутливі, дорогі і масивні, адже для охолодження використовуються криогенні технології, що дозволяють охолоджувати матрицю до температур мінус 170...210 °С. Ціна і маса визначають і сферу застосування таких приладів. Мінуси камер з охолоджуваними матрицями - велике енергоспоживання і короткий термін служби криогенної системи, дорожнеча, а також те, що охолодження матриці до робочої температури займає звичайно кілька хвилин.

Неохолоджені - на порядок дешевше, компактніше, але ціна за це - знижена чутливість. Перевага їх у тім, що вони починають працювати відразу після включення, мають довгий термін служби і низьке споживання енергії.

Простота і відносна дешевизна не охолоджуваних тепловізорів зробили їх масовими.

Принцип роботи тепловізорів полягає в тому, що вони "бачать" не відбите інфрачервоне випромінювання, а власне випромінювання цілей і предметів. Кожне нагріте тіло випускає теплове випромінювання, інтенсивність і спектр якого залежать від властивостей тіла і його температури. Принцип дії тепловізора такий: інфрачервоне (теплове) випромінювання від досліджуваного об'єкта через оптичну систему передається на приймач, що являє собою неохолоджувану матрицю термодетекторів. Далі отриманий відеосигнал за допомогою електронного блока вимірювання, реєстрації і математичної обробки оцифровується і відображається на екрані комп'ютера або дисплеї тепловізора. Тобто фізична картина фотоефекта така: ІК-фотони, потрапляючи на поверхню вузькозонного напівпровідника ($HgCdTe$, $InSb$), переводять носіїв заряду зі зв'язаного стану у вільний. Їх кількість пропорційна інтенсивності теплового випромінювання об'єкта. Матриця фотоелектричних детекторів, яка встановлена у тепловізорі, обов'язково повинна охолоджуватися, інакше власні теплові коливання ґратки напівпровідника викликають настільки інтенсивне вивільнення носіїв заряду, що на його фоні генерація носіїв ІК-випромінювання стає просто непомітною.

Головна проблема тепловізорів - об'єктиви. Для виготовлення тепловізійних об'єктивів застосовується дуже дорогий матеріал - чистий германій. Зараз вартість об'єктива становить приблизно 45% вартості всього приладу, ще 45% - матриця.

Вибір пристрою залежить від конкретних цілей. Тому підприємство повинно чітко розуміти ціль пристрою та умови за яких він буде використовуватись, і в залежності від цього обрати засіб вимірювальної техніки для користування на підприємстві.

1.5. Класи точності приладів вимірювання

Засоби вимірювання слід класифікувати [47], встановлюючи класи точності, що характеризують різні рівні точності засобів вимірювання одного й того ж виду. Для кожного класу точності засобів вимірювання певного виду слід встановлювати параметри та характеристики, які визначають їхні окремі метрологічні властивості, котрі викликають інструментальні похибки вимірювань, що виконуються за допомогою цих засобів.

Клас точності засобу вимірювальної техніки (засобу вимірювань) – узагальнена характеристика, що визначається межами допустимої основної і додаткової похибок, а також іншими характеристиками, що впливають на його точність, значення яких регламентується. Клас точності засобу вимірювань, хоч і характеризує його властивості щодо точності, але не є безпосереднім показником точності вимірювань, які виконані з його допомогою.

Засобам вимірювань з двома чи більшою кількістю діапазонів вимірювань даної фізичної величини допускається присвоювати два і більше класів точності. Засобам вимірювань, які призначені для вимірювань двох і більше фізичних величин, також допускається присвоювати різні класи точності для кожної вимірюваної величини. Межі допустимих основної і додаткової похибок засобів вимірювань встановлюють у формі абсолютних, зведених або відносних значень, залежно від характеру їх зв'язку з інформативним параметром вхідного чи вихідного сигналів. Для кожного виду засобів вимірювання слід встановлювати деяку кількість класів точності, що відображають такі рівні метрологічних властивостей, котрі відповідають вимогам науки та техніки. В той же час, позначення, що присвоюється будь-якому класу точності, відображає деякий загальний рівень метрологічних властивостей засобу вимірювання, але не дає безпосередньо точність вимірювань, що виконуються за допомогою цих засобів.

Дуже часто на шкалі вимірювального приладу [48], на передній панелі або в технічному документі (паспорті), зазначений його клас точності. Береться вираження класу точності за допомогою відносних чисел і абсолютних значень

похибки. У випадку якщо клас точності виражається відносним числом, то це число вибирається з ряду $[1; 1,5; (1,6); 2; 2,5; (3); 4; 5; 6] \times 10^n$, де показник ступеня n може дорівнювати 1; 0; -1; -2 і т.д. Величини, зазначені в круглих дужках, для знову розроблювальних засобів вимірювання застосовувати не рекомендується. Наприклад: на шкалі приладу просто зазначене число з наведеного ряду, наприклад 0,2 - це означає, що наведена похибка дорівнює $\gamma = \pm 0,2 \%$.

Клас точності – найбільше значення наведеної похибки вимірювального приладу.

Наведеною похибкою вимірювального приладу називають відношення абсолютної похибки вимірювального приладу до нормованого значення, вираженого у відсотках.

Відносною похибкою вимірювального приладу називають відношення абсолютної похибки вимірювального приладу до дійсного значення вимірювальної величини, яка виражена у відсотках.

Межі основної похибки - це встановлені для нормальних умов екстремальні (найбільші і найменші) відхилення значень номінальної статичної функції перетворення [49], при заданій довірчій ймовірності, розташовані симетрично по обидва боки від цієї функції.

Межі основної похибки містять випадкову і систематичну складові похибки.

Межі додаткової похибки - це найбільше і найменше допустимі значення додаткової похибки, викликані умовами вимірювання, що відрізняються від нормальних.

Під нормальними умовами застосування засобів вимірювання слід розуміти умови, при яких впливають величини (температура навколишнього повітря, тиск, вологість і т.д.) мають нормальні значення, а також певне просторове положення, відсутність вібрацій, випромінювання і електромагнітних полів. Як нормальних значень або області нормальних значень впливають величин зазвичай приймається температура навколишнього

повітря – 20 ± 5 °C; тиск – $101,325 \pm 3,3$ кПа (760 ± 25 мм рт.ст.); відносна вологість – 30...80% і т.д. Зазначені нормальні умови застосування засобів вимірювання, як правило, не є робочими умовами їх експлуатації.

Тому для засобів вимірювання зазвичай визначають область значень впливає величини, обговорювану в технічних умовах або стандартах, при якій значення додаткової похибки не повинно перевищувати встановлених меж.

Крім того, необхідно відзначити, що в робочих умовах на засоби вимірювання можуть впливати зовнішні впливи, які не відбиваються безпосередньо на результатах вимірювань (агресивні середовища, запиленість), а також механічні дії (удари, тряска, вібрації) під час дії яких неможливо провести коректне вимір. У зв'язку з цим прилади, призначені для роботи в зазначених умовах, захищають спеціальними пристроями.

Залежно від ступеня захищеності від зовнішніх впливів і стійкості до них засоби вимірювання поділяються на звичайні, вібростійкі, пилозахищені, бризко- і вологозахищені, газозахищені, вибухозахищені. Застосування приладів з тим чи іншим видом захисту дає можливість підбору засобів вимірювань стосовно до конкретних робочих умов.

Висновок до розділу 1

Проблема точного визначення контрольованої температури сировини є актуальною в харчовій промисловості. В даний час для контролю температури в харчовій промисловості в основному використовуються звичайні стаціонарні контактні датчики температури термопари або термоопору.

Найважливішим елементом контролю будь-якого технологічного процесу термічної обробки є контроль температури. На цей вид контролю слід звернути найсерйознішу увагу, тому що основна кількість браку при термічній обробці залежить від недотримання температурного режиму.

Вибір методу виміру температури залежить від діапазону вимірюваних температур, необхідної точності, швидкодії і допустимої величини вхідного теплового опору вимірювального пристрою, тобто його вхідній теплоємності.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкт та предмет дослідження

Об'єктом дослідження є технологія виробництва хлібобулочної продукції.

Виробництво хлібобулочних виробів можна розділити на такі етапи: зберігання і підготовка сировини до виробництва, приготування тіста, розробка тіста, випікання тістових заготовок, охолодження і зберігання готових виробів. Кожен з цих етапів включає низку технологічних операцій, що забезпечують виготовлення виробів.

Предмет дослідження – принципи HACCP, системи управління якістю та безпечністю харчової продукції, належні виробничі та вимірювальні практики.

2.2. Методи дослідження

У роботі проводились вимірювання температури хлібобулочних виробів за допомогою термометр-щупа.

Порядок проведення вимірювання термометр-щупом:

- потрібно натиснути кнопку ON / OFF (ВКЛ / ВИКЛ);
- занурити сталеву частину щупа в досліджуваний виріб;
- зачекати до тих пір, поки температура на дисплеї не перестане змінюватися і показання стабілізуються;
- отримаємо вимірювану температуру виробу;
- натиснути кнопку ON / OFF, щоб вимкнути пристрій;
- можна повторно ввімкнути прилад для перегляду останніх значень;
- вимикаємо прилад;
- прибираємо щуп в пластиковий чохол;
- якщо на екрані з'явився індикатор LOW - треба замінити батарейку.

Для дослідження критеріїв оцінки пристроїв використовували 5-балову шкалу. Балова шкала являє собою упорядковану сукупність чисел і якісних характеристик, які приводяться у відповідність з оцінюваними об'єктами згідно

визначеного ознакою. Балова шкала служить для кількісної оцінки, яка виражає якісний рівень ознаки.

5-балова шкала оцінки засобу вимірювальної техніки:

- 5 балів – відповідає повністю критерію;
- 4 бала – відповідає повністю, але має незначні відхилення;
- 3 бала – частково відповідає критерію;
- 2 бала – скоріше не відповідає критерію, чим відповідає;
- 1 бал – не відповідає.

Коефіцієнти вагомості

Визначення коефіцієнтів вагомості передбачає:

1. Ранжування показників по ступені важливості;
2. Перевірка придатності експертних оцінок для подальшого використання;
3. Виявлення і оцінка пріоритету показників;
4. Обробка результатів і розрахунок коефіцієнтів вагомості.

Сума коефіцієнтів вагомості всіх показників дорівнює одиниці.

Математична модель критеріїв оцінки пристроїв вимірювання температури в хлібопекарській галузі розрахунку загально гопоказника представлена формулою 2.1:

$$ЗП = K_1 \frac{P_1}{P} + K_2 \frac{P_2}{P} + K_3 \frac{P_3}{P} + K_4 \frac{P_4}{P} + K_5 \frac{P_5}{P} + K_6 \frac{P_6}{P} + K_7 \frac{P_7}{P} + K_8 \frac{P_8}{P} + K_9 \frac{P_9}{P} + K_{10} \frac{P_{10}}{P} \quad (2.1)$$

де $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6, K_7, K_8, K_9, K_{10}$ – коефіцієнти вагомості;

$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}$ – бали, які отримали в результати експериментального дослідження відповідно для кожного критерію;

P – максимальна оцінка критерію.

