

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

Сайкевич Антон Олександрович

УДК 697.92

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Проектування кліматичної камери для виготовлення сиров'яленого м'яса
(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Сайкевич А. О.,
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Соколовський Олег Феліксович
(прізвище, ім'я, по батькові)
к.т.н., доцент кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної екології
(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Сайкевич Антон Проектування кліматичної камери для виготовлення сиров'яленого м'яса. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Робота присвячена проблемі обґрунтування умов та проектуванні кліматичної камери для виготовлення сиров'яленого м'яса .

В процесі виконання роботи проведено дослідження основних характеристик кліматичної камери та виборі оптимального обладнання з процесом його монтажу.

Ключові слова: сиров'ялене м'ясо, технологічний процес, промислова вентиляція, кліматична камера, кліматичне обладнання, монтаж обладнання, підготовка до запуску.

ABSTRACT

Saivevych A.O. Design of a climate chamber for the production of cured meat. Qualifying work on the receipt of educational master's degree after speciality 141 is Electroenergy, electrical engineering and electromechanics is the Polesye national university, Zhytomyr, 2021.

Work is sanctified to the problem substantiation of conditions and design of a climate chamber for the production of dried meat.

In the course of performance of work research of the basic characteristics of the climatic chamber and a choice of the optimum equipment with process of its installation is carried out.

Keywords: cured meat, technological process, industrial ventilation, climate chamber, climatic equipment, installation of equipment, preparation for launch.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ СИРОВ'ЯЛЕНОГО М'ЯСА	6
1.1. Технологічний процес та обґрунтування основних параметрів для виробництва сирю в'яленого м'яса.	6
1.2. Вентиляційна система та вимоги до неї.	8
1.3. Проектування промислової вентиляції.	10
Висновки по першому розділу	11
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ВСЕРЕДИНИ КЛІМАТИЧНОЇ КАМЕРИ	13
2.1. Вибір приміщення та його обґрунтування	13
2.2. Розрахунок основних параметрів обладнання для створення мікроклімату	15
2.3. Вибір обладнання та його характеристики	17
Висновки по розділу 2	22
РОЗДІЛ 3. МОНТАЖ ЕНЕРГООБЛАДНАННЯ КЛІМАТИЧНОЇ КАМЕРИ	23
3.1. Підготовчі роботи та монтаж основного обладнання	23
3.2. Монтаж контрольно-вимірювальних приборів і автоматики	25
3.3. Підготовка до запуску	27
Висновки по розділу 3	29
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	32
ДОДАТКИ	34

ВСТУП

Технологічне проектування полягає в виборі найбільш економічного для даних конкретних умов способу виробництва заготовок і деталей, визначенні послідовності і виду операцій обробки і складання, виборі необхідного знаряддя виробництва і регламентації його використання, визначенні трудомісткості і вартості вибраного технологічного процесу. Технологічний процес повинен бути спроектованим так, щоб обладнання, інструменти, пристосування, сировина, виробничі площі використовувались найбільш повно і правильно при умовах комплексної механізації і автоматизації процесів виробництва, полегшення і безпеки праці [1].

В даній роботі буде описаний технологічний процес, особливості умов при виготовленні сиров'ялених виробів. Вибране необхідне обладнання, з розрахунком його основних параметрів для досягнення необхідних кліматичних умов, таких як температура, вологість та швидкість повітряного потоку. В третьому розділі буде описано монтаж та особливості підключення основного обладнання.

Метою даної роботи є: проектування вентиляційного обладнання для кліматичної камери та його монтаж.

Об'єкт дослідження: вентиляційна установка кліматичної камери, її параметри та способи монтажу.

Предмет дослідження: способи створення та підтримки оптимальних кліматичних умов всередині камери.

Методи дослідження: підбір обладнання з відповідними характеристиками, розрахунок основних показників, приведення схем підключення обладнання, а також аналіз та теоретичні обґрунтування конструктивних і технологічних параметрів.

Перелік публікацій автора за темою дослідження :

1. Сайкевич А. О., Соколовський О. Ф. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ СИРОВ'ЯЛЕНОГО М'ЯСА

Студентські читання – 2020: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2021». 15 листопада 2021 р. Житомир: Поліський національний університет, 2021.- 109 с.

2. Сайкевич А. О. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ВСЕРЕДИНИ КЛІМАТИЧНОЇ КАМЕРИ

V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «Біоенергетичні системи» МАТЕРІАЛИ ТОМ 2. 27-28 травня 2021 Житомир, Україна.

3. Сайкевич А. О. МОНТАЖ ЕНЕРГООБЛАДНАННЯ КЛІМАТИЧНОЇ КАМЕРИ

V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «Біоенергетичні системи» МАТЕРІАЛИ ТОМ 3. 27-28 травня 2021 Житомир, Україна.

РОЗДІЛ 1

ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ СИРОВ'ЯЛЕНОГО М'ЯСА

1.1. Технологічний процес та обґрунтування основних параметрів для виробництва сирого в'яленого м'яса

Збереження цілих шматків м'яса способами засолювання та в'ялення прийшло до нас ще з давніх часів, коли ще не існувало такого поняття як ферментація і засолювання було основним способом збереження цього цінного продукту. На сьогодні існує велика кількість способів обробки м'ясного крупно-шматкової сировини з використанням солі та інших компонентів для дозрівання м'яса.

Технологічний процес виготовлення сирого в'яленого м'яса включає декілька етапів: посол, який буває трьох видів (сухий, мокрий та шляхом ін'єкції). Наступним кроком є витримка м'ясних виробів при особливих умовах. Даний етап необхідний для вирівнювання концентрації солі в крайній зоні та центрі готового продукту. В процесі подальшого визрівання та усушки делікатеси набувають свій характерний аромат та зовнішній вигляд. Надалі продукт може бути спожитий в сирому вигляді.

Результат залежить від багатьох факторів. Найперший – це якість сировини, її мікробіологічний стан, значення рН та інших. На етапі дозрівання ключову роль відіграють кліматичні показники, такі як температура, вологість та швидкість потоку повітря[2].