Значення ЗП відповідає наступній оцінці:

ЗП = 0,9—1,0 — оцінка «відмінно»;

ЗП = 0,75—0,89 — «добре»;

ЗП = 0,50—0,74 — «задовільно»;

ЗП ≤ 0,49 — «незадовільно».

2.3. Схема дослідження

Блок-схема - поширений тип схем (графічних моделей), що описують алгоритми або процеси, в яких окремі кроки зображуються у вигляді блоків різної форми, з'єднаних між собою лініями, що вказують напрямок послідовності.

В даній роботі розроблено блок-схему комплексних досліджень (рис.2.1) для представлення послідовності та сутності основних операцій, які проводились при дослідженні теми.



Рисунок 2.1 – Блок-схема комплексних досліджень хлібобулочних виробів

Для початку було проведено літературний та патентний пошук, а також інтернетогляд.

Було обрано об'єкти дослідження та підібрані методи дослідження. Для дослідження остигання температури хлібобулочних виробів було обрано точки та глибину занурювання термометр-щупу.

Для оцінки пристроїв для моніторингу температури було обрано дві методики оцінювання, а саме 5-бальну шкалу оцінювання та оцінювання за допомогою коефіцієнтів вагомості.

На основі проведених досліджень та літературного огляду було розроблено рекомендації моніторингу температури в хлібопекарській галузі.

РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЇВ ВИБОРУ ПРИСТРОЇВ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

Виміряти температуру певного тіла безпосередньо, тобто так, як вимірюють інші фізичні величини, наприклад довжину, масу, об'єм або час, не є можливим, тому що в природі не існує еталона або зразка одиниці цієї величини. Тому визначення температури речовини роблять за допомогою спостереження за зміною фізичних властивостей іншої, так званої термометричної речовини, яка зіткнулася з нагрітим тілом, вступає з ним через деякий час у теплову рівновагу. Такий метод вимірювання дає не абсолютне значення температури нагрітого середовища, а лише різницю щодо вихідної температури робочої речовини, умовно прийнятої за нуль.

Внаслідок зміни при нагріванні внутрішньої енергії речовини чи системи якою є хліб чи булочний виріб практично всі фізичні властивості останнього більшою або меншою мірою залежать від температури, але для її вимірювання вибираються по можливості ті з них, які однозначно міняються зі зміною температури, не піддані впливу інших факторів і порівняно легко вимірюються. Цим вимогам найбільше повно відповідають такі властивості робочих речовин, як об'ємне розширення, зміна тиску в замкнутому об'ємі, зміна електричного опору, виникнення термоелектрорушійної сили та інтенсивність випромінювання, покладені в основу будови приладів для вимірювання температури.

3.1. Контактні і безконтактні методи вимірювання

Для автоматичного контролю за температурою [50] зазвичай використовуються засоби вимірювань загальнопромислового призначення. Проте їх використання за прямим призначенням у харчовій промисловості не завжди припустиме і можливе. У більшості харчових виробництв засоби вимірювань повинні бути стерильними, не допускається використання токсичних речовин, а також виникнення побічних ефектів та явищ, зумовлених контактуванням первинних перетворювачів з харчовим середовищем (наприклад, ртуть, скло тощо).

Розрізняють дві групи методів вимірювань: контактні та безконтактні. У безконтактних методах вимірювання проводять за допомогою теплового випромінювання, коли датчики температури знаходяться на відстані від тіла. За принципом дії засоби вимірювання температури розрізняють залежно від використовуваних ними фізичних властивостей речовин на такі групи з діапазоном вимірювань [51].

В хлібопекарській галузі найчастіше для контролю процесів використовують термопару.

Термопари застосовуються для виміру температури різних типів об'єктів і середовищ, а також в автоматизованих системах управління і контролю (рис. 3.1.). Термопари з вольфрам-ренієвого сплаву є найбільш високо температурними контактними датчиками температури.

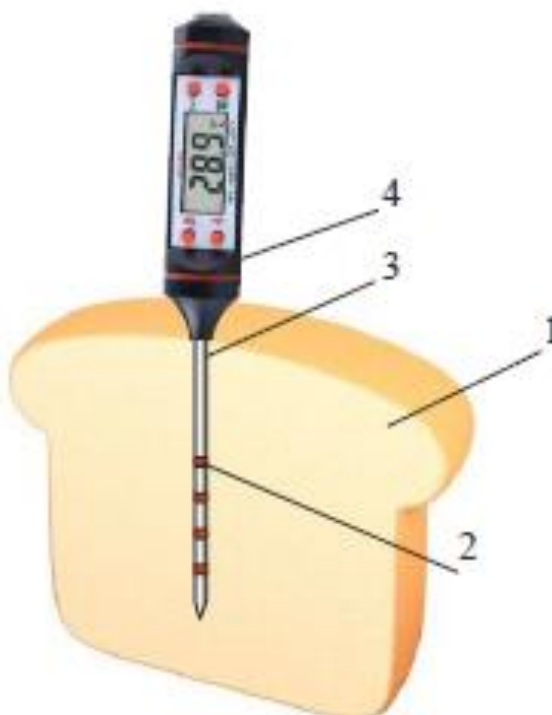


Рисунок 3.1. – Схема вимірювання температури контактним термометром (типу термопара):

1 – виріб (об'єкт вимірювання); 2 – місця детектування температури; 3 – датчик вимірювання температури; 4 – мікропроцесорна частина із цифровим табло.

Перевагами термопар є висока точність виміру значень температури, великий температурний діапазон виміру, простота використання, дешевизна, надійність пристрою.

Недоліками термопар є для отримання високої точності виміру температури (до $\pm 0,01$ °C) потрібно індивідуальне градуювання термопари; на результат впливає температура вільних кінців, на яку необхідно вносити поправку; залежність термо-ЕРС від температури істотно нелінійна; виникнення термоелектричної неоднорідності; на великій довжині термопарних і подовжувальних дротів може виникати ефект «антени» для існуючих електромагнітних полів.

Перевагами термометрів опору є висока точність вимірів, можливість виключення впливу зміни опору ліній зв'язку на результат виміру при використанні 3-х або 4-х дротяної схеми вимірів, практично лінійна характеристика.

Недоліки термометрів опору є малий діапазон вимірів (в порівнянні з термопарами), більш коштовний (в порівнянні з термопарами)), якщо це платиновий термометр опору типу ТСП, потрібно додаткове джерело живлення для визначення температури.

Перевагами термометр-щупу дешевизна, великий температурний діапазон, простота вимірювання, не потрібно додаткове обладнання,

Недоліками є швидкість вимірювання, не висока точність від $\pm 0,5$ °C;

В промисловості і при дослідженнях часто виникає необхідність вимірювання більш високих температур [52,53]. Крім того, часто недопустимий безпосередній контакт термометра з вимірюваним тілом або середовищем. У цих випадках застосовуються безконтактні засоби визначення температури, які вимірюють температуру тіла за його тепловим випромінюванням. Якщо для яких-небудь умов можуть бути використані і контактні, і безконтактні методи вимірювання температури, то перевагу необхідно віддавати контактним, оскільки вони дозволяють забезпечити більш високу точність вимірювання (рис. 3.2.).

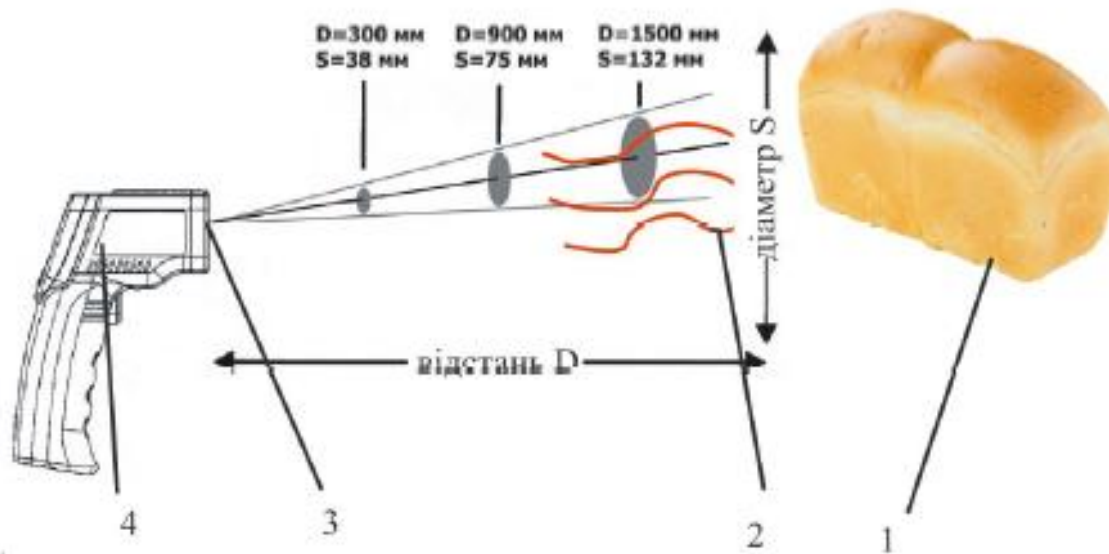


Рисунок 3.2. – Схема вимірювання температури безконтактним термометром:
 1 – виріб (об’єкт вимірювання); 2 – теплові потоки; 3 – датчик вимірювання температури; 4 – мікропроцесорна частина із цифровим табло.

Вимірювання температури тіл за їх випромінювання можна проводити різними методами.

Залежно від типу пірометра розрізняють три види еквівалентних температур радіаційну, яскраву та колірну температури. Радіаційні термометри непередбачені до використання у харчовій промисловості.

Яскраві вимірювання відрізняються високою чутливістю, радіаційні мають дещо меншу чутливість, проте здійснити їх технічно простіше. Колірні вимірювання також не мають високої чутливості, проте в цьому випадку поправки на температуру реальних тіл значно менші, ніж для інших методів вимірювання.

Пірометри, що вимірюють температуру яскравості за спектральною яскравістю у видимій частині спектра, називають оптичними (квазімонохроматичними) візуальними пірометрами і фотоелектричними.

Перевагами оптичних пірометрів є порівняно висока точність вимірювання, компактність приладу і простота роботи з ними. До недоліків варто віднести потребу в джерелі живлення, неможливість стаціонарного

вимірювання температури і автоматичного її запису, а також суб'єктивність методу вимірювання, заснованого на спектральній чутливості очей спостерігача.

Пірометр сумарного випромінювання характеризується рядом переваг у порівнянні з візуальним, що полягають в об'єктивності методу вимірювання, відсутності стороннього джерела живлення і можливості застосування дистанційної передачі показань на вторинні прилади, але уступає йому, як було зазначено раніше, у точності вимірювання.

3.2. Оцінка пристроїв для моніторингу температури в хлібобулочній продукції

Критерії оцінки вимірювального пристрою:

- 1) кількість натискань для проведення вимірювання;
- 2) вплив на органолептичні показники виробу;
- 3) точність вимірювання, достовірність результатів;
- 4) швидкість вимірювання;
- 5) простота вимірювання;
- 6) розмір пристрою;
- 7) коштовність та обслуговування пристрою;
- 8) діапазон вимірювальних величин;
- 9) можливість вимірювання виробів різних за агрегатним станом;
- 10) необхідність додаткового джерела живлення.