Після витримки стабільні з мікробіологічної точки зору продукти піддаються подальшій обробці, що дозволяє отримати різноманітні делікатесні вироби. Неможливо описати способи та технології приготування всіх існуючих делікатесів, але деякі технологічні відмінності слід зазначити. Дозрівання делікатесів може відбуватися при високих температур, якщо продукти мікробіологічно стабільні. Делікатеси з тривалим терміном дозрівання повинні витримуватись при температурі 15°C – 18°C.

Делікатеси з коротким терміном дозрівання – при температурі нижче 24°C. Такі температурні умови оптимальні на формування аромату. Для великих щільних м'ясних шматків рекомендується підвищувати температуру в перший тиждень дозрівання. Такі продукти стабільні завдяки значній просоленості та проведенні відповідного етапу витримки. Таким чином, температуру підвищують з 4°C (процесі витримки) до приблизно 30°C, а потім знижують до 13-14 °C. Таке підвищення температури необхідно для виявлення зіпсованих шматків (гнильні бактерії утворюють газ усередині м'ясного виробу; при підвищенні температури кількість газу, що виділяється, збільшується і м'ясний шматок розриває), а також для активізації бактерій та ензимів, відповідальних формування аромату.

Для досягнення оптимальної втрати вологи, відносну вологість повітря на даному етап знижують з 85% до 70%. При цьому швидкість руху повітря на початку дозрівання повинна становити приблизно 0.5 м/с, а потім знижуватись пропорційно зменшенню ваги виробу. Втрата вологи при тій же відносній вологості повітря посилюється зі збільшенням швидкість руху повітря. Ризик освіти сухого кільця вище у виробів, вміщених поряд з вентиляційними отворами в кліматичній камері.

Якщо продукт зазнає копчення, його поверхня має бути сухою. Делікатеси з коротким терміном дозрівання слід піддавати копченню при температурі до 25°C. Делікатеси з тривалим терміном дозрівання – при температурі 15–18°C. М'ясні вироби рекомендується піддавати короткостроковому копчення на самому початку дозрівання з тим, щоб запобігти зростанню цвілі. В той час, як занадто тривале чи інтенсивне копчення призводить до утворення темного нальоту [3].

Процес в'ялення м'яса відбувається в спеціалізованому приміщенні з вентиляційною системою, яка постійно підтримує необхідну циркуляцію повітря і контролює температурний режим та режим вологості. Дозрівання продуктів відбувається на спеціальних рамах всередині цієї камери. Обладнання забезпечує часткове заміщення повітря з середини камери на

зовнішнє зі швидкістю необхідною для попередження плісняви на м'ясних виробках. Дифузори рівномірно забезпечують розподіл повітря всередині об'єму кліматичної камери. Також швидкість подачі повітря може бути змінена, в залежності від типу продукції та його кількості.

1.2. Вентиляційна система та вимоги до неї

Вентиляція це сукупність елементів, що забезпечують основні параметри мікроклімату та чистоти повітря, які відповідають технологічним умовам, а також забезпечують потрібний обмін повітря. Саме це і є основним внутрішнім завданням вентиляції. З іншого боку система вентиляції повинна захищати навколишнє повітря від забруднюючих факторів які виходять з середини приміщення. Для цього засовують сучасні методи очистки та фільтрації. Дотримання всіх норм та стандартів розрахунку, проектування, монтажу та експлуатації забезпечує збереження життя та здоров'я людей та правильний перебіг технологічних процесів, від якого залежить якість продукції або збереження необхідних матеріальних цінностей.

Слово вентиляція (*ventilatio*) має латинське походження перекладається як провітрювання. Санітарно-гігієнічна мета вентиляції – це забезпечення всередині будівлі заданих умов повітряного середовища, яке відповідає всім вимогам санітарних і будівельних правил, що відбувається завдяки асиміляції зайвої теплової енергії та вологи з припливного повітря та приведення його показників до граничнодопустимої концентрації різних газоподібних шкідливих викидів, а також різних забруднювачів повітря що виходять з приміщення. [4]

Технологічні вимоги до вентиляції повинні підтримувати параметри температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в будівлі для забезпечення правильності виконання технології процесу. Як наприклад підтримання необхідних показників температури та вологості дає можливість проводити відповідні дослідження в лабораторії або вентиляція в зварювальному цеху не допускає перевищення гранично допустиму концентрацію важких

металів у повітрі. У випадку з кліматичною камерою – це підтримання ідеальної температури та вологості для життєдіяльності корисних бактерій всередині м'яса для дозрівання та формування правильності смаку, запаху та кольору.

В приміщенні, де проходить технологічний процес відбувається виділення зайвої теплоти та домішок, що негативно впливають на перебіг самого процесу та нормальне самопочуття та здоров'я людини. Такі домішки називають **шкідливими**. А фактори, які негативно впливають на роботу здатність людини та правильний перебіг процесу називають **шкідливостями**.

Так як вентиляція призначена для підтримання необхідних характеристик повітря, при виборі способів досягнення необхідних умов повинні бути враховані технологічні та технічні норми. Крім цього потрібно враховувати будівельно-монтажні, архітектурні та інші експлуатаційні правила.

Будівельно-архітектурні вимоги вміщують в себе:

- Мінімальну потребу в устаткуванні яка буде відповідати габаритам та масі всього обладнання.
- Органічну інтеграцію вентиляційного устаткування в інтер'єр приміщення.
- Простоту монтажу обладнання.
- Можливість запуску окремих елементів системи для різних ділянок будівель, які обслуговуються цим обладнанням.
- Забезпечення пожежної безпеки з можливістю нерозповсюдження продуктів горіння, та попередження про факт загоряння.

До експлуатаційних вимог відносять:

- Зручність для проведення обслуговування, ремонтних робіт
- Можливість зміни основних параметрів повітря (вологість, температура).
- Забезпечення довготривалого автоматичного режиму та не часте обслуговування обладнання [5].