Для того щоб визначити температуру за допомогою термометр-щупу необхідно зробити тільки одне натискання, щоб ввімкнути пристрій. Для визначення температури за допомогою пірометра потрібно зробити як мінімум два натиски, щоб ввімкнути пристрій та виміряти температуру.

Запропоновані критерії та 5-бальна шкала оцінки термометр-щупу і пірометра (табл.3.1).

Таблиця 3.1 - 5-бальна шкала оцінки термометр-щупу
і пірометра за критеріями

Критерій оцінювання	Оцінка в балах	
	Для термометр-щупа	Для пірометра
Кількість натискань для проведення вимірювання	5	4
Вплив на органолептичні показники виробу	3	5
Точність вимірювання, достовірність результатів	5	1
Швидкість вимірювання	3	5
Простота вимірювання	5	5
Розмір пристрою	5	5
Коштовність та обслуговування пристрою	5	5
Діапазон вимірювальних величин	5	5
Можливість вимірювання виробів різних за агрегатним станом	5	1
Необхідність додаткового джерела живлення	5	5

При вимірюванні температури термометр-щупом щуп необхідно занурити у готовий виріб, а це погіршує зовнішній вигляд виробу. Пірометр є безконтактним пристроєм, який безпосередньо не торкається готового виробу.

Термометр-щуп є більш точним пристроєм, ніж пірометр, так як температура вимірюється безпосередньо в самому виробі, а пірометр вимірює тільки температуру поверхні виробу. Це важливо для подальшого пакування виробу, є різниця між температурою кірки та м'якуша готового виробу, кірка вистигає швидше. При пакуванні не остиглого виробу на упаковці з'явиться конденсат, який призведе до швидкого псування виробу.

За допомогою термометр-щупа температуру можна виміряти за 1...3 хв, а пірометром – за 3...10 с.

Пірометр та термометр-щуп є простими у використанні, невеликого розміру та з можливістю переносу в будь-яке місце. Дані пристрої не коштовні та дешеві у обслуговуванні. Діапазон вимірювальних величин в обох пристроїв достатній для вимірювання температури в хлібопекарському виробництві.

За допомогою термометр-щупа можна вимірювати температуру виробів та начинки різних за агрегатним станом, у пірометрі дана можливість відсутня.

Для пірометра та термометр-щупа не потрібно додаткового джерела живлення.

Сума балів всіх критеріїв для термометр-щупа дорівнює 46, а для пірометра – 41. Різниця між отриманими балами для пристроїв є, але не досить велика. Тому пропонуємо розробити коефіцієнти вагомості для кожного критерію і розрахувати загальний показник критеріїв оцінки пристроїв.

При експериментальному дослідженні було отримано коефіцієнти вагомості критеріїв оцінювання пристроїв вимірювання температури в хлібопекарській галузі, які наведено в табл.3.2.

Таблиця 3.2 - Коефіцієнти вагомості критеріїв

Номер коефіцієнта вагомості	Критерій оцінювання	Коефіцієнт вагомості
1	Кількість натискань для проведення вимірювання	0,12
2	Вплив на органолептичні показники виробу	0,2
3	Точність вимірювання, достовірність результатів	0,3
4	Швидкість вимірювання	0,1
5	Простота вимірювання	0,05
6	Розмір пристрою	0,1
7	Коштовність та обслуговування пристрою	0,05
8	Діапазон вимірювальних величин	0,02
9	Можливість вимірювання виробів різних за агрегатним станом	0,01
10	Необхідність додаткового джерела живлення	0,05

Загальний показник оцінки критеріїв для термометр-щупу дорівнює 0,79, для пірометра – 0,728.

З результатів бачимо, що термометр-щуп при оцінюванні за допомогою коефіцієнтів вагомості має оцінку «добре», а пірометр – «задовільно».

Робимо висновок, що не завжди доцільно використовувати тільки одну методику для порівняння пристроїв, в даному випадку показано, що за допомогою обрахунку суми балів, не зрозуміло який краще використовувати пристрій, так як оцінки високі в обох пристроїв. Тільки коли обрахувавши коефіцієнти вагомості стає чітко зрозуміло, що для хлібопекарської галузі краще використовувати термометр-щуп.

Від вибору групи, яким способом вони будуть порівнювати критерії оцінки, за допомогою суми балів чи коефіцієнтів вагомості, залежить результат оцінювання і вибору пристрою для підприємства.

3.3. Дослідження температури хлібобулочних виробів

Охолодження хлібобулочних виробів [54] починається з поверхневих шарів і поступово переміщується до центру м'якушки. Одночасно знижується їх вологість, а отже, маса, а вологість скоринки підвищується, врівноважуючись з відносною вологістю повітря.

Зменшення маси хлібобулочних виробів внаслідок [55] випаровування з нього частини води і деяких продуктів бродіння називається усиханням.

Основним фактором інтенсивного усихання [56] остигаючих виробів є різниця температур між кіркою і м'якушем. Переміщення вологи з м'якушки до кірці в цьому періоді також прискорюється внаслідок високої температури хлібобулочних виробів. У міру остигання швидкість усушки знижується і, починаючи з певного періоду, стає практично постійною. Тому чим швидше будуть охолоджені вироби, тим нижче виявиться величина усушки за один і той же період зберігання.

Основний вплив на величину усушки [57, 58] надає температура повітря в охолоджувальному відділенні. Чим нижче температура повітря, в якому знаходиться хліб, тим швидше він охолоне до температури навколишнього середовища і тим коротше буде перший період усушки хліба, в межах якого інтенсивність усушки виробів найбільша.

Чим більше вологе повітря, тим повільніше повинна йти усушка.

Рух повітря в охолоджувальному відділенні зі швидкістю 0,3-0,5 м/с призводить [59] до прискорення охолодження хліба і, отже, до скорочення тривалості першого періоду усушки. Тому з метою зниження усушки гарячий хліб рекомендується охолоджувати в спеціальних пристроях (охолоджувачах, кулери), де усушка знижується на 0,5-0,9%.

Для дослідження температури випеченої хлібобулочної продукції було взято такі вироби: житньо-пшеничний хліб «Чайка», пшеничний хліб з борошна першого гатунку «Чайка», хліб житній діабетичний, хліб білий із борошна вищого сорту.

Розміри і вага хлібобулочної продукції наведено в табл.3.3.

Таблиця 3.3 – Розміри і вага хлібобулочної продукції

Назва виробу	Довжина виробу, см	Ширина виробу, см	Висота виробу, см	Вага виробу, г
Житньо-пшеничний хліб «Чайка»	15,0	9,0	8,0	400
Хліб житній діабетичний	12,0	7,0	10,0	350
Пшеничний хліб з борошна першого гатунку «Чайка»	12,0	7,5	13,0	350
Хліб білий із борошна вищого сорту	19,0	8,0	15,0	500

Температуру виробів після випікання вимірювали за допомогою щупа, якого занурювали на різну глибину, вимірювання проводили одразу після виймання з печі. Температура приміщення – 21,5 °С.

Точки занурення в залежності від розміру виробу будуть відрізнятися глибиною занурення. Це треба враховувати оскільки не достатньо остиглий готовий виріб буде спричиняти утворення конденсату, який призведе до швидкого псування виробу.

Точки занурення термометр-щупа у хлібобулочні вироби, під час дослідження, наведено на рис.3.3.

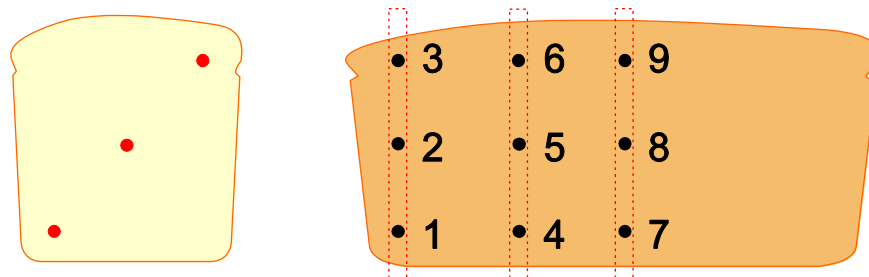


Рисунок 3.3. Точки занурення термометр-щупа у хлібобулочні вироби

Динаміка зміни температури житньо-пшеничного хліба «Чайка» в залежності від точки занурення наведено на рис. 3.4. Як видно із графіку крайній ряд вимірювання температури, тобто точки 1, 2 і 3, мають менші величини температур ніж інші траєкторії занурення щупа. Однак для всіх локацій занурення щупа спостерігається одна залежність: середня точка (2, 5 і 8) завжди має вище температуру ніж поверхня виробу та шари м'якушки, які знаходяться відразу під скоринкою.

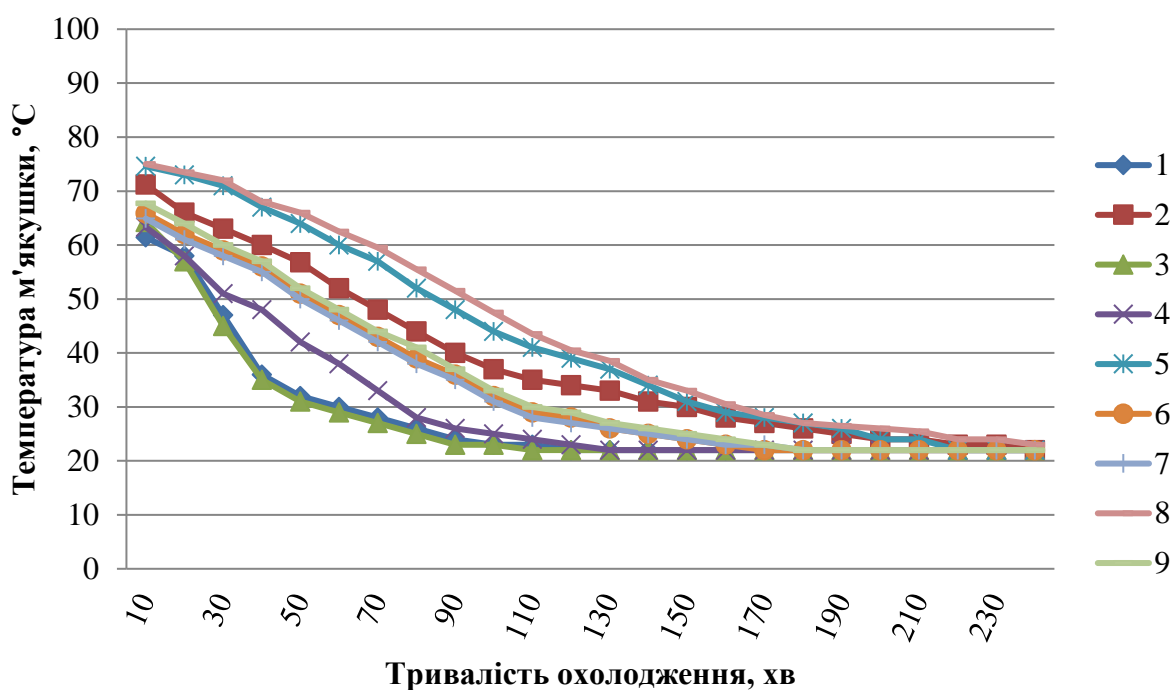


Рисунок 3.4. Динаміка зміни температури хлібобулочного виробу за точками занурення термометр-щупа

Такі закономірності зміни температури в різних частинах хлібобулочного виробу свідчать про те, що тепловіддача від середніх об'ємів м'якушки до скоринки протікає значно повільніше ніж від прилеглих шарів хліба до скоринки. Як видно з рис. 3.4. верхні шари виробів охолоджуються остаточно вже на 110...120 хвилині, тоді як середні шари м'якушки ще до 190...210 хв досягають температури $\sim 22^{\circ}\text{C}$.

Також були проведені дослідження із встановлення чи зберігається така закономірність зміни температури для виробів із різних сортів борошна, так як

вони формують дещо різну за властивостями структуру каркасу м'якушки. Для дослідження були взяті зразки виробів формового хліба:

- хліб житній діабетичний;
- пшеничний хліб з борошна першого гатунку «Чайка»;
- хліб білий із борошна вищого сорту.

Вимірювання температури проводили через кожні 20 хв за двома точками занурення 9 і 8 (рис.3.5.).

Глибина занурення термометр-щупа у виріб залежно від точки занурення наведено в табл.3.4.

Таблиця 3.4 - Глибина занурення термометр-щупа у виріб залежно від точки занурення

Назва виробу	Глибина занурення термометр щупа, см	
	Для точки 8	Для точки 9
Житньо-пшеничний хліб «Чайка»	4	1,5
Хліб житній діабетичний	5	1,5
Пшеничний хліб з борошна першого гатунку «Чайка»	6,5	1,5
Хліб білий із борошна вищого сорту	7,5	1,5

Із графіку (рис. 3.5.) видно що різні види виробів, в залежності від типу використаного борошна для їх отримання мають різні закономірності по тепловіддачі, тобто, володіють різними параметрами теплоємності та теплопровідності. Найвищі показники температури були у виробу із пшеничного борошна вищого сорту. По закінченню часу дослідження температура в середині виробу була 29 °С. Можливо через те що хліб білий із борошна вищого сорту є найбільшим за розміром і глибина занурення була найбільшою, тому і температура залишалась найдовше високою.

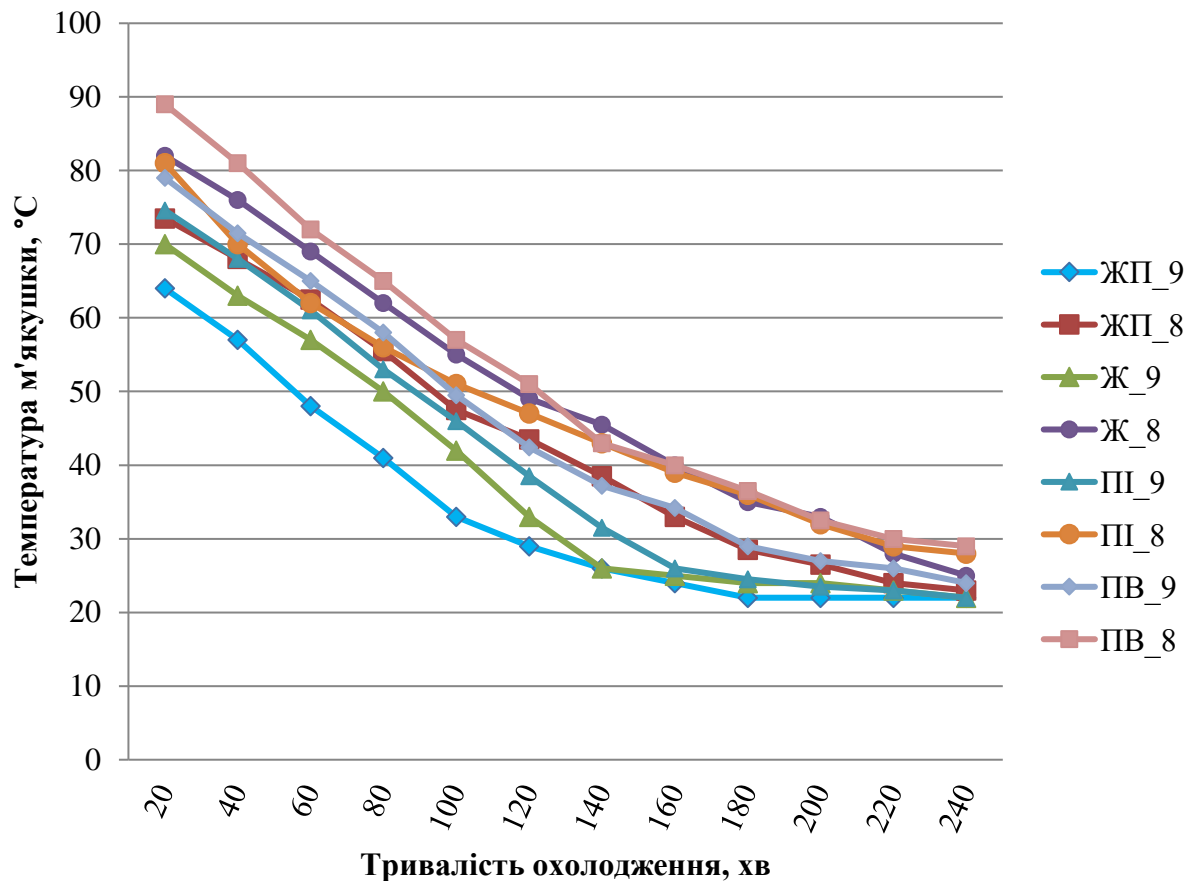


Рисунок 3.5. Динаміка остигання хлібобулочного виробу в залежності від сорту борошна з якого виготовлений виріб:

ЖП_8 і ЖП_9 – температура м'якушки житньо-пшеничного хліба «Чайка» в точках занурення 8 і 9; Ж_8 і Ж_9 – температура м'якушки хліба житнього діабетичного в точках занурення 8 і 9; ПП_8 і ПП_9 – температура м'якушки пшеничного хліба з борошна першого гатунку «Чайка» в точках занурення 8 і 9; ПВ_8 і ПВ_9 – температура м'якушки хліба білого із борошна вищого сорту в точках занурення 8 і 9.

З результатів дослідження видно, що остигання у виробів починається з поверхневих шарів і поступово переміщується до центру м'якушки. Так як при занурюванні щупа на різну висоту, при однаковому часі, температура в середині виробу була більша ніж в поверхневих шарах. Дані результати свідчать, що вимірювання температури лише поверхні, яке практикують на

хлібобулочних підприємствах не завжди відповідає значенням температури м'якушки. І сучасна вимога пакування виробу для захисту, може спричинити підвищення ймовірності виникнення біологічного небезпечного фактору в процесі транспортування, реалізації та споживання хліба.

Висновок до розділу 3

В даному розділі було досліджено переваги та недоліки контактних та безконтактних приладів вимірювання температури. Розглянуто принципи дії приладів та застосування на практиці.

Розроблено критерії оцінки вимірювальних пристроїв та оцінено пірометр та термометр-щуп за даними критеріями. Визначено коефіцієнти вагомості для критеріїв оцінки пристроїв.

Досліджено остигання хлібобулочних виробів виготовлених із різного сорту борошна, а також залежність остигання в різних точках готового виробу.

В наступному розділі буде розроблено рекомендації нагляду за пристроєм та використання пристрою, які допоможуть полегшити роботу на підприємствах хлібопекарської галузі.

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ГАЛУЗІ

Рекомендації моніторингу температури технологічного процесу в хлібопекарській галузі повинні бути розроблені з урахуванням підходів принципів НАССР до аналізу небезпечних факторів та попередження виникнення небезпечних факторів. Для створення актуальних методичних рекомендацій моніторингу температури в хлібопекарській галузі потрібно попередньо провести програму в 7 кроків:

- Крок 1. Обрати тип вимірювального пристрою;
- Крок 2. Навчання персоналу щодо правильного поводження з пристроєм;
- Крок 3. Сформувати інструкцію по використанню пристрою;
- Крок 4. Визначення методів очищення та дезінфекції пристрою;
- Крок 5. Сформувати інструкцію по технічному нагляду за пристроєм;
- Крок 6. Ведення засобу вимірювальної техніки в системі управління безпечністю харчових продуктів;
- Крок 7. Проведення перевірки пристрою.

Оскільки підприємства хлібопекарської галузі є різновидові по виробництву кінцевого продукту і використовують пристрої різного спеціального призначення, простежується необхідність розроблення покрокових рекомендацій для кожного виробництва в окремоті. Детально проведення цих кроків під час санітарного догляду за пристроєм розроблено на прикладі пристрою для вимірювання температури продукту, а саме термометр-щупу.

4.1. Вибір типу вимірювального пристрою

Для вибору типу вимірювального пристрою цікавить швидкість та простота вимірювання, точність, дешевизна пристрою та обслуговування, достатній діапазон температур для вимірювання в хлібопекарській галузі, зручність використання.

Спочатку повинні бути сформовані цілі, щоб чітко було зрозуміло з якою метою вимірюється температура.

Група повинна встановити критерії для оцінки пристроїв, сформувати шкалу та обчислити загальний показник оцінки критеріїв за допомогою коефіцієнтів вагомості.

В даній роботі запропоновано найважливіші такі критерії як точність вимірювання та вплив на органолептичні характеристики, але група яка приймає рішення може змінювати або доповнювати критерії залежно від цілей, які вона ставить перед собою, з якою метою вимірюється температура.

Основна мета вимірювання повинна чітко простежуватися, а не загубитись в критеріях. Критерії лише допомагають вирішити, який краще обрати засіб вимірювальної техніки для користування на підприємстві.

Однак нами пропонується наступний алгоритм вибору засобу вимірювальної техніки для встановлення температури виробу представленого на рис. 4.1.