1.3. Проектування промислової вентиляції

Проектування - непроста та трудомістка робота, яка вимагає від розробника теоретичних знань та практичних навичок. Системи вентиляції промислових об'єктів повинні відповідати чинним нормам (ДБН) та повинні включати в себе велику кількість складових: двигуни, повітропроводи, рекуператори тощо. Проектування вентиляційних систем розраховується спираючись на значення показників, які повинні бути досягнуті всередині приміщення. Наприклад у приміщеннях, в яких розміщена велика кількість обладнання, розрахунок буде прораховуватись зважаючи на характеристики машин, а в місцях великого скупчення людей на їх кількість[6].

При проектуванні забирання зовнішнього повітря та викиду назовні витяжного повітря слід передбачати наступне: - забирання зовнішнього повітря слід здійснювати із зон з якомога чистим, не вологим і прохолодним (у теплий період року) повітрям; - викид назовні витяжного повітря слід здійснювати так, щоб унеможливити загрозу для здоров'я людей чи шкоду для будівлі або навколишнього середовища.

Приймальні пристрої зовнішнього повітря, а також вікна, що відчиняються, та прорізи, які застосовуються для припливної вентиляції з природним спонуканням, слід розташовувати з урахуванням вимог.

Місце забирання зовнішнього повітря не допускається розташовувати на відстані ближче ніж 8 м по горизонталі від сміттєзбірника, зони паркінгу автомобілів (для трьох або більшої кількості), проїздів, зон вантаження, вентиляційних отворів каналізації, верхівок димових труб та інших подібних джерел забруднення та утворення неприємного запаху. Повітрозабірник не допускається розміщувати на фасаді, що виходить на жваву вулицю. Якщо це неможливо, то приймальний отвір повітрозабірника повинен бути якомога вище від землі.

Не слід розташовувати пристрій для забирання зовнішнього повітря там, де можливий зворотний потік викидного повітря або вплив іншого забруднюючого фактора або повітря з неприємним запахом. У верхній

частині (ДБН В.2.5-67:2013 83) будівлі або у випадках, коли якість зовнішнього повітря з обох сторін будівлі однакова, повітрозабірник слід розташовувати з навітряної сторони будівлі.

Приймальний пристрій зовнішнього повітря у незахищеному від сонця місці, на даху або стіні слід облаштовувати або захищати так, щоб повітря не було надмірно нагріте у теплий період року.

Низ отвору приймального пристрою зовнішнього повітря слід розташовувати на висоті не менше ніж 1 м від рівня стійкого снігового покриву, який визначають згідно з даними гідрометеостанцій або за розрахунком та не нижче 2 м від рівня землі. Низ отвору приймального пристрою зовнішнього повітря, розташованого на даху або покритті будівлі, повинен бути на висоті в 1,5 раза більший від максимально можливої висоти снігового покриву. Ця висота може бути зменшена, якщо застосовані засоби захисту від снігового покриву, наприклад, заслін від снігу. Якщо існує ризик попадання в систему вентиляції води у будь-якій формі (сніг, дощ тощо) або пилу (включаючи листя тощо), розміри незахищеного отвору приймального пристрою зовнішнього повітря визначають за розрахунком відповідно до ДСТУ EN 13030 [5].

Висновки по першому розділу

Технологічний процес виготовлення сирю в'ялених включає декілька етапів: посол, який буває трьох видів (сухий, мокрий та шляхом ін'єкції). Наступним кроком є витримка м'ясних виробів при особливих умовах. Даний етап необхідний для вирівнювання концентрації солі в крайній зоні та центрі готового продукту. В процесі подальшого визрівання та усушки делікатеси набувають свій характерний аромат та зовнішній вигляд.

Процес в'ялення м'яса відбувається в спеціалізованому приміщенні з вентиляційною системою. Дозрівання продуктів відбувається на спеціальних рамах всередині цієї камери. Обладнання забезпечує часткове заміщення повітря з середини камери на зовнішнє зі швидкістю необхідною для

попередження плісняви на м'ясних виробках. Дифузори рівномірно забезпечують розподіл повітря всередині об'єму кліматичної камери. Також швидкість подачі повітря може бути змінена, в залежності від типу продукції та його кількості.

Технологічні вимоги до вентиляції повинні підтримувати параметри температури , відносної вологості та швидкості руху повітря в будівлі для забезпечення правильності виконання технології процесу.

РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ВСЕРЕДИНИ КЛІМАТИЧНОЇ КАМЕРИ

2.1 Вибір приміщення та його обґрунтування

Кліматична камера з габаритними розмірами 15м на 12м з висотою 2,56м. Розрахована вона на максимальне завантаження до 2500 кг м'яса одночасно. Теплоізоляція стін виконана з «сандвіч» панелей із теплоізолюючим матеріалом – пінополіуретан. Всередині завдяки вентиляційній системі підтримується постійна температура, яка може регулюватися в діапазоні від +12 до +18. Відносна вологість повітря регулюється з 75 до 90 %. Швидкість потоку повітря забезпечується для відповідного етапу дозрівання.

На рисунку 2.1 показано розміщення схеми руху повітряних потоків. По центрі приміщення проходить основний припливний повітропровід, який умовно розділяє приміщення на дві частини. В одній (показана ліворуч) зображена зона з інтенсивнішим потоком повітря для початкової фази дозрівання. Це реалізовано за рахунок більшої кількості виходів. З іншого боку (праворуч на схемі) швидкість повітряного потоку зменшується для пізньої фази дозрівання.

Для забезпечення безперервної роботи вентиляційної системи дана камера повинна мати другу категорію надійності як споживач електричної енергії. Також повинен бути присутній власний генератор електричного струму для екстрених випадків. Також має бути встановлена протипожежна система згідно діючих правил, так як при виробництві даних продуктів виділяється газ і приміщенню присвоєно клас В по пожежній безпеці.