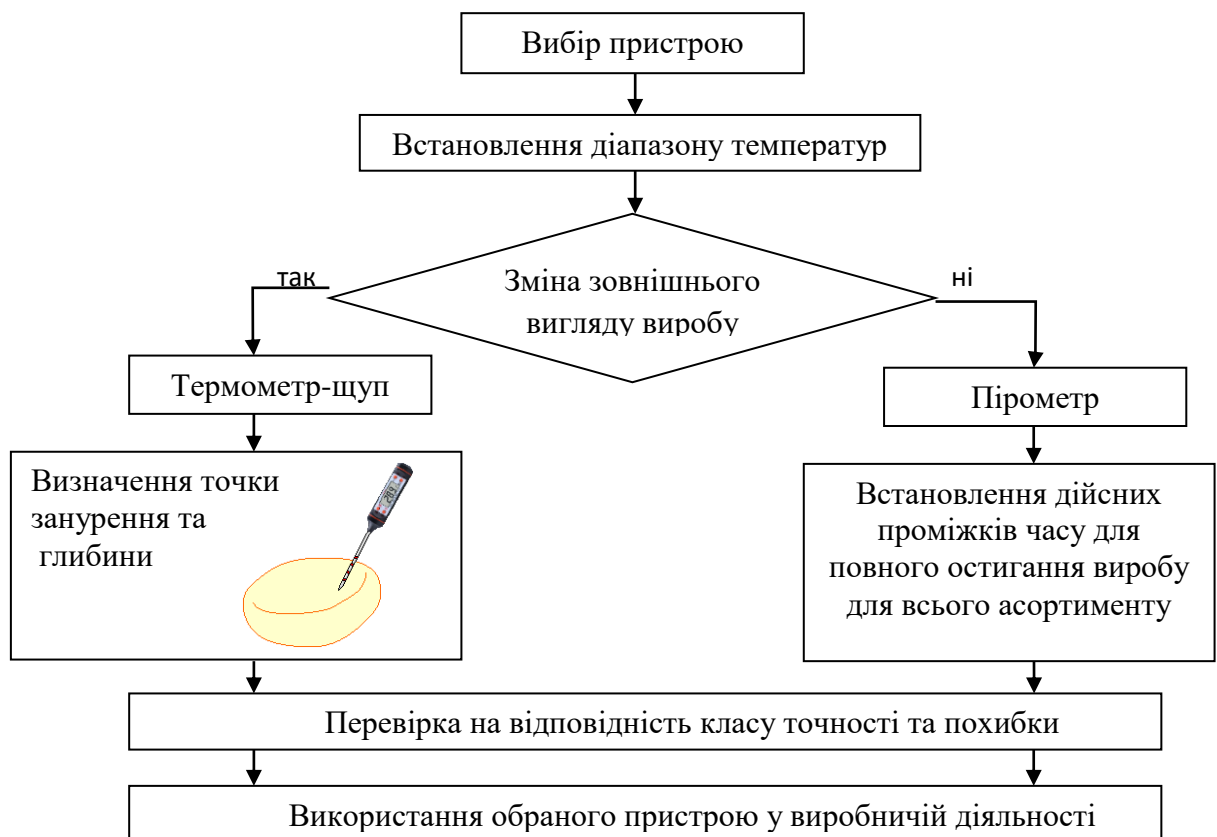


Рисунок 4.1. Алгоритм вибору засобу вимірювальної техніки для визначення температур

Даний алгоритм (рис. 4.1.) передбачає оцінку пристроїв на потребу конкретному підприємству, оскільки кількість необхідних замірів та простота використання досить часто мають визначальну роль, однак при остаточному виборі типу термометра необхідно також пам'ятати про наступні умови застосування.

4.2. Навчання персоналу щодо правильного поводження з пристроєм

Необхідно встановити навчальну програму, щоб увесь персонал, який використовує термометр-щуп, міг пройти навчання.

1. Мета створення навчальної програми;

Метою програми навчання – донести до свідомості працівників їх обов'язки використання пристрою.

Інструкція щодо навчання працівників має наступні цілі:

- Використовуватися в якості навчального посібника з використання пристрою;
- Детально пояснювати посадові обов'язки операторів пов'язані з користуванням пристрою;
- Пояснювати небезпеки для здоров'я співробітників при користуванні пристроєм.

Для ефективного виконання операторами своїх обов'язків важливо забезпечити навчання у відповідності з рекомендаціями, викладеними в програмі.

5. Методи навчання;

Навчання потенційних і постійних співробітників повинно відбуватися за допомогою усних тренінгів та інструктажів. Для потенційних співробітників навчання проводять у вигляді тренінгів, де в усній формі спеціально навчена людина проводить інструктаж та тренінг. А також демонструє на практиці правильне поводження з пристроєм. Потенційні співробітники повинні скласти екзамен після навчання.

Періодично навчання проводять і для постійних операторів раз на три місяці. Повторні навчання проводять негайно у разі здійснення серйозних помилок операторами, що призводить до зупинки виробництва.

Для перевірки кваліфікації постійних операторів та навичок потенційних на підприємстві розроблені наступні методи:

- спостереження за діяльністю оператора, дає уявлення про діяльність оператора під час роботи та дає можливість оцінити його дії;
- аналіз помилок оператора – проводиться аналіз щодо документації записів невідповідностей, виділяються помилки оператора, причини їхнього виникнення, дії оператора в цей момент, після чого проводиться тренінг;
- експертна оцінка окремих показників діяльності – цей метод використовують для перевірки знань досвідчених операторів, які мають відповісти на серію стандартних спеціально розроблених питань. До того ж передбачені різні системи відповідей: довільна форма, вибір одного з варіантів або кількісна оцінка в межах заданої шкали.

6. Поводження з пристроєм;

Перед допуском до пристрою оператор повинен обов'язково пройти обов'язковий інструктаж та ознайомитися з інструкцією щодо поведженням з ним, ознайомитися з технікою безпеки та підписатися у відповідних журналах..

7. Здоров'я і безпека операторів

Всі оператори проходять інструктажі щодо безпечного поведження з пристроєм. Під час практичного навчання потенційних операторів їх діяльність обов'язково контролюється головним оператором. У разі виникнення непередбачуваних травм оператор повинен негайно звернутися до лікаря.

4.3. Інструкція по використанню пристрою

Рекомендації використання пірометра для вимірювання температури:

1. Для вимірювання температури об'єкта наведіть на нього прилад, натисніть і утримуйте кнопку запуску вимірювань, при цьому температура вимірюється безперервно. Після того як кнопка відпущена, результат

вимірювання фіксується на дисплеї. На основному температурному дисплеї відображається поточне значення вимірної температури, на додатковому температурному дисплеї - обчислене значення. Прилад вимикається 29 автоматично через 10 секунд після того, як відпущена кнопка запуску вимірів.

2. Для отримання найбільш точного результату вимірювання переконайтеся, що обстежуваний об'єкт більше, ніж розмір плями. Чим менше об'єкт, тим ближче до нього повинен розташовуватися термометр. Рекомендована відстань (з відношення D:S) - не більше ніж 75% від розрахункового максимального значення.

3. Якщо об'єкт знаходиться на значній відстані від приладу, натисканням кнопки включення лазера можна включити лазерний покажчик і з його допомогою точно навести прилад на об'єкт» .

4. Для виконання вимірювань вночі й у разі недостатньої видимості можна включити підсвічування дисплея.

5. За допомогою кнопки перемикачів режимів MODE на додатковому температурному дисплеї можна послідовно відображати середнє (AVG), максимальна (MAX) і мінімальне (MIN) значення температури, а також різницю між максимальним і мінімальним значеннями (MAX-MIN).

6. За допомогою кнопки °C/°F можна перемикатися між температурними шкалами Цельсія (°C) і Фаренгейта (°F).

Рекомендації використання термометр-щупа для вимірювання температури

Рекомендації при роботі з термометр-щупом:

- потрібно натиснути кнопку ON / OFF (ВКЛ / ВИКЛ);
- занурити сталеву частину щупа в досліджуваний виріб;
- зачекати до тих пір, поки температура на дисплеї не перестане змінюватися і показання стабілізуються;
- отримаємо вимірювану температуру виробу;
- натиснути кнопку ON / OFF, щоб вимкнути пристрій;
- можна повторно ввімкнути прилад для перегляду останніх значень;

- вимикаємо прилад;
- прибираємо щуп в пластиковий чохол;
- якщо на екрані з'явився індикатор LOW - треба замінити батарейку.

4.4. Визначення методів очищення та дезінфекції пристрою

Вимоги, що повинні бути досягнуті при очищенні пристрою мають бути наступні:

1. Візуальна чистота;
2. Відсутність залишкової кількості продукту;
3. Відсутність залишкового вмісту забруднень і компонентів мийних і дезінфікуючих засобів (рН, максимальні залишкові рівні дезінфекційного засобу);
4. Результати мікробіологічного або біохімічного контролю змивів відповідають нормативним показникам.

На підприємстві розрізняють наступні методи миття та дезінфекції, які повинні застосовуватися при очищенні термометр-щупу:

1. Передвиробниче очищення – метод очищення вимагає повного опису дій, які передують перед миттям. Наприклад перед основним миття повинне бути очищення пристрою від сухих продуктів, застосовується після проведення виробничого процесі в парі з методом очищення в кінці виробництва.

2. Тимчасове очищення – метод очищення використовують в паузах між виробництвом продуктів, якщо йде зміна одного виду продукту на інший.

3. Очищення в кінці виробництва – метод очищення використовують як основне миття та дезінфекція пристрою, традиційно це щоденна очистка. Метод описує детальну інформацію про всі види діяльності, необхідні для виконання цілей очищення харчового пристрою наприкінці виробничого періоду.

4. Періодичне очищення – метод детально описує вимоги до додаткового очищення та дезінфекції, яке проводиться періодично (щотижня / щомісяця). Це передбачає додаткове хімічне очищення і після цього перевірку пристрою,

дезактивацію оброблювальної зони за допомогою хімічного запотівання або газоподібних обробок.

4.5. Інструкція по технічному нагляду за пристроєм

Інструкція по технічному нагляду за пристроєм:

- зберігати в чистому, сухому місці;
- піддавати термометр впливу електричного струму заборонено;
- піддавати термометр впливу екстремальних температур заборонено;
- використання термометра при відносній вологості повітря вище 85% заборонено
- захисне скло над об'єктивом є найважливішою та дуже ламкою частиною термометра. Торкатися скла інфрачервоної лінзи заборонено;
- скло очищається ватною паличкою, змоченою 95% спиртом;
- дозволяється використовувати лише рекомендовані виробником батарейки. Заборонено заряджати батарейки, які не є акумуляторними, та кидати їх у вогонь;
- якщо термометр не використовується протягом тривалого періоду часу, батарейки потрібно вийняти;
- піддавати термометр впливу сонячних променів або води заборонено;
- кидати пристрій на землю заборонено;
- самостійно ремонтувати пристрій заборонено.

4.6. Ведення засобу вимірювальної техніки в систему управління безпечністю харчових продуктів;

Програма-передумова системи НАССР щодо контролю технологічних процесів повинна забезпечити[60]:

- Упевненість операторів ринку у тому, що умови контролю параметрів технологічних процесів і виробничого середовища прийнятні для

виконання встановлених вимог до харчових продуктів і є докази того, що такі параметри відповідають встановленим нормам;

- Впровадження чітких процедур контролю за непридатними (невідповідними) харчовими продуктами (приймання їх за певних умов або направлення на використання для інших цілей);
- Процедури контролю повинні бути доступними та зрозумілими для осіб, що приймають рішення;
- Запровадження коригувальних дій, якщо непридатні (невідповідні) продукти негативно впливають на безпечність харчових продуктів.
- Періодичність контролю за параметрами технологічних процесів і виробничого середовища, лабораторний моніторинг повинні бути визначені за результатами оцінки ризику, але не рідше, ніж це передбачено встановленими вимогами.
- Передбачити і додати засоби вимірювальної техніки, якщо вони не використовувались до цього.
- При встановлені меж ККТ необхідно враховувати клас точності та похибку конкретного приладу, що буде застосовуватись.

Вигляд журналу реєстрації температурного режиму наведено в табл.4.1.

Таблиця 4.1 - Журнал реєстрації температурного режиму

N з/п	Дата проведення вимірювання температури (число, місяць, рік)	Час проведення вимірювання температури	Показник температури (°C)	П. І. Б., посада особи, яка проводила вимірювання	Підпис особи, яка проводила вимірювання
1					
2					
3					

На кожному підприємстві ведення документації є підтвердженням діяльності підприємства протягом певного часу і певних функцій. Інспектори під час перевірок підприємств часто витрачають багато часу на вивчення документів та записів компанії. Ефективна документація підвищує наочність системи забезпечення якості.

В залежності від того як робоча група НАССР визначила даний етап суттєвим чи не суттєвим, у будь-якому випадку ведеться журнал моніторингу температури. При моніторингу ККТ температуру вимірюють з кожної партії, при ОПП – кожної третьої партії, якщо за іншими потребами, то визначається за рішенням робочої групи.

4.7. Проведення повірки пристрою

Пристрої для вимірювання температури, які використовуються в технологічних процесах, не загрожуючи безпеці харчових продуктів, повинні повірити згідно з встановленими методами калібрування.

Порядок повірки встановлюється відповідними державними стандартами та інструкціями, користування якими є обов'язковим [61].

Порядок проведення повірки поділяється на три підрозділи:

У підрозділі "Зовнішній огляд" зазначається перелік вимог до ЗВТ, що підлягають повірці, стосовно комплектності та зовнішнього вигляду.

Зовнішній вигляд оцінюється візуально. Оцінку зовнішнього вигляду засобу вимірювального пристрою можна проводити безпосередньо на підприємстві.

Результати вважаються задовільними, якщо під час зовнішнього огляду встановлено:

- відсутність зовнішніх пошкоджень засобу вимірювальної техніки;
- наявність позначки «зістарений»;
- відсутність дефектів, що ускладнюють зчитування маркування пристрою.

Результати зовнішнього огляду документують в протоколі повірки.

У підрозділі "Перевірка працездатності" зазначаються перелік та опис операцій, які необхідно здійснити для перевірки працездатності ЗВТ, що підлягає повірці, а також працездатності та взаємодії його окремих частин та елементів.

У підрозділі "Визначення метрологічних характеристик" наводяться опис операцій, зазначених у розділі "Операції повірки", та раціональні методи визначення метрологічних характеристик ЗВТ, що підлягає повірці.

Перевірку працездатності пристрою та визначення метрологічних характеристик проводять в спеціалізованих установах для повірки засобів вимірювальної техніки.

Рекомендований графік проведення періодичної повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки наведено в табл.4.2.

Таблиця 4.2 – Графік проведення періодичної повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки на 20__ рік

№ з/п	Категорія ЗВТ	Найменування та умовне позначення ЗВТ	Метрологічні характеристики		Дата останньої повірки (місяць, рік)	Місце проведення повірки	Підлягає повірці за місяцями у 20__ році (од.)												Код ЗВТ відповідно до норм часу
			клас точності, похибка	діапазон вимірювання			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

Результати вимірювань та розрахунків та інші дані, отримані під час проведення повірки, повинні бути задокументовані в протоколі повірки та у робочому журналі.

Висновок до розділу 4

В даному розділі було розроблено рекомендації нагляду за пристроєм, а саме термометр-щупом. Було описано як необхідно технічно обслуговувати пристрій.

Розроблено рекомендації використання пристрою, описано необхідність встановлення навчальної програми. Розроблено інструкцію щодо навчання персоналу та використанні термометр-щупа та пірометра.

В наступному розділі буде описано загальні вимоги до організації охорони праці на хлібопекарському виробництві та особливості організації охорони праці.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Загальні вимоги до організації охорони праці на хлібопекарському виробництві

Організація охорони праці повинна здійснюватись за Законами України «Про охорону праці» [62], Кодекс цивільного захисту України [63], Правилами з техніки безпеки і виробничої санітарії на хлібопекарських підприємствах, Санітарними правилами для підприємств хлібопекарської промисловості [64].

Технологічні процеси виробництва хлібобулочних виробів, технологічне обладнання для їх виробництва повинні відповідати вимогам ДСТУ 2583-94 [65].

На основі вищезазначених документів на виробництвах повинні бути розроблені та впроваджені інструкції із техніки безпеки для всіх професій відповідно до положення про розроблення інструкцій з охорони праці.

Навчання працівників правил безпеки праці повинно бути забезпечено, це контролюють керівники виробництва та підрозділів. При прийнятті на роботу всі працівники мають проходити навчання, інструктаж та перевірку знань із питань охорони праці та пожежної безпеки згідно з розробленими та впровадженими керівником виробництва нормативними актами згідно з Типовим положенням про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, Типовим положенням про спеціальне навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України.

Робітники повинні забезпечуватись спецодягом і спецвзуттям, санітарним одягом і взуттям та засобами захисту згідно з діючими нормами.

Виробничі приміщення повинні бути достатньої площі та висоти, добре освітлені та мати належну вентиляцію. Огородження поручнями обов'язкове для сходиць, драбин та площадок.

Повинно бути обов'язкове оснащення сітчастим або суцільним огородженням всіх частин обладнання, які рухаються, гарячі поверхні обладнання, баків та трубопроводів термоізолюють. Огородження, транспортери та машини повинні бути обладнані механічним та електричним

блокуванням та сигналізацією для сповіщення пуску та зупинки машини, апарати мають бути заземлені.

Для забезпечення безпечного обслуговування та ремонту мають бути достатні проходи та проїзди між обладнанням.

Дозволено користування лише низьковольтною напругою на ділянках ізоляції електромереж від вологи та руйнування.

Основними викидами та шкідливими речовинами на підприємствах хлібобулочних виробів є диоксид вуглецю, тепло- і вологовиділення, борошняний пил.

Повинно бути належне облаштування вентиляції для створення необхідного мікроклімату для робочих місць біля тепловипромінюючого обладнання.

Тарні та безтарні склади для зберігання різних видів сировини повинні бути забезпечені максимальним ущільненням з'єднань та стиків у шнеках, трубопроводах, технологічному обладнанні для попередження запилювання. Дані склади мають бути обладнані засобами уловлювання пилу та залежно герметизовані, все обладнання має бути заземлене.

Нижня межа вибухонебезпечної концентрації борошняного пилу в повітрі становить 10...35 г/м³.

Світильники та джерела світла мають забезпечувати необхідну освітленість приміщень. Загально-обмінна та місцева вентиляція має бути забезпечена для підтримання комфортного мікроклімату у виробничих приміщеннях у теплу та холодну пори року.

Підприємства з виготовлення хлібобулочних виробів за пожежною безпекою відносяться до категорії В. У виробничих приміщеннях повинні бути передбачені заходи по виникненню пожеж та їх гасіння, попередженню вибухів, сигналізації, шляхи евакуації людей, питання пожежного водопостачання.

Санітарні правила, техніка безпеки та екологічні аспекти на хлібопекарському виробництві

У зв'язку зі збільшенням забрудненості довкілля — ґрунтів, повітря, води, — виникла нагальна необхідність захисту біосфери від забруднення. Будь-яке підприємство у якійсь мірі забруднює навколишнє середовище промисловими стічними водами, твердими відходами, викидами шкідливих речовин в атмосферу тощо. Розробка та впровадження енерго- і ресурсозберігаючих, маловідходних технологій є нагальною потребою для підтримання екології навколишнього середовища. Також на кожному підприємстві мають бути розроблені природозберігаючі технології, тобто технології з очищення стічних вод, ґрунтів, повітря.

Розроблення екологічного паспорту є обов'язковим для всіх виробництв, що забруднюють довкілля.

Основними викидами в атмосферу на хлібзаводах є продукти згорання палива в топках парових котлів та хлібопекарських печей. Від виду палива залежить їх склад. При роботі на природному газі найбільше забруднюють атмосферу оксиди вуглецю та азоту; при використанні вугілля чи мазуту також у повітря потрапляють тверді частинки та диоксид сірки.

При бродінні тістових напівфабрикатів — опар, тіста, рідких дріжджів, заквасок, — у повітря виробничих приміщень виділяються леткі кислоти, оцтовий альдегід, диоксид вуглецю, пари етанолу та інші сполуки.

На хлібопекарських підприємствах специфічними організованими викидами є пил додаткової та основної — такої як цукор, борошно, солод, ферментні препарати, крохмаль та інші пилоподібні добавки.

Інвентаризація джерел забруднюючих речовин - етанолу, оцтової кислоти, ацетальдегіду, борошняного пилу проводиться шляхом розрахунку з питомими викидами на 1 т продукції; викиди газів, що згоряють - згідно з чинними методичними документами.

Основною фізичною характеристикою забруднення повітря є найвища допустима концентрація забруднюючих речовин (ГДК).

Гранично допустима концентрація — це максимальна кількість шкідливих речовин в одиниці об'єму або маси середовища повітря, ґрунту чи води, яка майже не впливає на стан здоров'я людини. Вона встановлюється комісіями та компетентними установами.

Для всіх забруднювачів атмосфери розраховують і встановлюють норми гранично допустимих викидів (ГДВ). Гранично допустимі викиди — це кількість шкідливих речовин, яких не можна перевищувати при викиді в повітря за одиницю часу, і концентрація забруднювачів атмосфери, яка не повинна перевищувати найнижчу межу на межі санітарної зони [66,67]. Для кожного виробництва проводиться перелік джерел забруднення повітря, а також екологічна сертифікація всіх об'єктів, що забруднюють навколишнє середовище.

Ці стандарти мають законодавчу силу та є правовою основою для санітарної перевірки.

На хлібопекарських підприємствах продукти згорання розподіляються в атмосферу шляхом встановлення труб висотою від 25 до 60...70 м та напрямних для забезпечення необхідної чистоти повітря в прилеглий до виробництва зоні.

Необхідно зробити санітарно-захисну зону від 100 до 300 м. Захисний бар'єр повинен бути озеленений для належного виконання своїх функцій. Зелень відіграє важливу роль у захисті від пилу.

На складах для зберігання борошна необхідно встановлювати виробничі силоси, текстильні фільтри, а на лініях з виробництва борошна - циклони для вилучення борошняного пилу. Потрібно влаштовувати припливно-напірну вентиляцію у виробничих приміщеннях, де виробляються продукти бродіння.

Заходи безпеки для забезпечення чистої води дуже важливі для навколишнього середовища. Питна вода у світі обмежена. Хоча основними джерелами води є озера та річки, вони щодня забруднюються промисловими та побутовими спалахами.

При виробництві хлібних виробів потужність заводу становить 30 т на добу, на 1 т продукту витрачається 4,33 м³ води. Ця вода використовується як сировина для приготування їжі, для живлення котлів, для миття обладнання, контейнерів, труб, а також для санітарних потреб.

Вода для хлібобулочних підприємств постачається з міського водопроводу або артезіанських свердловин за системою прямого потоку, тобто виробнича вода надходить із водопровідної води або артезіанської свердловини, а стічні води скидаються в каналізацію або водосховище..