Приміщення кліматичної камери, розташоване у складі комплексу, який повинен в себе включати ряд приміщень:

- холодильне приміщення з температурою від 0 до +4 °С, для початкової стадії приготування м'ясного продукту;

- цех для обвалювання та засолювання м'яса;
- склад для зберігання тари, та інгредієнтів, які не псуються під впливом температури;
- вентиляційне приміщення, для розміщення в ній вентиляційних установок;
- приміщення для упаковки готового продукту;
- шлюзи на виходах з кліматичної та холодильної камерах для збереження температури всередині;
- роздягальні та душові для працівників;
- кабінет для ведення документації;
- інші допоміжні приміщення (для прийому сировини, завантаження готового продукту, приміщення зберігання прибирального інвентарю тощо).

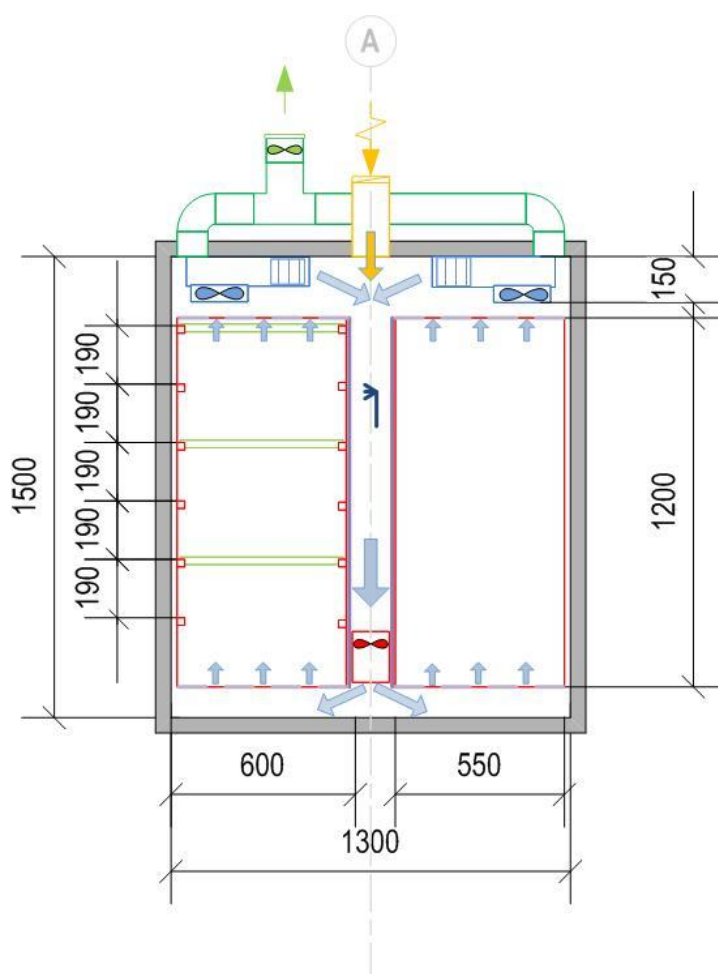


Рисунок 2.1. Схема кліматичної камери.

2.2 Розрахунок основних параметрів обладнання для створення мікроклімату

Основні параметрами розрахунку вентиляційної системи: габаритні розміри, об'єм повітря яке використовується установкою, потужність охолоджуючого та нагрівального пристроїв та опір системи.

Об'єм повітря, яке використовується вентиляційною установкою має бути розраховане окремо для кожного приміщення. Також враховується наявність шкідливих домішок та їх концентрація. Якщо кількісні та якісні характеристики цих домішок не можуть бути вираховані, то повітрообмін вираховують за кратністю коефіцієнта K_p .

$$L = V_{\text{пр}} \times K_p \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right), \quad (2.1)$$

де:

$V_{\text{пр}}$ – об'єм приміщення;

K_p – мінімальна кратність повітрообміну .

Габаритні розміри камери становлять 15м на 12м і висота 2,56 м. Звідси вираховуємо об'єм та витрату повітря. Кратність обміну повітрям приймаємо 4.

$$L = 15 \times 13 \times 2,56 \times 4 = 2000 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

Для проектування кліматичної камери та підбору відповідного обладнання потрібно розрахувати потужність охолоджуючих установок та потужність нагріву. Для цього скористаємось відповідною формулою.

$$Q = G \times (T_1 - T_2) \times C \times \rho \frac{1}{\text{год}} \quad (2.2)$$

Де:

G – об'ємна витрата повітря.

T_1 – початкова температура речовини.

T_2 – кінцева температура речовини.

C – питома теплоємність речовини.

ρ – густина рідини.

Звідси вираховуємо максимальну потужність охолоджуючої установки:

Приймаємо $G = 2000$ (м³/год), $T_1 = 45$ °С, $T_2 = 12$ °С, $C = 1$ (Дж/кг) °С, $\rho = 1,185$ кг/м³;

$$Q = 2000 \times (45 - 12) \times 1 \times 1,185 \times \frac{1}{3600} = 21,725 \left(\frac{\text{кВт}}{\text{год}} \right).$$

За цією формулою вираховуємо також потужність для нагріву [7].

Так як в даному проекті використовується рекуператор, то мінімальна температура, яка буде подаватися на нагрівальну установку буде становити +0,3 °С, при мінімальній температурі навколишнього середовища в -22 °С.