Вміст органічних речовин у воді характеризується таким показником, як окислення. Окислення — це кількість кисню (мг O₂/л води), що еквівалентно дорівнює кількості окисника, необхідного для окислення всіх редукторів стічних вод. Чим вище це число, тим більше забруднена вода. Для стічних вод хлібобулочних виробництв цей показник становить 600...800 мг O₂/л.

Стоки, що потрапляють у комунальну каналізацію, не повинні містити забруднень, що потрапляють у повітря, що впливають на їх природне очищення, шкідливих мікробів та відходів, смоли, нафти та нафтопродуктів.

Перш ніж заливати в міські каналізаційні системи, стічні води підприємств повинні бути очищені механічно.

Типові забруднення у стічних водах хлібобулочних виробництв обумовлені наявністю залишків сировини та, відповідно до гігієнічних критеріїв, мають низький ризик у разі скидання у резервуар [68]. Крім того, промислові стічні води забруднені мікроорганізмами, які накопичуються на обладнанні, стінах, підлозі, тому миття зупиненого обладнання, підлоги, стін повинно проводитися своєчасно, не допускаючи розкладання органічних сполук, що призводить до розвитку та накопичення різних мікроорганізмів . і призводить до збільшення рівня забруднення стічних вод [69].

Стічні та побутові стічні води компанії ще більше забруднюються, що може бути джерелом патогенних мікроорганізмів [70], які поширюються у воді. Тому необхідна систематична дезінфекція домашніх приміщень та санітарних приміщень компанії.

Від рівня технологічного процесу на підприємстві залежить ступінь забруднення стокових вод.

Стічні води хлібобулочних виробів також забруднюються продуктами бродіння (вода після промивання ферментерів) - спиртами, органічними кислотами, жирами, азотистими речовинами.

Промислові стічні води містять, крім водорозчинних речовин, нерозчинні частинки різних дисперсій, вміст яких становить приблизно 150 мг/л, рН 6,0...7,0.

Поряд із забрудненням повітря та води забруднюються землі в результаті виробничої діяльності. Джерелами забруднення ґрунтів отруйними речовинами є викиди в атмосферу, пестициди та промислові відходи.

Щоб уникнути забруднення ґрунту в умовах пекарень, необхідно збирати, вивозити та своєчасно утилізувати рідкі та тверді відходи від виробничої діяльності компанії: мазуту, мастильних матеріалів, промислових відходів тощо.

Стан екологічної безпеки навколишнього середовища контролює Міністерство екологічної безпеки України. Здійснюється контроль джерел промислових викидів в атмосферу, дотримання норм гранично допустимих викидів (ПГ), норм скиду стічних вод, тимчасово затверджених скидів (ГТС) та гранично допустимих скидів (ГДС), якості поверхневих вод ґрунту, стану ґрунту.

5.2. Особливості організації охорони праці на хлібопекарському виробництві

На підприємствах забезпечується навчання персоналу правил безпеки праці. При прийомі на роботу працівники мають пройти інструктаж з питань охорони праці та пожежної безпеки у відповідності з розробленими нормативними актами згідно з Типовим положенням про навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці та пожежної безпеки, в установах та організаціях України.

Організація проведення інструктажів з питань охорони праці

При прийомі на роботу та регулярному проведенні на підприємстві працівники повинні бути проінструктовані щодо безпеки та гігієни праці, надання першої медичної допомоги постраждалим від нещасних випадків, а також правил поведінки та дій у ситуаціях, пожежах та стихійних лихах.

За часом проведення та характером інструктажі з питань охорони праці поділяються на первинний, вступний, повторний, цільовий та позаплановий [71,72].

Вступний інструктаж проводиться:

- з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади;
- з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;
- з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання;
- з екскурсантами у разі екскурсії на підприємство.

Вступний інструктаж проводить спеціаліст служби охорони праці або інший спеціаліст відповідно до наказу (інструкції) підприємства, який пройшов навчання та перевірку на знання з охорони праці у порядку, передбаченому Типовим положенням.

Запис щодо вступного інструктажу робиться в журналі вступного інструктажу з охорони праці, який веде служба охорони праці або працівник, відповідальний за вступний інструктаж, а також у наказі щодо працевлаштування працівника.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником:

- новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство або до фізичної особи, яка використовує найману працю;

- який переводиться з одного структурного підрозділу підприємства до іншого;
- який виконуватиме нову для нього роботу;
- відрядженим працівником іншого підприємства, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Первинний інструктаж проводиться з учнями, курсантами, слухачами та студентами навчальних закладів:

- до початку трудового або професійного навчання;
- перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо.

Індивідуальна перепідготовка на робочому місці з окремим працівником або групою працівників, що виконують однотипні роботи, залежно від обсягу та змісту переліку питань у початковій інструкції.

Санация проводиться у строки, встановлені чинними нормами про охорону праці в промисловості або роботодавцем, з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше:

- на роботах з підвищеною небезпекою - 1 раз на 3 місяці;
- для решти робіт - 1 раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;
- при зміні технологічного процесу, або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;
- при порушеннях працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо;

- при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів - для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт - понад 60 днів.

Позаплановий інструктаж з студентами, курсантами, учнями, слухачами проводиться під час роботи і професійного навчання з порушенням вимог норм охорони праці, які можуть призвести або спричинили травми, аварії, пожежі тощо.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками:

- при ліквідації аварії або стихійного лиха;
- при проведенні робіт, на які відповідно до законодавства оформлюються наряд-допуск, наказ або розпорядження.

Цільове навчання проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Обсяг та зміст цільового навчання визначаються залежно від виду роботи, що виконується.

Первинні, незаплановані, цільові та неодноразові інструктажі проводяться безпосереднім керівником або особою, яка використовує найману працю.

Первинні, незаплановані, цільові та неодноразові інструктажі закінчуються перевіркою знань у формі усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів роботи особи, яка проводила інструктаж.

Якщо знання, вміння та навички були повторені або заплановані протягом 10 днів для незадовільних результатів після первинного інструктажу, проводиться додатковий інструктаж та повторна перевірка знань.

Після незадовільних результатів перевірок знань після цільової освіти працевлаштування буде заборонено. Нова перевірка знань не допускається.

Особа, яка проводила первинні, позапланові, цільові та повторні інструктажі та їх вербування, повинна записати інструктажі з техніки безпеки.

Сторінки інформаційного журналу мають бути пронумеровані, переплетені та скріплені печаткою.

Для завдань, які вимагають запису замовлення на отримання, цільовий інструктаж записується в цьому порядку отримання та не потрібен у журналі записів інструктажу.

Висновок до розділу 5

В даному розділі було описано загальні вимоги до організації охорони праці на хлібопекарському виробництві, описано санітарні правила, техніку безпеки та екологічні аспекти на хлібопекарському виробництві.

Було розглянуто для яких об'єктів встановлюють норми гранично допустимих викидів, розглянуто які основні викиди в атмосферу на хлібопекарських підприємствах, за яких умов розробляється екологічний паспорт.

Досліджено особливості організації охорони праці на хлібопекарському виробництві.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий. Описано коли і за яких умов проводиться кожний вид інструктажу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проблема точного визначення контрольованої температури сировини є актуальною в харчовій промисловості. В даний час для контролю температури в харчовій промисловості в основному використовуються звичайні стаціонарні контактні датчики температури термопари або термоопору.

Найважливішим елементом контролю будь-якого технологічного процесу термічної обробки є контроль температури. На цей вид контролю слід звернути найсерйознішу увагу, тому що основна кількість браку при термічній обробці залежить від недотримання температурного режиму.

Вибір методу виміру температури залежить від діапазону вимірюваних температур, необхідної точності, швидкодії і допустимої величини вхідного теплового опору вимірювального пристрою, тобто його вхідній теплоємності.

Розроблено блок-схему комплексних досліджень хлібобулочних виробів. Описано перелік та суть методик, які використовуються.

Для автоматичного контролю за температурою зазвичай використовуються засоби вимірювань загального промислового призначення. Проте їх використання за прямим призначенням у харчовій промисловості не завжди припустиме і можливе.

Досліджено переваги та недоліки контактних та безконтактних приладів вимірювання температури. Розглянуто принципи дії приладів та застосування на практиці.

Навчання персоналу потужностей проводяться перед тим, як він має приступити до роботи, і надалі періодично залежно від результатів оцінювання ризику.

Досліджено остигання житньо-пшеничного хліба в різних точках занурення термометр-щупа. Дослідили, що в кожній точці виробу остигання проходить по-різному, в поверхневих шарах швидше, а в середині виробу повільніше остигає готовий виріб.

Досліджено остигання хлібобулочних виробів виготовлених з різних сортів борошна. Хліб пшеничний вищого сорту остигав найдовше, але можливо

це спричинено тим, що він більший за розміром і глибина занурення термометр-щупа була більшою. Тому для кожного виробу час остигання є різним, це необхідно контролювати, так як упакований теплий хліб утворює конденсат, який спричиняє швидке псування продукту.

Розроблено рекомендації нагляду за пристроєм, а саме термометр-щупом. Було описано як необхідно технічно обслуговувати пристрій.

Розроблено рекомендації використання пристрою, описано необхідність встановлення навчальної програми. Розроблено інструкцію щодо навчання персоналу та використанні термометр-щупа та пірометра.

Описано загальні вимоги до організації охорони праці на хлібопекарському виробництві, описано санітарні правила, техніку безпеки та екологічні аспекти на хлібопекарському виробництві.

Розглянуто для яких об'єктів встановлюють норми гранично допустимих викидів, розглянуто які основні викиди в атмосферу на хлібопекарських підприємствах, за яких умов розробляється екологічний паспорт.

Досліджено особливості організації охорони праці на хлібопекарському виробництві.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий. Описано коли і за яких умов проводиться кожний вид інструктажу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Характеристика технологічного процесу виробництва харчової продукції - [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://naurok.com.ua/lekciya-na-temu-harakteristika-tehnologichnogo-procesu-virobnictva-harchovo-produkci-169327.html>
2. НАССР: Аналіз небезпечних чинників та критичні точки контролю у виробництві харчових продуктів і продовольчої сировини: Навчальний посібник. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2005. – 70 с.
3. Постанова (ЄС) № 852/2004 Європейського Парламенту та Ради щодо гігієни харчової продукції. – Чинний від 29.04.04. - Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 23 с.
4. Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. С 40 пос. [для студ. вищ. навч. закл.] / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 544 с.
5. ДСТУ ISO 9000:2015. Системи Управління якістю. Основні положення та словник термінів. – Чинний від 01.07.16. - Київ: Держспоживстандарт України, 2016. – 45 с.
6. Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. С 40 пос. [для студ. вищ. навч. закл.] / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 544 с.
7. Михальські, Т. Управління якістю у харчовій промисловості із врахуванням Європейського харчового кодексу і міжнародно визнаних стандартів : Довідник / Т. Михальські, Л. Франк, А. Досін. — Львів : ПАІС, 2006. — 336 с.
8. Лепіх Я.І., Гордієнко Ю.О., Дзядевичта С.В., Дружинін А.О., Євнух А.А., Лєсков С.В., Мельник В.Г., Романов В.О. Створення мікроелектронних датчиків нового покоління для інтелектуальних систем, – Одеса: Астропринт, 2010. – С. 289.

9. Energy and Environment, The Intimate Link, a position paper of the EPS Envir. Physics Division, EPS - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.eps.org/about-us/position-papers/eps_energy_environment_pp.pdf.
10. Павлоцкая Л. Ф. Система НАССР. Довідник / Л. Ф. Павлоцкая. – Львів: НТЦ «Леонорм-Стандарт», 2003. – 218 с.
11. Контроль технологічного процесу - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5585169/page:8/>
12. Посібник для малих та середніх підприємств м'ясопереробної галузі з підготовки та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на основі концепції НАССР. Локальні інвестиції та національна конкурентоспроможність. — К., 2011
13. Контроль - технологічний процес - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=26002619>
14. Измерение температуры - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://optima-t.ru/product-catalogue/temperatura/>
15. Устройство безконтактного измерения температуры в пищевой промышленности - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/8828/%D0%A1.%2046-51.pdf?sequence=1>
16. Контроль і вимір температури [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.baker-group.net/bread-and-bakery-products/chilled-and-frozen-foods/monitoring-and-measurement-of-temperature-1.html>
17. The Food Safety (General Food Hygiene) Regulations 1995, SI 1995 No. 1763. -London: HMSO.
18. Сирохман І.В. Якість і безпечність зерноборошняних продуктів навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / І.В.Сирохман, Т.М.Лозова – Київ, 2006
19. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. - СанктПетербург: 2002. - С. 144.

20. Пучкова Л.И. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Часть 1. Технология хлеба / Л. И. Пучкова, Р. Д. Поландова, И. В. Матвеева - СПб.: ГИОРД, 2005. -560 с.

21. Зверева Л.Ф., Немцова З.С., Волкова Н.П. Технология и технохимический контроль хлебопекарного производства, М.: Лег. и пищ. пром-сть, - 1983. – С. 148

22. Курс лекцій з предмета «Технологія хлібопекарського виробництва» - [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://lptu32.at.ua/tekhnologija_khlibopekarskogo_virobnictva_2_rozrja.pdf

23. Пащенко Л.П., Жаркова І.М. Технологія хлібобулочних виробів. - М.: «Колос», 2006. - 392 с.

24. Пастухов А.С. Совершенствование процесса охлаждения хлебобулочных изделий после выпечки с использованием модели прогнозирования температуры в центре изделия: дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.18.12/ Пастухов Артем Сергеевич – СПб., 2016. – 107с.

25. Critical preparedness, readiness and response actions for COVID-19: Interim guidance 19 March 2020. Офіційна сторінка ВООЗ. Режим доступу: URL: <https://www.who.int/publications-detail/critical-preparedness-readiness-and-response-actions-for-covid-19>

26. Светлов Ю.В., Никифоров Ю.Б. Эффективная теплопроводность и внутренняя поверхность переноса пористых и волокнистых структур (например пищевых материалов) // Тонкие химические технологии. 2015. Т. 10. № 6. С. 71-78.

27. Розробка проекту нормативно-технічної документації на пиріжки смажені з дріжджового тіста - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/zvit27-11-12%20d.pdf>

28. Донченко, Л.В. Безопасность пищевой продукции: Учеб. / Л. В. Донченко, В. Д. Надыкта. — М. : Пищепромиздат, 2001. — 528 с.

29. Косенко Г.Н. «НАССР/ISO 22000 – просто о сложном», Алматинский международный форум по качеству: Сборник материалов, часть 2 / Г.Н. Косенко - 2008 – 278 с.
30. Фомичев С.К. Основы управления качеством [Учебн. пособие] / С.К. Фомичев., Старостина А.А., Скрябина Н.И. – К. : МАУП, 2000. – 196 с.
31. Бурыкина И. М. Система НАССР на предприятиях промышленности: программа внутреннего контроля / М. В. Щемелева, Г. В. Хитрова // Молочная промышленность. — 2004. — № 5. — С. 16—17.
32. Шаповал М.І. Основи стандартизації, управління якістю і сертифікації : Підруч. / М. І. Шаповал. — 3-є вид., перероб. і доп. — К. : Європ. ун-т фінансів, інформ. сист., менедж. і бізнесу, 2000. — 174 с.
33. International Institute of Refrigeration, Recommendations for chilled storage of perishable produce. - Paris, 1979.
34. Shipowners Refrigerated Cargo Research Association, The transport of perishable foodstuffs. - 2nd ed. - Cambridge, 1991.
35. Британська асоціація холодильного обладнання, тестування температури харчових продуктів в установах роздрібної торгівлі, 1986.
36. RFIC (Refrigerated Food Industry Confederation), Guide to the Storage & Handling of Frozen Foods. - Methyr Tydfil, Stephens & George Ltd, 1994.
37. Institute of Food Science & Technology, Guidelines for the Handling of Chilled Foods. - 2nd ed. - 1990.
38. Департамент охорони здоров'я, Методичні рекомендації з гігієни харчових продуктів (поправка) 1990, Лондон: HMSO, 1991
39. Industry Guides to Good Hygienic Practice: Baking Guide, Catering Guide, Markets and Fairs Guide, Retail Guide, Wholesale Distributors Guide, Fresh Produce Guide. - Chadwick House Group Ltd, 1997-1999.
40. Розробка автоматизованих інтелектуальних експертних систем - [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://www.elibrary.ru/download/elibrary_24316780_17111947.pdf

41. Латышенко К.П. Автоматизация измерений, контроля и испытаний. – М.: Академия, 2012. – 320 с.
42. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика. Практический курс. – М.: Гранд, 1999. – 716 с.
43. Методи і засоби вимірювання температур - [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/metody-i-zasoby-vymirjuvannja-temperatur.pdf>
44. Співак О.Ю. Теплотехнічні вимірювання та прилади: навч. посіб. / О.Ю. Співак – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 137 с.
45. Антоненко С.С. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Контроль та вимірювання параметрів рідин і газів» /С.С.Антоненко, Е.В.Колісніченко. - Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 199 с.
46. Омельченко О.В. - Теплотехнічні вимірювання та прилади: Методичні рекомендації для вивчення дисципліни/ О.В. Омельченко – Кривий Ріг, 2019. – 64с.
47. Терещук О.І. Метрологія і стандартизація Методичні вказівки до практичних занять для студентів бакалаврського рівня вищої освіти «Архітектура та будівництво», спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»/ О.І. Терещук , Є.Ю.Сахно, М.С. Дорош, Д.М.Ітченко – Чернігів, ЧНТУ. –2018. – 59с
48. Вимірювання: термінологія, прилади, похибки - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://smekni.com/a/121206-4/vimryuvannya-termnologiya-priladi-pokhibki-4/>
49. Нубарян С.М. Контрольно-измерительные приборы в теплотехнических измерениях. Курс лекций. – Харьков: ХНАГХ, 2006 – 283 с.
50. Сердюкова О. Я. Автоматика та автоматизація виробничих процесів у харчовій промисловості : навч.-метод. посіб. для організації сам. роботи з курсу для студ., які навчаються за освітньокваліфікаційними рівнями „спеціаліст” та „магістр” за спец. – „Професійна освіта” (профіль підготовки

„Харчові технології”) / О. Я. Сердюкова. – Луганськ : Вид-во ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2012. – 91 с

51. Денісов А.К. Теплотехнічні вимірювання та прилади: навч. посіб. / А.К. Денісов, С.А. Денісов. – Рівне : НУВГП, 2013. – 184 с.

52. Малафаєв М.Т. - Теплотехнічні вимірювання та прилади: лабораторний практикум/ М.Т. Малафаєв, М.А. Чеканов; Харківський держ. ун-т харчування та торгівлі. – Харків: ХДУХТ, 2018. – 74 с.

53. Співак, О. Ю. Теплотехнічні вимірювання, метрологія та стандартизація : лабораторний практикум / О. Ю. Співак. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 110 с.

54. Ярошевич Т.С. Сучасні методи діагностування картопляної хвороби хліба та засоби запобігання її розповсюдженню / Т.С. Ярошевич // Вісник Хмельницького національного університету (технічні науки): Науковий журнал. – Хмельницький: вид. ХНУ, 2011. – Вип. 2. – С.124-127.

55. Зберігання і транспортування хліба - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://buklib.net/books/24470/>

56. Грегірчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв: Лаб. практикум. – К.: НУХТ, 2009. – 302 с.

57. Смоляр В. І. Харчова експертиза : Навч. посіб. / В. І. Смоляр. — К. : Здоров'я, 2005. — 448 с.

58. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва. К.: Логос, 2002. 368 с.

59. Охолодження і усушка хлібобулочних виробів - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://um.co.ua/9/9-7/9-73082.html>

60. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 01.10.2012 №590 «Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР).

61. Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 08.02.2016 №193 «Про затвердження Порядку проведення перевірки законодавчо

регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, та оформлення її результатів»

62. Закон України «Про охорону праці» (офіц. текст: за станом на 16 жовтня 2020 р.) / Верховна Рада України. — К. : Парламентське вид-во, 2020. — с.31.

63. Кодекс цивільного захисту України (офіц. текст: за станом на 16 жовтня 2020 р.) / Верховна Рада України. — К. : Парламентське вид-во, 2020. — с.133.

64. СП 823-69 Санітарні правила для підприємств хлібопекарного виробництва

65. ДСТУ 2583-94 Машини та устаткування для хлібопекарської промисловості. Вимоги безпеки. К.: Держстандарт України, 1995. — 36 с.

66. Стольберг Ф. В. Екологія города: учебник / Ф. В. Стольберг. Киев: Либра, 2000 — 464 с.

67. Луканин В.М. Промислово - транспортна екологія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В.М. Луканин, Ю.В. Трофименко — К.: Вища школа, 2001. — 273 с.

68. Запольський, А. К. Екологізація харчових виробництв : Підруч. / А. К. Запольський, А. І. Українець. — К. : Вища шк., 2005. — 423 с.

69. Гончарук, В.В. Наука о воде: монографія/ В.В. Гончарук. К.: Наукова думка, 2010. — 512с.

70. Слідами відходів або пригоди стічних вод - [Електронний ресурс]. — Режим доступу:

https://www.standartpark.ua/info/articles/sewage_accidents/

71. Види та порядок проведення інструктажів з охорони праці - [Електронний ресурс]. — Режим доступу:

http://vinfpo.org.ua/index.php?option=com_k2&view=item&id=71:%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%D1%96%D0%BD%D1%81%D1%8

[2%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%B6%D1%96%D0%B2%D0%B7%D0%BE%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96&Itemid=14](https://oppb.com.ua/articles/vse-pro-instruktazi-z-ohorony-praci-praci-%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%B6%D1%96%D0%B2%D0%B7%D0%BE%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96&Itemid=14)

72. Все про інструктажі з охорони праці праці - [Електронний ресурс].
– Режим доступу: [https://oppb.com.ua/articles/vse-pro-instruktazi-z-ohorony-praci](https://oppb.com.ua/articles/vse-pro-instruktazi-z-ohorony-praci-praci-%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%B6%D1%96%D0%B2%D0%B7%D0%BE%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96&Itemid=14)