Приймаємо $G = 2000$ (м³/год), $T_1 = 0,3$ °С, $T_2 = 18$ °С, $C = 1$ (Дж/кг) °С, $\rho = 1,185$ кг/м³;

$$Q = 2000 \times (18 - 0,3) \times 1 \times 1,185 \times \frac{1}{3600} = 14,2 \left(\frac{\text{кВт}}{\text{год}} \right).$$

Опір системи розраховуємо виходячи з опорів всіх елементів та опорів на повітропроводах. Втрата тиску на фільтрах середньої забрудненості становить близько 50 Па. Рекуператор створює опір в 126 Па. Падіння тиску на назрівуючій секції та охолоджуючій відповідно по 41 Па. Та втрата тиску на повітропроводах становить 142 Па. Звідси вираховуємо загальний опір всієї системи.

$$P = \sum P_1 + P_2 + \dots + P_n \quad (2.3)$$

Звідси знаходимо:

$$P = 126 + 50 + 41 + 41 + 142 = 400(\text{Па}).$$

Отже вихідні дані для вибору вентиляційної системи:

- Повітрообмін системи – 2000 м³/год
- Потужність охолоджуючої установки – 21,725 кВт/год
- Потужність назрівуючої установки з урахуванням рекуператора – 14,2 кВт/год
- Опір системи 400 Па

2.3 Вибір обладнання та його характеристики

Мікроклімат в камері забезпечується вентиляційною системою, яка створює потрібні умови обладнанням та постачає (відводить) повітря із заданими характеристиками по повітропроводам. Вони повинні відповідати умовам пожежної безпеки згідно ДОДАТКУ А.

Також повітропроводи припливного повітря повинні бути утеплені ізоляцією АЛЮФОМ фірми Normaisol для того, щоб унеможливити утворення конденсату.



Рисунок 2.2. Утеплення припливних повітропроводів ізоляцією АЛЮФОМ.

Згідно з розрахованих параметрів обираємо припливно-витяжну вентиляційну установку типу Recovery Cross Vertical. Фірми VTS. Ізоляція установки виконана з пінополіуретану товщиною 40 мм. Маса комплекту становить 389 кг.



Рисунок 2.3. Вентиляційна установка типу Recovery Cross Vertical. Фірми VTS.

Максимальна витрата припливного повітря становить 2750 м³/год, а витяжного 3155 м³/год. Цього вистачає з запасом для заданої площі в 100 м². Розрахунковий опір всієї системи становить 400 Па. Клас енергоефективності Е.

Згідно з проектними умовами зимова розрахункова температура припливного повітря становить -22 °С, а відносна вологість - 90%. В літній період ці показники становлять +35 °С та 40% відповідно. На виході згідно з

необхідними умовами діапазон робочих температур повинен становити від +12 до +18 залежно від типу продукції та фази дозрівання, та мати можливість регулювання. Відносна вологість повинна становити від 70 до 85% , також з можливістю регулювання.

Для припливного повітря встановлюється фільтр типу PG4|50.Flat.Int.SLD

Швидкість потоку повітря через цей фільтр становить 1,74 м/с. Втрати тиску: при забрудненому фільтрі – 100 Па, при чистому – 29 Па.

Для економії електроенергії та простішого регулювання параметрів повітря в камері встановлюється перехресний рекуператор типу PCR VVS030 StdEff.

Основна його функція полягає в змішуванні потоків припливного та витяжного повітря, та передачі теплової енергії. Цей пристрій особливо актуальний взимку. При температурі припливного повітря в -22 °С він видає повітря температурою -0,3 °С та осушує частково надлишкову вологість в середньому на 10-40%. Падіння тиску на даному пристрої становить 126 Па. Потужність енергоутилізації становить 20 кВт. Фактична ефективність варіюється від 49 до 52%. При температурі витяжного повітря +15 °С, повітря на виході становить всього +2,6 °С. Швидкість повітряного потоку становить 3,2 м/с на припливному та 3,7 м/с на витяжному повітропроводах.

В даному проекті реалізований спосіб нагріву припливного повітря через підключення до загальної системи водяного опалення. Встановлений водяний нагрівач типу WCL VVS030 2R DT RB. St.St.Std. Максимальний робочий тиск даної системи становить 16 бар. Максимальна температура теплоносія – +160 °С. При номінальних характеристиках даного обладнання при експлуатації взимку з температурою припливного повітря в -0,3 °С, температура на виході становить +18 °С. Падіння тиску на даній ділянці становить 41 Па. Повна потужність нагріву 20 кВт. При нормальній роботі

температура теплоносія в $+ 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ падає до $+ 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ з витратою теплоносія в $0,89\text{ м}^3/\text{год}$. Втрати тиску теплоносія в трубопроводі становить $2,58\text{ кПа}$.

Система охолодження повітря реалізована пристроєм з прямим випаровуванням з крапле утворювачем типу DXC VVS030 3R-1 TD. Діаметр колектора становить 28 см . Теплоносій – фреон, типу R410A з максимальним робочим тиском в 16 бар . При температурі влітку $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ на виході температура становить $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Збільшення відносної вологості з 40 до 82% . Швидкість повітряного потоку на даному елементі становить $2,28\text{ м/с}$. Повна потужність охолоджувача становить $24,3\text{ кВт}$. Температура випаровування теплоносія відбувається за температури в $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 2.4. Гнучке з'єднання вентиляторної секції

Вентиляторна секція типу PLUG_DD_315_1,50_2 монтується гнучким з'єднанням з одним вентилятором (рисунок 2.4). Він має такі характеристики:

- Тиск статичний - 652 Па;
- Тиск динамічний - 58 Па;
- Розрахунковий опір - 400 Па;
- Повний тиск - 710 Па;
- ККД робочого колеса: статичний/повний - 70%/76%;
- Потужність на валу – 0,82 кВт;
- Швидкість обертання 2693 об/хв.

Двигун типу AC_IE2_F_90S_IMB3__2p_1,5_50x 1

Робоча напруга двигуна 230 В змінного струму, номінальний струм 6,5 А та потужність 1,5 кВт.

Дана вентиляційна система оснащена містить в собі ряд приладів для автоматизації та керування енергетичним обладнанням:

1) Датчики та сенсорні прилади, до складу яких можна віднести засоби збору інформації, які відображають стан системи в реальному часі по різних параметрам: температура, вологість повітря, тиск, сила струму. Отримана інформація надходить на входи контролера.

2) Контролери забезпечують збір та аналіз даних, які приходять з датчиків та видає відповідні команди, які виконують різного роду вимикачі для забезпечення зміни роботи системи.

3) Акуратна механіка включає в себе різні приводи, органи регулювання та решту механізмів або вимикачів, які реалізують сигнал команд роботи контролера та змінюють відповідні параметри вентиляційної системи. До цього класу входять: засувки, сервоприводи, жалюзі, клапани та решта [8].

Висновки по другому розділу

Кліматична камера з габаритними розмірами 15м на 12м з висотою 2,56м. Розрахована вона на максимальне завантаження до 2500 кг м'яса одночасно. Теплоізоляція стін виконана з «сандвіч» панелей із теплоізолюючим матеріалом – пінополіуретан. Всередині завдяки вентиляційній системі підтримується постійна температура, яка може регулюватися в діапазоні від +12 до +18. Відносна вологість повітря регулюється з 75 до 90 %. Швидкість потоку повітря забезпечується для відповідного етапу дозрівання.

Основні параметрами розрахунку вентиляційної системи: габаритні розміри, об'єм повітря яке використовується установкою, потужність охолоджуючого та нагрівального пристроїв та опір системи.

Згідно з розрахованих параметрів обираємо припливно-витяжну вентиляційну установку типу Recovery Cross Vertical. Фірми VTS.

РОЗДІЛ 3. МОНТАЖ ЕНЕРГООБЛАДНАННЯ КЛІМАТИЧНОЇ КАМЕРИ

3.1. Підготовчі роботи та монтаж основного обладнання

Перед початком установки кліматичного обладнання виконуються такі підготовчі роботи:

- перевіряється будівельна готовність приміщень вентиляційних камер для монтажу установок;
- готуються вантажопідйомні засоби та пристрої;
- оглядаються та приймаються секції та деталі установок чи установки у збирання для монтажу.

При прийманні приміщень вентиляційних камер для монтажу установок перевіряється відповідність розмірів фундаментів та розташування отворів під анкерні болти, правильність виконання бетонних основ під секції та деталі кондиціонерів, відповідність відміток основ та фундаментів. До приймального акту має бути додана схема геодезичної зйомки позначок фундаментів та основ.

До початку монтажу також повинні бути зроблені проходи та отвори, а також проїзди, оштукатурені приміщення вентиляційних камер, проведено електропроводку для освітлення робочих місць та підключення електрифікованого інструменту, виконані заходи щодо безпечного ведення монтажних робіт.

При прийманні об'єкта під монтаж керуватись вимогами СНіП 3.05.01-85 та Посібники з виробництва та приймання робіт при влаштуванні систем вентиляції та кондиціонування повітря [9]

Організація робіт з монтажу установок у вентиляційній камері визначається проектом виконання робіт.

Монтаж установок ведеться секціями або великими блоками, які попередньо збираються на спеціально виділеному майданчику, що розташовується в зоні дії вантажопідйомних механізмів. Блок може бути установкою або її частиною в зборі: вентиляційний агрегат, секції фільтра, повітрянагрівача та т.п. Розміри блоку, способи його посилення та подачі до

місця монтажу, що залежать від можливості подачі блоку до місця монтажу у зібраному вигляді та наявності відповідних вантажопідйомних механізмів, повинні бути визначені, проект виконання робіт.

Монтаж секцій та блоків ведеться в наступному порядку:

- оглядаються складальні одиниці та деталі секцій та блоків та перевіряють

- комплектуючі вироби;

- виконується установка блоків на жорстких, горизонтальних сталевих підставках або на залізобетонний фундамент. Для зменшення вібрації блоки розміщують на шумопоглинаючих прокладках;

- окремі блоки вирівнюються по прямій лінії та з'єднуються між собою кріпильними виробами із встановленням ущільнювальних прокладок;

- перевіряється надійність затягування кріпильних виробів.

Секції та блоки встановлюється на бетонному фундаменті, сталевий рамі, на підставках або на спеціальній сталевій конструкції із віброізоляторами. Фундамент, рама чи сталева конструкція виставляються строго горизонтально і мають витримувати масу агрегату. Крім того, необхідно передбачити відведення вологи з піддонів, сепараторів (каплевідділювачів), пластинчастих теплоутилізаторів та камер змішування. Висота фундаменту або рами повинні враховувати висоту сифону для відведення води із ванни-піддону. Якщо висота сифона H перевищує 270 мм для нижніх ванн-піддонів або більше 60 мм для фосункової камери, необхідно передбачити збільшення висоти фундаменту чи поглиблення

Виконання установок можливе з правої чи лівої сторони обслуговування. На стороні обслуговування розміщуються відкриваються двері, патрубки теплообмінників та ін. Права сторона обслуговування буде в тому випадку, якщо, дивлячись у напрямку руху повітря всередині установки, обслуговування буде здійснюватися праворуч. Відповідно, якщо обслуговування ліворуч, то буде ліва сторона обслуговування. У припливно-витяжних установках сторона обслуговування визначається за напрямку руху повітря у припливній частині установок [10].

3.2. Монтаж контрольно-вимірювальних приборів і автоматики

Канальні датчики температури слугують для використання в установках вентиляції і кондеціонування для підтримання температури в каналі. Ці пристрої призначені для роботи у складі припливних установок. Він має в своєму складі терморезистор, який знаходиться в спеціальній гільзі, яка захищає від механічних пошкоджень і електричних пробоїв. Для забезпечення герметичності конструкції гільза запаяна з боку виходу кабелю. Датчик поміщений в пластмасову подовжену оболонку і йде в комплекті з кріпленням для трубопроводу. Інший кінець кабелю заздалегідь підготовлений для приєднання.

Для того щоб встановити датчик температури вхідного повітря, заздалегідь обирають більш пряму ділянку повітропроводу. Мінімальна відстань від фланця повітропроводу до осі датчика становить 1200 мм. Зазвичай чутливий елемент пристрою встановлюють по центру повітропроводу. Існує проблема невірних показників датчика. Для її усунення відстань від датчика до найближчого елемента повинна становити 5-10 метрів.

В схемі зовнішніх підключень потрібно переглянути клема до яких відбувається приєднання. Для установки датчиків температури неважливо полярність підключення. Рекомендовано використовувати екранований кабель з перерізом $2 \times 0,75$ мм для захисту від наводок. Рекомендовано не перевищувати довжину 10 м, а якщо це неможливо, то використовувати кабель більшого перерізу. Прокладка повинна здійснюватись подалі від силових кабелів. Оптимальним є лоток для кабелів керування. Також слід уникати контакту з джерелами тепла, крім повітря, яке йде в цьому каналі.

Датчики зовнішнього повітря слід встановлювати з найхолоднішої сторони будівлі на стіні, на висоті 2-4 поверху або в каналі, який максимально наближений до місця забору повітря. У випадку відключення двигуна вентилятора в каналі, в місці установки датчика встановлювалася температура навколишнього повітря. Також потрібно забезпечити

непопадання сонячних променів на сам датчик. Не можна встановлювати датчики під різноманітними надбудовами або в нішах.

Програмний логічний контролер (ПЛК) – це особливий вид комп'ютерів, які можуть бути використані для автоматизації технологічних процесів.

По виконанню та кріпленню розрізняють чотири види виконання корпусу ПЛК:

- Корпус для встановлення на дін-рейку;
- Корпус для кріплення на стіну;
- Панельне виконання;
- Безкорпусне виконання для вбудованих модульних схем.

Монтаж різних елементів автоматики всередині шафи відбувається відповідно до проектної документації та принципової електричної схеми, який розробляється окремо, відповідно до обладнання, яке буде керуватися автоматикою.

Технологія монтажу шафи автоматики передбачає прокладання силових ліній та сигнальних проводів в окремих каналах для уникнення наводок. Також обов'язкова маркування всіх проводів, згідно до проекту та обжимання кінців спеціальними наконечниками.

В середині шафи передбачені вентилятори для захисту від перегріву чутливих елементів.

Практично всі сучасні ПЛК в своєму складі мають вбудоване імпульсне джерело живлення, який може надавати змінний струм в діапазоні від 110 до 265 В. Також передбачений прилад для перетворення змінного струму в постійний і навпаки.

Імпульсні джерела живлення всередині мають ряд вбудованих пристроїв для автоматичного захисту від перенапруг, короткого замикання та перегріву.

Звичайна схема підключення програмованих контролерів вимагає встановлення додаткового фільтра для захисту від імпульсних перешкод.

Вибір імпульсних джерел живлення приводять виходячи з необхідних значень потужності і відповідного номіналу напруги.

Якщо джерело живлення відключається з причини аварії чи несправності, то роботу чи правильне завершення роботи приладу або цілої системи забезпечує джерело безперебійного живлення [11].

3.3. Підготовка до запуску

Запуск установки при здачі в експлуатацію системи вентиляції повинен здійснюватися кваліфікованим та навченим у цій сфері персоналом. Перед запуском потрібно ретельно очистити внутрішні частини пристроїв та каналів. Необхідно перевірити, що:

- під час робіт з монтажу не було пошкоджено елементів обладнання та комунікацій, автоматики або пристроїв автоматики,
- всі вентиляційні пристрої механічно закріплені та підключені до вентиляційної системи;
- приєднані заземлюючі дроти, що з'єднують агрегат з вентиляційними каналами;
- повністю встановлені та готові до роботи гідравлічні та фреонові мережі, а тепло- і холодоносії присутні в контурах живлення;
- споживачі електроенергії підключені та готові до роботи;
- встановлені сифони та комунікації відведення конденсату з конденсатних ванн;
- всі елементи автоматики підключені та підключені правильно.

Перед закриттям розподільних коробок у споживачів електроенергії слід перевірити:

- за схемами відповідність з'єднань проводів та з'єднань між клеммами;
- правильність використання запобіжників усіма споживачами електроенергії;

- чи всі болти затягнуті, і навіть правильність установки кріпильних елементів та електричних з'єднань (а також допоміжні затискачі, що не використовуються, - якщо такі є);

- кабелю та дроту з точки зору вимог техніки безпеки, укладання, перерізів тощо;

- внутрішні частини розподільних коробок на предмет чистоти та відсутності залишків проводів,

- стан ущільнювачів.

Повітряні фільтри у вентиляційно-кондиціональних агрегатах запобігають попаданню пилу і бруду в приміщення, що обслуговуються. Крім того, вони ефективно запобігають забрудненню інших робочих елементів агрегату, насамперед теплообмінників та електродвигунів.

Перед закриттям секції слідує:

- прибрати плівку, що захищає фільтри;

- закріпити фільтри у напрямних таким чином, щоб кишені були розташовані вертикально;

- перевірити стан фільтрів та щільність їх закріплення у направляючих;

- перевірити встановлення дифманометрів (пресостатів), контролюючих перепад тисків та ступінь забруднення фільтра.

Слід перевірити стан водяних та гліколевих нагрівачів, а саме:

- стан ребер - ламелей нагрівача;

- правильність підключення подавальних та зворотних трубопроводів;

- чи прикріплений капіляр протизамерзаючого термостата до корпусу нагрівача;

- установки проти замерзаючого термостата (заводське значення + 5оС).

Водяні, гліколеві, фреонові охолоджувачі також потрібно перевірити:

- стан ребер-ламелей елемента охолодження;

- правильність підключення трубопроводів, що подають і відводять;

- монтаж краплеуловлювача по відношенню до напрямку руху повітря;

- правильність установки сифона - перед запуском агрегату сифони слід залити водою;
- трубопроводи відведення конденсату [8].

Висновки до третього розділу

Монтаж обладнання вентиляції є одним з найважливіших етапів у проектуванні систем. В залежності від якості збирання та підготовки різних елементів буде визначатися якість роботи всієї системи. Монтаж та підготовка до запуску включає основні етапи: підготовка приміщення для установки обладнання, встановлення на фундамент основних елементів, кріплення повітропроводів до установки, монтаж контрольно-вимірювальної техніки та автоматики, силової частини та перевірка всіх з'єднань за схемами

Перед початком установки кліматичного обладнання виконуються такі підготовчі роботи:

- перевіряється будівельна готовність приміщень вентиляційних камер для монтажу установок;
- готуються вантажопідйомні засоби та пристрої;
- оглядаються та приймаються секції та деталі установок чи установки у збирання для монтажу.

Монтаж різних елементів автоматики всередині шафи відбувається відповідно до проектної документації та принципової електричної схеми, який розробляється окремо, відповідно до обладнання, яке буде керуватися автоматикою.

Запуск установки при здачі в експлуатацію системи вентиляції повинен здійснюватися кваліфікованим та навченим у цій сфері персоналом. Перед запуском потрібно ретельно очистити внутрішні частини пристроїв та каналів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В першому розділі була описана технологія приготування сиров'яленого м'яса передбачає тривалий та складний процес який складається з декількох етапів: підготовка сировини, посол та дозрівання.

Для останнього етапу необхідно створити особливі умови.: температуру (від 12 до 18 °С), вологість (від 75 до 90%) та швидкість повітряного потоку (від 0,5 до 2 м/с). Саме для цього етапу було створено проект кліматичної камери. Кліматична камера з габаритними розмірами 15м на 12м з висотою 2,56м. Розрахована вона на максимальне завантаження до 2500 кг м'яса одночасно. Теплоізоляція стін виконана з «сандвіч» панелей із тепло ізолюючим матеріалом – пінополіуретан.

Основою для створення мікроклімату спроектована вентиляційна система, яка забезпечує потік повітря із заданими характеристиками. Вимогами до установки є: створення та підтримка на однаковому рівні заданих кліматичних параметрів, відповідність до існуючих нормативно-правових актів згідно пожежної безпеки, електробезпеки, охороні праці, забезпечення очищеного повітря як на вході так і на виході з камери особливою системою фільтрації.

В другому розділі був проведений розрахунок, згідно якого були враховані основні характеристики для вентиляційної системи, такі як: габаритні розміри камери, продуктивність повітря системи, потужність нагрівальної та охолоджуючої установки, опір системи.

Була підібрана відповідна установка типу Recovery Cross Vertical. Фірми VTS з відповідним обладнанням. Основними складовими енергообладнання є: рекуператор, фільтри, вентиляторна секція, фреоновий охолоджувач, водяний нагрівач, повітропроводи та комплект контрольно-вимірювальних пристроїв з відповідною автоматикою.

В третьому розділі описано особливості монтажу та підготовки до запуску даної системи. Які вимоги до приміщення, установки основного

енергообладнання. Були описані специфічні вимоги до контрольно-вимірювальних пристроїв та підключення управління системою. Також описано перелік всіх вимог для перевірки відповідних елементів перед запуском.

ВИКОРИСТАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА

1. Смирнов В. О., Білецький В. С. Фізичні та хімічні основи виробництва. — Донецьк: Східний видавничий дім, 2005. ISBN 966-7804-90-9.
2. Fidel Toldrá. Сирокочені та сир в'ялені м'ясні вироби. Наукові публікації про продукти харчування та їжі. Fidel Toldrá: Food & Nutrition press, INC. Трамбулл, Коннектикут, 06611, США. 2002.-354с.
3. Oskar Prendl М'ясо: Технологія і гігієна виробництва і обробки. Керівництво з технології виготовлення продуктів харчування. Oskar Prendl, Alber Fischer, Thomas Schmidhofer, Hans-Jorgen Sinell. – Штутгарт: Ульм 1988.-234с.
4. Засоби теплопостачання та формування мікроклімату тваринницьких приміщень URL: http://rodak.if.ua/mot/teoria/tema_2.htm (дата звернення 18.10.2021)
5. ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ДБН В.2.5-67:2013
6. Проектування вентиляції URL: alterair.ua/stati/proektirovanie-promyshlennoy-ventilyatsii/ (дата звернення 09.10.2021)
7. Визначення основних параметрів вентиляції URL: <https://vents.ua/ua/viznacenna-neobhidnogo-povitroobminu-primisen-rekomendacii-do-proektuvanna>. (дата звернення 19.10.2021)
8. Вибір обладнання установки URL: <https://vtsgroup.com/> (дата звернення 11.10.2021)
9. ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем (СНиП 3.05.01-85, MOD)
10. Правила установки вентиляційного обладнання URL: <https://www.o-k.ru/library/instructions/rosenberg/kondicionery-promyshlennye/31239.pdf> (дата звернення 22.10.2021)
11. Правила електромонтажу URL: <http://electricalschool.info/main/electromontag/> (дата звернення 22.10.2021)

12. Правила монтажу автоматизації URL: <http://electricalschool.info>
(дата звернення 17.10.2021)
13. В. Н. Богословский, В. И. Новожилов, Б. Д. Симаков, В. П. Титов
«Отопление и вентиляция. том 2. Вентиляция» Стройиздат, 1976 год, 439
стр.
14. ДСТУ ISO 14694:2005 Промислові вентилятори. Вимоги до якості
балансування та рівнів вібрації (ISO 14694:2003, IDT)
15. ДСТУ EN 12599:2006 Системи вентиляції та кондиціонування
повітря. Процедури випробування та методи вимірювання під час здавання в
експлуатацію систем вентиляції та кондиціонування повітря (EN 12599:2000,
IDT)
16. ДСТУ EN 1751:2001 Вентиляція будівель. Пристрої входу та виходу
повітря. Аеродинамічні випробування дроселів та клапанів (EN 1751:1998,
IDT)
17. СНиП 2.04.14-88 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
(Теплова ізоляція обладнання та трубопроводів)
18. ГОСТ 12.1.005-88* ССБТ. Общие санитарно-гигиенические
требования к воздуху рабочей зоны (ССБП. Загальні санітарно-гігієнічні
вимоги до повітря робочої зони)
19. НАПБ А.01.001-2004 Правила пожежної безпеки України
20. ПУЕ-2009 Правила улаштування електроустановок
21. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих
приміщень
22. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату
приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель
по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та
акустики (EN 15251:2007, IDT)